Avaliação ambiental estratégica aplicada á cadeia produtiva da mandioca na Microrregião Sudoeste da Bahia

Armínio Santos

Aquesta tesi doctoral està subjecta a la llicència ***Reconeixement 3.0. Espanya de Creative Commons***.

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia ***Reconocimiento 3.0. España de Creative Commons***.

This doctoral thesis is licensed under the ***Creative Commons Attribution 3.0. Spain License***.



UNIVERSIDADE DE BARCELONA
FACULDADE DE GEOGRAFIA E HISTÓRIA
PROGRAMA DE DOUTORADO EM GEOGRAFIA
PLANIFICAÇÃO TERRITORIAL E GESTÃO AMBIENTAL

DIRETORA DA TESE: Drª. AMPARO CORTES LUCAS
DOUTORANDO: ARMÍNIO SANTOS
ASSINATURA:

BARCELONA – ESPANHA
2013



UNIVERSIDADE DE BARCELONA
FACULDADE DE GEOGRAFIA E HISTÓRIA
PROGRAMA DE DOUTORADO EM GEOGRAFIA, PLANIFICAÇÃO TERRITORIAL E GESTÃO AMBIENTAL

ARMÍNIO SANTOS

Tese apresentada ao Programa de Doutorado em Geografia, Planificação Territorial e Gestão Ambiental da Universidade de Barcelona (UB), para a obtenção do Título de Doutor, sob orientação da Prof.ª Drª Amparo Cortés Lucas.

BARCELONA – ESPANHA
2013

FICHA CATALOGRÁFICA

S235a Santos, Armínio.
Avaliação ambiental estratégica aplicada á cadeia produtiva da mandioca na Microrregião Sudoeste da Bahia / Armínio Santos, 2013.
639f.: il.: algumas color.
Orientador (a): Dra. Lucas Cortés Amparo.
Tese (Doutorado) – Universidad de Barcelona, Facultad de Geografía e Historia, Programa de Doctorado en Geografía, Planificación Territorial y Gestión Ambiental, Barcelona, 2013.
Referências: f. 00-00.
1. Avaliação Ambiental Estratégica . 2. Impacto ambiental – Vitória da Conquista – BA. 3. Mandioca – Produção. I. Amparo, Lucas Cortés. II. Universidad de Barcelona, Facultad de Geografía e Historia, Programa de Doctorado en Geografía, Planificación Territorial y Gestión Ambiental. III. T.
CDD: 363.7

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora Dra. Amparo Cortés Lucas pela orientação exemplar, tolerância com os meus erros e enorme discernimento sobre as melhores opções a serem seguidas nos trabalhos. Eu não teria conseguido finalizar a tese sem a sua clarificadora ajuda.

Ao professor José Luis Luzón pelo apoio e estímulo importantes e pela oportunidade oferecida de publicação de capítulos de livros.

Aos professores do Programa de Doutorado em Planificação Territorial e Gestão Ambiental, da Universidade de Barcelona, pelo profissionalismo e dedicação exemplares.

À Pedro Vergara estatístico da Universidade de Barcelona.

À Professora Isabel Pujadas, da Universidade de Barcelona.

À Diretoria da Coopasub pelo apoio e informações valiosas.

À Vinícius Visitin pelas aulas de Sistema de Informação Geográfica e do manuseio do software QuantumGis, além de uma ajuda sempre pronta.

À Edvaldo Oliveira, pela ajuda na parte de cartografia.

À Odair Lacerda, pela grande ajuda na parte de estatística.

À Carlos Henrique Amorim pelas análises de solos.

À Célia Ponte pela ajuda e sugestões na parte de solos.

À Anselmo Eloy Viana pelas sugestões e ajuda de dados, idéias e acompanhamento em visitas a agricultores.

À Eduardo Inácio pela pronta disponibilidade em viajar para locais ermos para fazer coletas de solos e posterior classificação dos perfis.

À Jesuíno David pela paciência de me acompanhar em inúmeras visitas feitas aos agricultores da região de trabalho.

À Dácio Filardi pela disponibilização de informações e dados econômicos importantes para este trabalho.

À Antonio Oliveira pela ajuda e apoio.

A Lafayete Rios pelas indicações valiosas de erros cometidos por mim, na tradução do resumo para o espanhol.

À José Soares pela análise de condutividade elétrica dos solos.

À Alana Azevedo pela ajuda e apoio.

À Diretoria do SEI pela disponibilização, mediante acordo, de arquivos shapes e imagens de satélites, importantes para este trabalho.

À Cristiane Cardoso Sousa, Bibliotecária da Biblioteca da UESB.

Finalmente sou grato aos agricultores das comunidades estudadas. No meu íntimo peço a Deus que os ajudem na dura labuta cotidiana.

À minha esposa Cláudia Cristiane Bomfim e ao meu filho Alexandre Santos.

RESUMO

O trabalho aborda a sustentabilidade da cadeia produtiva da mandioca propondo a elaboração de um modelo metodológico para a implementação da avaliação ambiental estratégica (EAE) no contexto de uma cooperativa chamada Coopasub, localizada na cidade de Vitória da Conquista, no sudoeste do Estado brasileiro da Bahia. O centro desta região é da cidade de Vitoria Conquista, juntamente com outros municípios que formam a região sudoeste do Estado. Esta região inclui as cidades de conquista da Vitoria da Conquista, Cândido Sales, Tremedal e Belo Campo, objetos geográficos desta tese e incluídos nos biomas de Mata Atlântica e Caatinga. A tese propõe o desenvolvimento de um plano ambiental avaliado para um caso específico que tem como um desafio contribuir para a integração dos aspectos ambientais na elaboração e aprovação dos planos e programas a fim de promover o desenvolvimento sustentável. Para desenvolver este trabalho, a gestão ambiental e suas ferramentas são as principais bases, não só de modelos tecnológicos, mas também do desenvolvimento dos planos econômicos, sociais e ambientais, uma vez que não é possível aplicar ou desenvolver um plano ambiental sem levar em consideração o conjunto de ferramentas que integram a gestão ambiental. A Cadeia produtiva da mandioca produz uma série de importantes impactos ambientais negativos, tais como processos de erosão do solo causados pelo fogo por causa de desmatamento para aumentar a superfície de cultivo e a produção em grande escala de um resíduo líquido poluente originado durante o processamento da raiz de mandioca, chamado no Brasil de "manipueira". Este resíduo apresenta alta taxa de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio); além disto este resíduo tem altas concentrações de ácido cianídrico, contaminante que ainda não se tem conseguido uma adequada gestão nos municípios onde estas raízes são processadas. A lista de impactos é complementada pelo desmatamento intenso que faz com que o cultivo e processamento de mandioca se origina num bioma muito dizimado no Brasil e conhecido sob o nome "caatinga". A taxa de desmatamento efetivamente determinada para a área da pesquisa foi de 1.62%/ano, usando-se a técnica de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), medida sobre um período de 8 anos. Esta pesquisa é a primera realizada nesta região e pode ser usada para a tomada de decisão. Também concluiu-se que a redução dos teores de carbono orgânico nestas áreas é muito alta: variando de 0.87% to 1.12%.

Palavras-chave: Impacto do solo**.** Mandioca, Meio Ambiente. Semiárido.

RESUMEN

El estudio aborda la sostenibilidad de la cadena productiva de la yuca en un territorio definido, proponiendo la elaboración de un modelo metodológico para poner en práctica la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) en el ámbito agrícola tomando como referencia unla cooperativa ya existente Coopasub. Esta región incluye las ciudades de Vitória da Conquista, Cândido Sales, Tremedal y Belo Campo, objetos geográficos de esta tesis e incluidos en los biomas de la Mata Atlántica y la Caatinga. La tesis propone la elaboración de un plan ambiental evaluado para un caso específico que tiene como reto contribuir a la integración de los aspectos ambientales en la preparación y adopción de planes y programas con la finalidad de promover el desarrollo sostenible. Para el desarrollo de este trabajo, la gestión ambiental y sus herramientas constituyen las principales bases, no sólo de los modelos tecnológicos, sino también de la elaboración de los planes económico, social y ambiental, toda vez que no es posible aplicar o elaborar un plan con implicaciones ambientales sin tener en consideración el conjunto de herramientas que integran la gestión ambiental. La cadena productiva de la yuca produce una serie de importantes impactos ambientales mayoritariamente negativos tales como los procesos de erosión/desertificación del suelo causados por el fuego, que se viene utilizando en las tareas de deforestación para aumentar la superficie de cultivo, y la producción a gran escala de un residuo líquido contaminante, originado durante el procesamiento de la raíz de la yuca, llamado en Brasil “manipueira”. Este residuo, una vez caracterizado presenta un alto índice de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y DQO (Demanda Química de Oxígeno); además presenta elevadas concentraciones de ácido cianhídrico, contaminante para el cual aún no se ha conseguido una adecuada gestión en los municipios donde se procesan estas raíces. La lista de impactos negativos se complementa con la intensa deforestación que el cultivo y procesamiento de la yuca origina en un bioma muy diezmado en Brasil y conocido con el nombre de “caatinga”. La tasa de deforestación efectivamente determinada para el área de búsqueda es 1,62%/ año, utilizando la técnica del NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada), con medición durante un período de 8 años. Esta investigación es la primera que se hace en esta región y puede ser utilizada para la toma de decisiones. También se concluyó que la reducción de los niveles de carbono orgánico en estas áreas es muy alta: desde 0,87% a 1.12%.

Palabras clave: La yuca.Medio Ambiente. Semiárido. Impacto del Suelo.

ABSTRACT

This study addresses the sustainability of cassava production chain by proposing the development of a methodological framework for the implementation of strategic environmental assessment (SEA) in the context of a cooperative called Coopasub, located in the city of Vitória da Conquista, in the Southwest region of the Brazilian state of Bahia. The center of this region is the city of Vitória da Conquista along with other municipalities such as Cândido Sales, Tremedal and Belo Campo, the geographic issues in this thesis; it is included in the biomes of Atlantic Forest and Caatinga. To develop this study, environmental management and its tools are the core not only of technological models, but also of the development of economic, social and environmental plans. The production chain of cassava produces a number of important negative environmental impacts such as: soil erosion caused initially by fire because of deforestation carried out to increase arable farming surfaces, and large-scale production of a waste liquid pollutant originates during the processing of root cassava, called in Brazil "manipueira". This waste has a high rate of BOD (Biochemical Oxygen Demand) and COD (Chemical Oxygen Demand); also this residue has high concentrations of hydrogen cyanide, contaminant that has not yet achieved an adequate management in the municipalities where these roots are processed. The list of impacts is complemented by the intense deforestation that the cultivation and processing of cassava causes in a already very decimated biome in Brazil known as Caatinga. The rate of deforestation effectively determined for the whole area of research, using the technique of NDVI (Normalized Difference vegetation index), was 1.62%/ year, measured over a period of 8 years. This research is a first for this region and it can be used for decision-making. Also concluded that the reduction of soil organic carbon in these areas is very high: ranged from 0.87% to 1.12%.

Keywords: Cassava, Environmental, Semiarid, Impact, Soil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Impactos diretos, indiretos, cumulativos e interação de impactos 39
Figura 2 Comparações da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) em contraste com a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) 42
Figura 3 AAE como um processo dinâmico de tomada de decisão 43
Figura 4 Exemplo de falta de acesso à água potável. Área agrícola do Município de Tremedal-Bahia-Brasil **47**
Figura 5 Relação crítica entre a vulnerabilidade das populações e a destruição dos recursos naturais. 48
Figura 6 Relação crítica entre saúde ambiental e destruição dos recursos naturais 49
Figura 7 Relação crítica entre direitos de propriedade e destruição dos recursos naturais **50**
Figura 8 Relação crítica entre impostos e incentivos e a destruição dos recursos naturais 50
Figura 9 Relação crítica entre empoderamento e destruição dos recursos naturais **51**
Figura 10 Relação crítica entre gênero e meio ambiente e a destruição dos recursos naturais. 51
Figura 11 Conclusões entre as sete relações críticas da pobreza e meio ambiente. **52**
Figura 12 Critérios de Desenvolvimento Sustentável aplicados à Avaliação Ambiental Estratégica. 54
Figura 13 A quarta dimensão da sustentabilidade. 55
Figura 14 A AAE como um sistema de contexto específico **56**
Figura 15 Seis conceitos de participação pública em avaliação ambiental 60
Figura 16 Aproximação funcionalista da participação pública com os respectivos objetivos, racionalidade, modelos e instrumentos utilizados. 61
Figura 17 Aproximação neoliberal da participação pública com os respectivos objetivos, racionalidade, modelos e instrumentos utilizados. 61
Figura 18 Aproximação deliberativa da participação pública com os respectivos objetivos, racionalidade, modelos e instrumentos utilizados **62**
Figura 19 Aproximação antropológica da participação pública com os respectivos objetivos, racionalidade, modelos e instrumentos utilizados. 63
Figura 20 Aproximação emancipatória da participação pública com os respectivos objetivos, racionalidade, modelos e instrumentos utilizados. **63**
Figura 21 Aproximação pós-moderna da participação pública com os respectivos objetivos, racionalidade, modelos e instrumentos utilizados. **64**
Figura 22 Cinco princípios para integração de participação pública e ciência, na avaliação ambiental 66
Figura 23 Aspectos metodológicos relevantes do processo de participação pública da AAE 68
Figura 24 Elementos do estoque do capital natural. **69**
Figura 25 O processo de estudo da AAE e o processo de planejamento do uso do solo para a estratégia de desenvolvimento do território 70
Figura 26 Temas AAE e possíveis listas de objetivos ambientais AAE (para uso agrícola) 75
Figura 27 Objetivos AAE e Indicadores (para uso agrícola) **76**

Figura 28 Esquema Metodológico - Tarefas e resultados da avaliação preliminar da AAE..... 84
Figura 29 Identificação e avaliação dos efeitos da PPP (Política, Plano e Programa) 87
Figura 30 Classificação de metodologias para identificação e valoração de impactos ambientais, de acordo e a frequência de uso de cada uma delas. 92
Figura 31 Classificação de Metodologia de Avaliação Ambiental, de Bolea. 93
Figura 32 Classificação de Metodologia de Avaliação Ambiental, de Garlandia. 94
Figura 33 Representação conceitual de diferentes efeitos da erosão em várias partes do perfil do solo..... 96
Figura 34 A variação de modelos de AAE. **..... 98**
Figura 35 A ampla variação de atividades da AAE. **..... 99**
Figura 36 Estágios da AAE e passos para o fortalecimento da governança. **..... 101**
Figura 37 Tipos de modelos metodológicos da AAE. **..... 103**
Figura 38 Relação dos modelos integrados com a ação estratégica **..... 104**
Figura 39 Terminologia sequencial usada na Avaliação Ambiental Estratégica. 106
Figura 40 Aspectos da biodiversidade que deverão ser considerados na etapa de *scoping*, durante a Avaliação de Impactos, na Avaliação Ambiental Estratégica **..... 110**
Figura 41 Exemplos de impactos sobre o bioma caatinga, na área geográfica, objeto da tese..... 111
Figura 42 Áreas de risco do bioma caatinga submetido às pressões antrópicas, com potencial de elevadas perdas na biodiversidade. 112
Figura 43 O mapa do Estado da Bahia com a localização da área de trabalho, unidades amostrais e nome dos agricultores cooperados. Escala Gráfica. 123
Figura 44 Domínios Naturais dos Municípios da Pesquisa e Propriedades Agrícolas Amostradas. Escala Gráfica 124
Figura 45 Exemplo do trabalho de campo para coleta de amostras do perfil de solo e encaminhamento das mesmas para análises físico-químicas. 130
Figura 46 Ficha preenchida por cooperados durante a coleta de solos para análise. 131
Figura 47 Exemplo de boletim de resultado de análise de solo realizada com os cooperados da Coopasub, no município de Tremedal. 132
Figura 48 Localização das casas de farinha na área de estudo. 135
Figura 49 Detalhe da coleta de manipueira em casas de farinha: Vitória da Conquista, 2011. 136
Figura 50 Detalhe dos tanques de decantação de manipueira da casa de farinha Comunitária em Dantilândia: 137
Figura 51 Análise realizada com a manipueira nos laboratórios da EMBASA. 137
Figura 52 Estações pluviométricas incluídas na área de estudo e adjacências identificadas por números e municípios próximos das estações. 139
Figura 53 Disposição das 13 estações na área de pesquisa, proximidade dos pontos de amostragem, seleção das quatro estações de trabalho (S) e anos da série histórica. Escala 1: 1000.000..... 141
Figura 54 Exemplo de dados pluviométricos classificados e organizados para entrada no software estatístico. 142
Figura 55 Valores aproximados para algumas características físico-hídricas dos solos, segundo a sua classe textural. 144
Figura 56 Software BHnorm elaborado em planilha Excel para balanço hídrico normal por Thornthwaite & Mather (1955). 145
Figura 57 Quais os impactos ambientais mais importantes decorrentes do cultivo da mandioca?..... 150
Figura 58 Área de floresta queimada para plantio de mandioca. Cândido Sales-Ba..... 151

Figura 59 Medições mínimas e máximas da temperatura do forno de processamento de raiz, queimando espécies de lenha da floresta nativa. 152
Figura 60 Uso de lenha para fornos de beneficiamento da mandioca – Cândido Sales ... 154
Figura 61 Qual a fonte de energia para funcionamento do forno de processamento de raiz de mandioca? 154
Figura 62 Produtividade da mandioca em t/ha na série histórica de 1990-2011 nos quatro municípios da pesquisa. 155
Figura 63 Mapa de frequência de queimadas 2012-02 à 2013-02 e vulnerabilidade comparativa ao período 2000-02 à 2001-02. 157
Figura 64 Velocidade Média Sazonal dos ventos, a 50m de altura, da propriedade de pesquisa no município de Tremedal, do agricultor da Coopasub, Luiz Pereira. 167
Figura 65 Cruzamento dos arquivos *shapefile* de desertificação com os de capacidade hídrica, no software SIG Quantum Gis 1.8.0, para geração do mapa de risco. 171
Figura 66 Velocidade dos ventos versus solo erodido versus teores de matéria orgânica existente no solo 173
Figura 67 Etapas da análise multicritério, do método Promethee II, usando-se o software multicritério, Pradin. 175
Figura 68 Software Pradin 3.0 usado para análise multicritério. 176
Figura 69 Campo de identificação dos agentes decisórios e do poder de decisão do software de análise multicritério Pradin. 177
Figura 70 Funções de preferência do método de análise de indicadores multicritério PROMETHEE II 187
Figura 71 Uso do software MapMeasure Pro na propriedade do agricultor da Coopasub, Abel Ferreira para ajuste do coeficiente de rugosidade. 189
Figura 72 Imagem panorâmica de Tremedal (um dos municípios da pesquisa), obtida pelo software HoudahGeo, a partir de captura de coordenadas da foto. Integrado ao Google Earth. 190
Figura 73 Inserção das velocidades de ventos nos pontos georeferenciados de cada propriedade de amostragem para transformação em arquivo shapefile. 191
Figura 74 Recorte de planilha excel contendo os municípios da pesquisa, comunidade, produtor, altitude, tipo de vegetação e coordenadas geográficas, UTM e decimais. 193
Figura 75 Valores da razão entre as bandas do infravermelho e vermelho (NDVI). 195
Figura 76 Formação do mosaico pela mescla das bandas 3 e 4 (imagens *raster*). 196
Figura 77 Georeferenciamento da imagem do mosaico a partir do mapa da base municipal de pesquisa. 197
Figura 78 Cálculo do NDVI 2009, através da fórmula NDVI pela calculadora raster do software QuantumGis. 198
Figura 79 SD – 23-Z-B.Tif, SD – 23-Z-D.Tif, SD – 24-Y-A.Tif, SD – 24-Y-B.Tif, SD – 24-Y-C.Tif, SD – 24-Y-D.Tif processado pelo software GlobalMapper 13.0, obtidas através do site http://www.dgi.inpe.br/CDSR/. 200
Figura 80 Imagens SRTM sobrepostas ao mapa municipal de pesquisa, antes de ser submetida ao corte no software QuantumGis. 200
Figura 81 Processamento do Modelo de Elevação Digital, após o corte mostrado na figura anterior. 201
Figura 82 Classes de declividade geradas após o processamento do MDE. 201
Figura 83 Exemplo de poligonização de imagem raster realizada através do QuantumGis 202

Figura 84 Procedimentos realizados no software QuantumGis em relação aos mapas temáticos. 203
Figura 85 Pontos de localização de imagens SRTM da área de estudo. 206
Figura 86 Geração do Modelo Digital de Elevação (MDE), no software QuantumGis, mostrando as nuances do relevo. 207
Figura 87 Paisagem de área da pesquisa ligada aos biomas Caatinga e Mata atlântica. 214
Figura 88 Municípios da Pesquisa, Relevo, Propriedades Amostradas e Escala de Altitude 216
Figura 89 Mapa da microrregião sudoeste da Bahia indicando articulação com outras regiões do país. 219
Figura 90 Evolução populacional comparativa entre os municípios produtores de mandioca de Cândido Sales, Belo Campo, Tremedal e Vitória da Conquista. 221
Figura 91 Perfil da posse da terra na microrregião sudoeste da Bahia. 224
Figura 92 Tamanho da propriedade (ha) na microrregião sudoeste da Bahia. 224
Figura 93 Tamanho de área disponível para plantio de mandioca sem desmatamento em ha, de agricultores da microrregião sudoeste da Bahia. 225
Figura 94 Tamanho de área plantada com outras culturas agrícolas que não mandioca, em ha, de agricultores da microrregião sudoeste da Bahia. 226
Figura 95 Mapa de disponibilidade hídrica de águas superficiais da área da pesquisa 228
Figura 96 Mapa de aptidão agrícola da área da pesquisa. 231
Figura 97 Mapa de distribuição de plantios de eucaliptos nos municípios da pesquisa e pontos de amostragem dos agricultores de mandioca. 232
Figura 98 Ecorregiões e Biomas da Área da Pesquisa e localização das propriedades agrícolas. 233
Figura 99 O Rio Verruga no município de Vitória da Conquista 234
Figura 100 O Rio Santa Rita, afluente do rio Verruga, com o bairro dos Campinhos nas adjacências. 235
Figura 101 Bacias hidrográficas da área de pesquisa da tese e propriedades agrícolas amostradas. 236
Figura 102 Municípios produtores de mandioca da microrregião sudoeste da Bahia mostrando a bacia do rio pardo e a classificação dos tipos de vegetação existentes. 237
Figura 103 Prensagem da massa ralada e obtenção de manipueira numa casa de farinha, Lagoa Grande, vila de Cândido Sales-Ba. 239
Figura 104 Esquema da cianogênese da mandioca a partir da linamarina. 240
Figura 105 Animais bebendo manipueira, em propriedade da vila de Lagoa Grande, município de Cândido Sales-Ba. 242
Figura 106 Despejo de manipueira no rio Santa Rita, em Vitória da Conquista. 244
Figura 107 Aproveitamento da manipueira para adubações em solos de mandioca. Lagoa Grande, município de Cândido Sales-Ba. 247
Figura 108 Irrigação por sulco de plantio de café. Localidade do Simão, município de Vitória da Conquista, Bahia. 250
Figura 109 AAE como um processo dinâmico de tomada de decisão em contextos de complexidade agrícola. 263
Figura 110 Fluxo de Produto na Cadeia Produtiva da Mandioca na microrregião sudoeste da Bahia. (sc: sacos). 265

Figura 111 O rendimento médio de 18 variedades de mandioca plantadas em duas repetições: numa encosta erodida e numa área plana adjacente não erodida 266
Figura 112 A função dos indicadores nas etapas de *baseline*, predição e monitoramento, no sistema AAE. 269
Figura 113 Princípios e Critérios dos recursos solo e água, selecionados por agricultores e especialistas (E) conforme o seu grau de importância e de acordo com o percentual de frequência de ocorrência na área de estudo (número entre parênteses). 282
Figura 114 Software Pradin 3.0 usado para análise multicritério e de vulnerabilidade 284
Figura 115 Poder de decisão dos agentes envolvidos quanto aos impactos ambientais selecionados para a análise multicritério. 285
Figura 116 Representação gráfica da análise multicritério dos indicadores de sustentabilidade. 286
Figura 117 Ciclo do Desastre. 292
Figura 118 Relação entre SIG e SR e identificação de vulnerabilidades. 296
Figura 119 Mapa de vulnerabilidade ambiental e categorização de vulnerabilidade. 297
Figura 120 Percepção de especialistas sobre a contribuição do SIG para a AAE. 298
Figura 121 Base fisiológica e características típicas de reflectância espectral. 299
Figura 122 Comportamento dos agricultores diante de um Mercado de risco, num ano bom (Y_1) e num ano ruim (Y_2). 302
Figura 123 Análise de Riscos em Sistemas Agrícolas segundo Quassou. 307
Figura 124 Articulação de conceitos fundamentais segundo Julião. 309
Figura 125 Definição de conceitos fundamentais segundo Julião. 310
Figura 126 Distinção entre os conceitos de problemas econômicos e tecnológicos a partir da abordagem dos critérios. 312
Figura 127 Um problema de planejamento agrícola com dois objetivos. 313
Figura 128 O espaço de decisão na aplicação da MCMDS em problemas de demanda de suprimento hídrico 316
Figura 129 O espaço objetivo na aplicação da MCMDS em problemas de demanda de suprimento hídrico 317
Figura 130 Os passos de formulação e resolução de um problema MCDMS contínuo 318
Figura 131 Estrutura Multicritério AHP. 321
Figura 132 Representação esquemática das ponderações dos indicadores de sustentabilidade mediante o método multicritério AHP. 323
Figura 133 Classificação dos produtos derivados da mandioca. 326
Figura 134 Frequência de utilização de consórcio com mandioca por produtores dos quatros municípios da pesquisa, da região Sudoeste da Bahia. 330
Figura 135 Vista aérea do município de Cândido Sales com plantio de feijão, via sistema de irrigação por pivô central. 332
Figura 136 Diversificação de culturas dos municípios de Cândido Sales. 333
Figura 137 Diversificação de culturas do município de Tremedal. 333
Figura 138 Diversificação de culturas do município de Vitória da Conquista. 334
Figura 139 Segmentação do Mercado de amido de mandioca, ano 2009. 335
Figura 140 Variação estacional dos preços recebidos pelos produtores de mandioca no Estado da Bahia, no período de 1990 a 2004. 336
Figura 141 Ilustração gráfica da quase-renda. 338
Figura 142 Entidades participantes da Câmara Setorial da Mandioca, no Estado da Bahia 348

Figura 143 Número e distribuição das casas de farinha da Coopasub. 350
Figura 144 Projeto RENIVA principal ação de planificação da oferta de matéria-prima para a Coopasub. 353
Figura 145 Volume processado de raiz kg/dia. 356
Figura 146 Custo versus valor de carga versus km transportado. 358
Figura 147 Produção de farinha e derivados das casas e farinha da Coopasub. 361
Figura 148 Fluxograma de processo de beneficiamento de raízes com descrição das etapas, entradas e saídas. 363
Figura 149 Equipamento de lavagem e descaque da raiz de mandioca 364
Figura 150 Processo de chegada da raiz in natura, lenha para queimar nos fornos de processamento, raspagem manual e armazenamento dos resíduos sólidos. Cândido Sales-Ba. 366
Figura 151 Ralador de raiz, ralador de massa prensada, prensa e drenagem da manipueira prensada. Cândido Sales – Ba. 368
Figura 152 Etapas do peneiramento, submissão ao forno elétrico cônico, ralador de grolões e ensacamento. Cândido Sales – Ba. 370
Figura 153 Complexo industrial da fecularia no distrito de Corta-Lote, município de Vitória da Conquista. 374
Figura 154 Fluxograma de produção de fécula, farinhas e raspas a partir da raiz de mandioca e imagens da fecularia da Coopasub. 375
Figura 155 Etapas para a processamento de obtenção de fécula a partir da raiz de mandioca, no distrito do Corta-Lote. 379
Figura 156 Representação do Mapa de emissões acessado por coordenadas UTM, com uma diferença de três horas do tempo real da ocorrência das emissões, a partir do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). 394
Figura 157 Escalas de aplicação da ferramenta SAFE (Sauvenier et al., 2005). 408
Figura 158 Classes de Vulnerabilidade Associadas à Capacidade Hídrica da Área de Pesquisa. 413
Figura 159 Mapa de Declividade e Classes de Vulnerabilidade. 416
Figura 160 Representação 3 D da rede de drenagem da área de trabalho. 419
Figura 161 Mapa de Áreas Suscetíveis à Desertificação. 421
Figura 162 Mapa de Variações do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) do satélite Landsat 5, bandas 3 e 4, entre 2001-2009 da área de estudo. 423
Figura 163 Cenários da área de pesquisa. Na imagem da seta, a indicação de área já desmatada para o plantio. 424
Figura 164 Mapa de Vulnerabilidade Ambiental 427
Figura 165 Mapa de Classes de Vulnerabilidade Potencial para erosão eólica 430
Figura 166 Cálculo das velocidades dos ventos, a partir de coordenadas geográficas do agricultor da Coopasub, Manoel Lima, de Tremedal. 432
Figura 167 Classes de Vulnerabilidade Associadas à Capacidade Hídrica e Classes de Riscos Associados aos Teores de Carbono Orgânico e Capacidade Hídrica da área da Pesquisa. 435
Figura 168 Fotografia aérea de área individual de agricultor para procedimentos de determinação do coeficiente de rugosidade para cálculo de velocidade eólica. 441
Figura 169 Mapa de Risco Potencial para Erosão Eólica: Velocidade Máxima de Ventos à 1m de Altura do Solo. 442
Figura 170 Relação entre velocidade dos ventos e erosão eólica. Os percentuais indicam os conteúdos de matéria orgânica. 443
Figura 171 Mapa de Risco Ambiental 444

Figura 172 Atribuição de pesos aos agentes decisores, no software Pradin 3.0. 448
Figura 173 Gráfico radar dos agentes decisórios. 448
Figura 174 Resultados quantitativos da análise multicritério realizada pelo software Pradin 3.0. 450
Figura 175 Indicadores multicritérios da pesquisa. 451
Figura 176 Saco de amido modificado comprado do Estado do Paraná. 453
Figura 177 Mapa de precipitação pluviométrica média anual 462
Figura 178 Mapa pluviométrico das séries históricas de 12 estações: precipitação média anual, meses de seca/ano, nº de meses de seca da série e total e nº da estação 464
Figura 179 Médias mensais de precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar no período de novembro de 2004 a maio de 2006. Vitória da Conquista-BA, 2006 467
Figura 180 Médias mensais de precipitação pluviométrica, disponibilidade água no solo, umidade relativa do ar, insolação total médias no período de novembro de 2006 a dezembro de 2007. Vitória da Conquista-Bahia 468
Figura 181 Climograma do Nº de Dias de Chuva (NDC), apresentando meses selecionados de alta correlação estatística, relacionando-os a NDC das séries históricas das quatro localidades da pesquisa com as épocas dos eventos agrícolas significativos da cultura da mandioca, na área geográfica da tese 469
Figura 182 Gráfico 2 D do Nº de Dias de Chuvas, comparativo das quatro localidades da pesquisa 471
Figura 183 Médias comparativas dos agrupamentos fevereiro-janeiro e novembro-outubro, na mesma escala gráfica, gerado a partir de dados não estandarizados 472
Figura 184 Médias das séries históricas, na mesma escala gráfica, de Nº de Dias de Chuva-NDC comparativas com as quatro localidades da pesquisa 474
Figura 185 Gráfico 2 D do Precipitação Média Mensal, comparativa das quatro localidades da pesquisa 483
Figura 186 Médias das séries históricas, na mesma escala gráfica, da Precipitação Média Mensal comparativas com as quatro localidades da pesquisa 484
Figura 187 Gráfico 2 D da Precipitação Máxima Mensal, comparativa das quatro localidades da pesquisa 488
Figura 188 Médias das séries históricas, na mesma escala gráfica, da Precipitação Máxima Mensal comparativas com as quatro localidades da pesquisa 489
Figura 189 Variáveis pluviométricas da série histórica de Vitória da Conquista 490
Figura 190 Variáveis pluviométricas da série histórica de Cândido Sales 492
Figura 191 Variáveis pluviométricas da série histórica de Tremedal 494
Figura 192 Paisagem típica de local de amostragem, em Tremedal 495
Figura 193 Variáveis pluviométricas da série histórica de Belo Campo 496
Figura 194 Balanço hídrico de Cândido Sales 1 502
Figura 195 Balanço hídrico de Cândido Sales 2 503
Figura 196 Balanço hídrico de Cândido Sales 3 504
Figura 197 Balanço hídrico da microrregião sudoeste da Bahia (círculo), compreendendo o munícipio de Cândido Sales 507
Figura 198 Balanço hídrico de Vitória da Conquista, anos de 1961 à 1990 507
Figura 199 PMeM da série histórica de Vitória da Conquista 508
Figura 200 Efeito na produção da raiz de mandioca em períodos sucessivos de 2 meses de déficit hídrico por um período de 1 a 11 meses após o plantio 510
Figura 201 Validação de sistema de previsão climática do INMET confrontado com o tempo real. 513

Figura 202 Mapa de Solos e Classes de Vulnerabilidade 516
Figura 203 Mapa dos locais de perfis de solo 519
Figura 204 Mapa Geológico 520
Figura 205 Perfil de Solo de Cândido Sales-Bahia 522
Figura 206 Área de amostragem do perfil de solo de Tremedal 526
Figura 207 Área de amostragem do perfil de solo de Vitória da Conquista 531
Figura 208 Médias de pH de 3 localidades da microrregião sudoeste da Bahia (nº 43, 23, e 20, respectivamente, número de amostras de solo totais para cada município) 539
Figura 209 pH das amostras de solo, dos cooperados da Coopasub, em Cândido Sales – Bahia 539
Figura 210 Uso de calcário na microrregião sudoeste da Bahia 540
Figura 211 Médias de P assimilável de 3 localidades da microrregião sudoeste da Bahia
Figura 212 Valores da análise química do fósforo no município de Cândido Sales 542
Figura 213 Média das análises químicas do elemento potássio nas localidades de Vitória da Conquista, Cândido Sales e Tremedal 544
Figura 214 Valores da análise química de **potássio** entre os cooperados da Coopasub no município de Tremedal 544
Figura 215 pH das amostras de solo, dos cooperados da Coopasub, em Tremedal – Bahia 545
Figura 216 Análise química de potássio dos cooperados da Coopasub, nos municípios de Vitória da Conquista e Cândido Sales 546
Figura 217 Número de vezes no qual o agricultor da microrregião Sudoeste consegue cultivar a terra com a cultura da mandioca 548
Figura 218 Frequência do uso de práticas conservacionistas por parte dos agricultores de mandioca, na microrregião sudoeste da Bahia 549
Figura 219 % de Carbono Orgânico e Matéria Orgânica em 15 Propriedades de Mandioca de Vit. da Conquista, Tremedal e Cândido Sales 550
Figura 220 CTC efetiva dos locais de amostragem de Vitória da Conquista, em condições de pH natural 551
Figura 221 CTC efetiva dos locais de amostragem de Cândido Sales, em condições de pH natural 552
Figura 222 CTC efetiva dos locais de amostragem de Tremedal, em condições de pH natural 552
Figura 223 CTC efetiva em pH natural, comparativa às localidades de pesquisa 553
Figura 224 Entradas e Saídas do cultivo de mandioca na região de estudo 554
Figura 225 Macroelementos avaliados na manipueira da casa de farinha ‘Lagoa Grande I’. Vitória da Conquista, 2011 558
Figura 226 Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha ‘Lagoa Grande I’. Vitória da Conquista, 2011 561
Figura 227 Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha ‘Lagoa Grande II’. Vitória da Conquista, 2011 561
Figura 228 Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha ‘Lagoa Grande III’. Vitória da Conquista, 2011 562
Figura 229 Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha ‘Possidônio’. Vitória da Conquista, 2011 562
Figura 230 Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha ‘Dantilândia SP’. Vitória da Conquista, 2011 563
Figura 231 Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha ‘Dantilândia T1’. Vitória da Conquista, 2011 563

Figura 232 Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha ‘Dantilândia T2’. Vitória da Conquista, 2011 564
Figura 233 Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha ‘Dantilândia T3’. Vitória da Conquista, 2011 564
Figura 234 Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha ‘Simão I’. Vitória da Conquista, 2011 565
Figura 235 Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha ‘Simão I’. Vitória da Conquista, 2011 565
Figura 236 Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha ‘Lagoa Grande I’. Vitória da Conquista, 2011 566
Figura 237 Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha ‘Lagoa Grande II’. Vitória da Conquista, 2011 567
Figura 238 Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha ‘Lagoa Grande III’. Vitória da Conquita, 2011 567
Figura 239 Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha ‘Possidônio’. Vitória da Conquista, 2011 568
Figura 240 Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha ‘Dantilândia SP’. Vitória da Conquista, 2011 568
Figura 241 Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha ‘Dantilândia T1’. Vitória da Conquista, 2011 569
Figura 242 Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha ‘Dantilândia T2’. Vitória da Conquista, 2011 569
Figura 243 Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha ‘Dantilândia T3’. Vitória da Conquista, 2011 570
Figura 244 Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha ‘Simão II’. Vitória da Conquista, 2011 570
Figura 245 Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha ‘Simão I’. Vitória da Conquista, 2011 571
Figura 246 Potencial hidrogeniônico (pH) avaliado manipueira de diferentes coletas em todas as casas de farinha. Vitória da Conquista, 2011 572
Figura 247 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) em todas as casas de farinha. Vitória da Conquista, 2011 573
Figura 248 Demanda Química de Oxigênio (DQO) em todas as casas de farinha. Vitória da Conquista, 2011 573
Figura 249 Sólidos Sedimentáveis avaliados na manipueira em todas as casas de farinha. Vitória da Conquista, 2011 574
Figura 250 Gráfico comparativo entre DQO, SS e Cianeto da área de estudo 575
Figura 251 Conclusões relativas à AAE 589
Figura 252 Indicadores de Sustentabilidade 591
Figura 253 Conclusão e Decisões sugeridas da Análise de Solo da pesquisa 595
Figura 254 Conclusão sobre a pluviometria da área de pesquisa 598
Figura 255 Conclusão sobre a pluviometria da área de pesquisa 603
Figura 256 Conclusões das Análises de Vulnerabilidade e Econômica 606
Figura 257 Conclusões sobre Análise de Risco e Carbono Orgânico 609
Figura 258 Conclusões sobre Perfis de Solo 613

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Possíveis aplicações de técnicas de avaliação e predição, na AAE. 90
Tabela 2 As três linhas de argumentação, tipos de AAE, que suportam o desenvolvimento da AAE. 97
Tabela 3 Exemplos de estágios da AAE tomada de uma variedade de fontes. 100
Tabela 4 Estágios da AAE, "o que decidir" e "o que relatar" 104
Tabela 5 Características geográficas e do Produto Interno Bruto a preços correntes dos quatro municípios da pesquisa. 122
Tabela 6 Métodos e o seu uso na Avaliação Ambiental Estratégica (AAE). 125
Tabela 7 Descrição do *Baseline* Ambiental. 126
Tabela 8 Temas AAE, identificação de impactos ambientais e objetivos AAE, no Baseline 126
Tabela 9 Municípios do trabalho, número de análises de solo e percentual de relação análises de solo versus cooperados da Coopasub. 1129
Tabela 10 Método de cálculo da lenha e da quantidade de hectares necessários para suprir de madeira os fornos de processamento de farinha da produção de raiz de mandioca. Exemplo do município de Cândido Sales. 147
Tabela 11 Número de questionários aplicados a produtores de mandioca por município. 148
Tabela 12 Modificações do solo de acordo com as temperaturas alcançadas nas queimadas (ºC). 152
Tabela 13 Oito alterações evidenciadas na estrutura do solo como decorrentes da queimada da floresta nativa para plantio de mandioca, retiradas selecionadas da tabela 13 na microrregião de estudo. 153
Tabela 14 Variação percentual do número de focos de queimadas entre os períodos de 2000-02 à 2001-02 e 2012-02 à 2013-02. 158
Tabela 15 Descrição das seleções de opções da AAE (screening) e escopo (*scoping*). .158
Tabela 16 Princípios, critérios, escore e alternativas possíveis dentro da etapa de seleção e formulação de opções. 159
Tabela 17 Base de abordagem dos mapas de vulnerabilidade em geomorfologia, solos e clima. **165**
Tabela 18 Classes de vulnerabilidade para tipos de solos. 165
Tabela 19 Classes de vulnerabilidade para declividade. 166
Tabela 20 Classes de vulnerabilidade para o clima. 166
Tabela 21 Escala de ventos de Beaufort. 168
Tabela 22 Classes de vulnerabilidade e valor do risco. 169
Tabela 23 Integração de temas para elaboração de mapa de risco ambiental. 170
Tabela 24 Classe de rugosidade, comprimento de rugosidade e tipo de panorama. 173
Tabela 25 Quadro de Competitividade. 179
Tabela 26 Fatores de competitividade relativos entre a fécula do Paraná, vendida na microrregião sudoeste da Bahia e a fécula da Coopasub. 180
Tabela 27 Dados operacionais e econômicos da fecularia da Coopasub, relativos ao ano de 2011. 180

Tabela 28 Marco Metodológico SAFE de avaliação da sustentabilidade mediante indicadores. 182
Tabela 29 Principais funções do agro-ecossistema da mandioca na microrregião sudoeste da Bahia, de acordo com o SAFE. 184
Tabela 30 Características das faixas espectrais do Landsat 5, usadas na elaboração do mapa NDVI. 195
Tabela 31 Valores de NDVI da área de pesquisa. 199
Tabela 32 Mapa temático, tipos de dados, formato original, processamento utilizados no QuantumGis. 203
Tabela 33 Classes de Relevo e de Declividade, usadas no QuantumGis para a elaboração do mapa de declividade. 207
Tabela 34 Região Sudoeste da Bahia - População total, urbana, rural e taxas de urbanização 1991/2000. 220
Tabela 35 Quadro comparativo dos municípios de Belo Campo, Cândido Sales, Tremedal e Vitória da Conquista em relação às variáveis cultura, área plantada, área colhida, quantidade produzida e valor recebido. 221
Tabela 36 Consumo de energia elétrica por classes nos municípios produtores de mandioca de Belo Campo, Tremedal, Cândido Sales e Vitória da Conquista. 222
Tabela 37 Dados de geosistema dos quatro principais produtores de mandioca da microrregião sudoeste da Bahia. 226
Tabela 38 Precipitação média anual, PIB e densidade demográfica dos municípios produtores de mandioca de Vitória da Conquista, Cândido Sales, Tremedal e Belo Campo. 229
Tabela 39 Mapa adaptado da pobreza e desigualdade comparando os índices dos quatro maiores municípios produtores de mandioca da microrregião sudoeste da Bahia: Cândido Sales, Vitória da Conquista, Tremedal e Belo Campo. 230
Tabela 40 Composição química da manipueira, conforme dados da literatura Disponível 241
Tabela 41 Análise físico-química da água do rio Santa Rita, em Vitória da Conquista, Bahia. 2001. 245
Tabela 42 Padrões de emissão das águas para o processamento de efluentes líquidos da mandioca. 245
Tabela 43 Resultados do cianeto total do afluente e efluente do reator de estabilização e respectivas taxas de redução. 249
Tabela 44 Características químicas da manipueira aplicada e percolada. 252
Tabela 45 Redução hipotética dos valores de Cianeto, DBO e DQO de uma análise da amostra de manipueira obtida na área da tese, aplicando-se os percentuais de redução de Silva et al. (2005), aos perfis de solo percolado pelo efluente. ...252
Tabela 46 Categorias de indicadores ambientais no modelo DPSIR. 271
Tabela 47 Modelos metodológicos, objetivos, grupo alvo, definição de sustentabilidade e pré-definição de indicadores usados em sistemas agrícolas. 275
Tabela 48 Comparação dos principais marcos metodológicos de avaliação da sustentabilidade mediante indicadores. 277
Tabela 49 Principais funções do agro-ecossistema da mandioca na microrregião sudoeste da Bahia de acordo com o SAFE. 281

Tabela 50 Problema Multicritério de Planejamento Agrícola com três possíveis soluções para três possíveis critérios. 319
Tabela 51 Cultivos utilizados em consórcio por produtores de mandioca de treze municípios da região Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista – BA, 2006. 331
Tabela 52 Rendimentos médios dos cultivos dos municipios da pesquisa em 2011. 334
Tabela 53 Quadro de Competitividade. 340
Tabela 54 Entidades parceiras da Coopasub 346
Tabela 55 Produção de derivados da mandioca, % de uso da capacidade instalada das casas de farinha, volume processado e capacidade total de processamento. 356
Tabela 56 Área plantada e potencial de expansão de cultivo da mandioca. 358
Tabela 57 Custo anual de produção com a comercialização feita pelos cooperados da Coopasub. 359
Tabela 58 Custo anual de produção com a comercialização feita pela Coopasub 359
Tabela 59 Segmentação de mercado da Coopasub 372
Tabela 60 Teores máximos aceitáveis para enquadramento de águas de Classe I, vigente no Território Nacional em 2013, de acordo com a Resolução n0 20, de 18 de junho de 1986 (Diário Oficial, seção 1, 30/07/1986, p. 11356 – 11360). 380
Tabela 61 Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação à integridade do ecossistema. 392
Tabela 62 Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação ao manejo. 393
Tabela 63 Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação ao ar. 393
Tabela 64 Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) da cadeia da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação ao solo. 395
Tabela 65 Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação à água do solo. 396
Tabela 66 Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação à energia. 396
Tabela 67 Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação à biodiversidade do sistema agrícola. 398
Tabela 68 Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação à biodiversidade do sistema agrícola. 399

Tabela 69 Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação ao *habitat.* 400
Tabela 70 Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão econômica para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação a *viabilidade.* 401
Tabela 71 Formulação de Indicadores de Sustentabilidade na dimensão econômica para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação à *viabilidade.* 402
Tabela 72 Formulação de Indicadores de Sustentabilidade na dimensão econômica para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação à *viabilidade.* 403
Tabela 73 Formulação de Indicadores de Sustentabilidade na dimensão social para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação à *segurança alimentar.* 404
Tabela 74 Formulação de Indicadores de Sustentabilidade na dimensão social para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação às *condições de vida.* 405
Tabela 75 Formulação de Indicadores de Sustentabilidade na dimensão social para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação às *condições de vida.* 406
Tabela 76 Formulação de Indicadores de Sustentabilidade na dimensão social para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação à *aceitabilidade social*.....407
Tabela 77 Variação percentual do número de focos de queimadas entre os períodos de 2000-02 à 2001-02 e 2012-02 à 2013-02. 422
Tabela 78 Limitação ao uso dos recursos naturais por unidade geoambiental. 428
Tabela 79 Escala de Beaufort.....431
Tabela 80 Variação percentual do número de focos de queimadas entre os períodos de 2000-02 à 2001-02 e 2012-02 à 2013-02. 437
Tabela 81 Atribuição de pesos de poder decisório aos diferentes agentes. 447
Tabela 82 Dados operacionais e econômicos da fecularia da Coopasub, relativos ao ano de 2011.....454
Tabela 83 Estimativa de Produção de Raízes de Mandioca Entre os Cooperados para os Anos de 2012/2013.....455
Tabela 84 Fatores de competitividade relativos entre a fécula do Paraná, vendida na microrregião sudoeste da Bahia e a fécula da Coopasub. 460
Tabela 85 Meses de maior ocorrência de plantio de mandioca (%) em Belo Campo, Cândido Sales, Tremedal e Vitória da Conquista 467
Tabela 86 Percentual de Precipitação Máxima Mensal (PMM) relativo à Precipitação Média Mensal (PMeM) de Vitória da Conquista 490
Tabela 87 Percentual de Precipitação Máxima Mensal (PMM) relativo à Precipitação Média Mensal (PMeM) de Cândido Sales. 493
Tabela 88 Percentual de Precipitação Máxima Mensal (PMM) relativo à Precipitação Média Mensal (PMeM) de Tremedal. 494

Tabela 89 Percentual de Precipitação Máxima Mensal (PMM) relativo à Precipitação Média Mensal de Belo Campo (PMeM) 496
Tabela 90 Percentual de Precipitação Máxima Mensal (PMM) relativo à Precipitação Média Mensal (PMeM), PMeM e NDC dos 4 municípios da pesquisa 498
Tabela 91 Déficits e excedentes hídricos de Cândido Sales no período de 10 anos.....505
Tabela 92 Déficits e excedentes totais dos meses da estação chuvosa 506
Tabela 93 Balanço hídrico de Cândido Sales, dos primeiros cinco meses do plantio, com dois ou mais meses sucessivos de déficits hídricos sublinhados 511
Tabela 94 Análise física do solo do perfil.....525
Tabela 95 Análise química do solo 525
Tabela 96 Análise química do solo: Micronutrientes 526
Tabela 97 Análise Física. Laboratório de solos da UESB (757FF a 761FF).....530
Tabela 98 Análise Química. Laboratório de solos da UESB (527J a 531J).....530
Tabela 99 Análise Física 533
Tabela 100 Análise Química.....533
Tabela 101 Classificação de solos para o cultivo da mandioca 534
Tabela 102 Terra arrastada pela erosão/ano em função da classe de solo 535
Tabela 103 Tabela de níveis críticos da mandioca.....536
Tabela 104 Parâmetros do solo para conteúdo de matéria orgânica da cultura da mandioca 537
Tabela 105 Teores e disponibilidade de fósforo e potássio para a cultura da mandioca ..
Tabela 106 Fatores externos e internos que influenciam a absorção de potássio 541
Tabela 107 Níveis relativos de pH e percentual de matéria orgânica da cultura da mandioca 550
Tabela 108 Matéria orgânica de solos para outros cultivos 551
Tabela 109 Influência da matéria orgânica nas características químicas de um Latossolo (A) da região de São Carlos (SP) e o mesmo substrato após seis anos (B) de cultivos consecutivos com hortaliças sob estufa agrícola e fertilizado periodicamente com material orgânico: cinzas, estrume de gado, bagaço de cana decomposto por microrganismos fermentadores inoculados, cinza de madeira e palha de arroz utilizada como cobertura morta.....554
Tabela 110 Teores de carbono orgânico e degradação dos solos em contraste com os teores de localidades da área de pesquisa 555
Tabela 111 Teores de salinidade para solos cultivados com mandioca 556
Tabela 112 Valores de condutividade elétrica em 15 amostras da área de pesquisa 556
Tabela 113 Concentração de cálcio (Ca^{++}), potássio (K^{+}), fósforo (P), enxofre (S^{-}), magnésio (Mg^{++}), sódio (Na^{+}), coletada em casas de farinha nos municípios de Cândido Sales (C. S.) e Vitória da Conquista (V. C.), BA. Vitória da Conquista, 2011 559
Tabela 114 Déficits hídricos com 2 meses sucessivos, de C. Sales num período de 10 anos.....600
Tabela 115 Evolução dos focos de queimadas na área de pesquisa.....604
Tabela 116 Índice de Competitividade 605
Tabela 117 Quantidade de hectares desmatados para o uso de lenha nos fornos de processamento (ha/ano).....616

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AAE	Avaliação Ambiental Estratégica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEMS	Atividade Enzimática dos Microorganismos do Solo
AFTSA	Análise Física da Textura do Solo Anual
AIA	Avaliação de Impactos Ambiental
AGENDA 21	Programa de Ação das Nações Unidas
ARM	Armazenamento de Água no Solo
ASA	Articulação do Semiárido
ANA	Agência Nacional de Águas
ANSEA	Towards an Analytical Strategic Environmental Assessment
APDF	Aumento da Produção de Fécula
AQDS	Análise da Fertilidade Química do Solo
AREVC	Ausência de Restrições à Educação e Valor Científico
ARP	Ausência de Restrição à Participação
A_T_Ec_C	Área de Tensão Ecológica com Culturas Cíclica
BASELINE	Linha de Base
BCDS	Balanço de Carbono Orgânico do Solo
BDE	Balanço de Energia
BHNORM	Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite & Mather
CAAL	Casa Americana
CAD	Capacidade de Água Disponível
CÂMARA SETORIAL DA MANDIOCA	Câmara fundada pela Secretaria de Agricultura do Estado da Bahia, SEAGRI, em 2012
CAT	Catalase
CBERS	China Brazil Earth Resources Satellite
CE	Cursos Extras
CEMP	Críticas Existentes aos Métodos de Produção
CENA	Capacitação Específica em Negócios Agrícolas
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CIFOR	Centro para la Investigación Forestal Internacional
CNPq	Centro Nacional de Pesquisas Científicas do Brasil
CNPS	Centro Nacional de Pesquisa de Solos- Embrapa Solos
CNVPP	Corredores naturais de Vegetação Entre Parcelas de Plantio
CO	Carbono orgânico
CO_2	Dióxido de Carbono
CODS	Carbono Orgânico do Solo
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
(CE_{50})	Concentração Média Efetiva
(CL_{50})	Concentração Média Letal
COOPASUB	Cooperativa Mista Agropecuaria dos Pequenos Agricultores do Sudoeste da Bahia Ltda
CPT	Comissão Pastoral da Terra

CRESESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito
CVT	Custo Variável Total
DASI	Distância de Acesso aos Serviços e Infraestrutura
DATUM	Modelo Matemático Teórico da Representação da Superfície da Terra ao Nível do Mar
DBO	Demanda bioquímica de Oxigênio
DDH	Diversidade de Habitat
DEF	Déficit Hídrico
(DL 50)	Dose Média Letal
DIRECTIVE 2001/42 EC	SEA Directive
DPSIR	Driving force, Pressure, State, Impact, and Response
DQ0	Demanda Química de Oxigênio
DTAOM	Diversidade de Diversos Tipos de Alimentos Originados da Mandioca
EAE	Evaluación Ambiental Estratégica
ECOCH	Emissões de CO2, CH4, Óxidos de Enxofre e Material Particulado
ECNS	Entrada de Carbono no Solo
EDE	Entrada Direta de Energia
EEA	European Environment Agency
EMBASA	Empresa Baiana de Saneamento e Águas
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESPM	Escola Superior de Propaganda e Maketing
ETP	Evapotranspiração Potencial
ETR	Evapotranspiração Real
EXC	Excedente Hídrico
FA	Financiamento Agrícola
FADCT	Fundação de Apoio Ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FBB	Fundação Banco do Brasil
FESLM	Framework for the Evaluation of Sustainable Land Management
FDTF	Força de Trabalho Familiar
FLOR_EST_DC_VSAG	FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL E VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA COM AGRICULTURA
FLOR_OMB_MA_VSAG	FLORESTA OMBRÓFILA E VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA COM AGRICULTURA
FLOR_EST_SM_VSAG	FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL E VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA COM AGRICULTURA
FPT	Fator de Produtividade Total
GPS	Sistema de Posicionamento Global
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
I	Índice Calórico
IAC	Instituto Agronômico de Campinas
IAIA	International Association for Impact Assessment
IC	Índice de Competitividade
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IDEA	Indicateur de Durabilité des Exploitations Agricoles
IDG	Índice de Adaptabilidade Agrícola

INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
ÍNDICE DE GINI	Medida de Desigualdade Desenvolvida pelo Estatístico Italiano Corrado Gini
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICDS	Índice de Cobertura dos Solos
IFAD	International Fund for Agricultural Development
IMC	Instituto Mata de Cipó
INSURE	Flexible Framework for Indicators for Sustainability in Regions using Systems Dynamics Modelling
ISAP	Indicator of Sustainable Agricultural Practice
HATPA	Horas Por Ano de Trabalho na Propriedade Agrícola
LANDSAT	Land Remote Sensing Satellite
MATA DE CIPÓ	Nome Regional da Floresta Estacional Latifoliada Caducifólia não Espinhosa.
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial da Colômbia
MESMIS	Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales incorporando indicadores de sostenibilidad
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MMF	Multiscale Methodological Framework
MPA	Movimento dos Pequenos Agricultores
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
MDE	Modelo de Elevação Digital
N	Resultado dos Cálculos do Fotoperíodo
NAP	Nº de Árvores Preservadas na Exploração Animal
NDC	Nº de Dias de Chuva
NDVI	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada
NBR	Denominação de norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)
NEPA	National Environmental Policy Act
NIR	Infravermelho próximo
NTU	Turbidez
CL	CLORETOS
NVMP	Nº de Variedades de Mandioca Perdidas
OCDE	*Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico* ou Econômico
OD	Oxigênio Dissolvido
OECD	The Organisation for Economic Co-operation and Development
OPALC	Observatório de Políticas Públicas da América Latina e do Caribe
PBRC	Produção Bruta / Respiração da Comunidade
PC&I	Princípios, Critérios e Indicadores

POD	Guaiacol Peroxidase
PPP	Planos, Políticas e Programas
PSR	Presure-State-Response
RCP	Relação Consumo/Produção
RIAMF	Relação Imigração Agricultor Membros da Família/Não Imigração
RHS	Risco de Hidrofobicidade do Solo
RRRMG	Relação Renda Recebida por 20%> Ganho e 20%<Ganho Anual
SAFE	Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework
SDE	Saída Direta de Energia
SEI	Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente da Bahia
SENSOR MSS	Sistema detetor, que registra a radiação eletromagnética refletida pelos alvos da superfície terrestre, em quatro faixas ou bandas espectrais.
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SHAPE	Arquivo vetorizado
SH	Stress Hídrico
SSP	Sustainability Solution Space for Decision Making
P	Chuva Total Média Mensal do Local
PEFS	Proporção de Espécies de Flora Selvagem
PERICULOSIDADE	Probabilidade de Ocorrência de um Potencial Fenômeno Negativo.
PIB	Produto Interno Bruto
PMCS	Prefeitura Municipal de Cândido Sales
PMT	Prefeitura Municipal de Tremedal
PMVC	Prefeitura Municipal de Vitória da Conquista
PRADIN	Programa para Apoio Á Tomada de Decisão Baseada em Indicadores Multicritérios
PMeM	Precipitação Média Mensal
PMM	Precipitação Máxima Mensal
PPDCR	Perda da Percepção da Diversidade Como um Recurso
PROJETO RADAMBRASIL	O Projeto Radambrasil, que operou entre 1970 e 1985, e que realizou um amplo estudo integrado do meio físico e biótico das regiões brasileiras.
PROMETHEE II	Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation
PQIM	Propriedades Que Introduziram Maquinário
QBLM	Quantificação da Biomassa Primária Líquida
QR	Quase-Renda
QRT	Quase-Renda Total
RASTER	Denomina-se imagem raster em oposição a vetor, as imagens

	com extensão TIF
RDE	Risco de Erosão
RIA	Relatório de Impacto Ambiental
RISCO	O Imperfeito Conhecimento Aonde as Probabilidades de Possíveis Consequências são Conhecidas
RR	Risco Relativo
RA	Risco Atribuível
RISE	Response-Inducing Sustainability Evaluation
RLF	Renda Líquida Familiar
RLTF	Rendimento Líquido do Trabalho Familiar
RT_t	Receita Total
R	Reflectância do Vermelho
SAD69	South American Datum Adotado no Brasil em 1979.
SBCS	Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
SCREENNING	Seleções de Ações
SCOPING	Definição do Âmbito
SEAGRI	Secretaria de Agricultura do Estado da Bahia
SEDN	Saturação de Espécies de Nematóides
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SS	Sólidos Sedimentáveis
T	Temperatura Média Mensal do Ar)
TD	Tomada de Decisão
TM	Thematic Mapper
TNCPB	Tolerance Limits for Discharge of Trade Effluents
TNEPA	Total Nº de Espécies de Plantas e Animais
UDQ	Uso de Queimadas
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UNCSD	Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas
UNECE	Comissão Económica das Nações Unidas para a Europa
UTM	Universal Transversa de Mercator
VCDS	Vegetação de Cobertura dos Solos
VULNERABILIDADE	Grau de Perda de Qualidade Resultante da Ocorrência do Fenômeno
W	Custo de Oportunidade
Wind Energy Association	Associação de Energia Eólica
World Bank	Banco Mundial
WGS84	Elipsóide de Referência de Origem Geocêntrica

SUMÁRIO

1 A AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA (AAE) COMO FERRAMENTA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EM ATIVIDADES AGRÍCOLAS, TOMANDO COMO REFERÊNCIA A CADEIA PRODUTIVA E O PROCESSAMENTO DA MANDIOCA 36
1.1 SUSTENTABILIDADE 44
1.2 NECESSIDADES DE NOVAS APROXIMAÇÕES À PROBLEMÁTICA DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA (AAE) 55
1.3 OBJETIVOS DA AAE 71
1.4 METODOLOGIA USADA NA AAE 78
1.5 ESTÁGIOS DA AAE 96
1.6 PERTINÊNCIA DO USO DA AAE NO CULTIVO E APROVEITAMENTO INDUSTRIAL DA MANDIOCA 107
1.7 REFERÊNCIAS 116

2 ELENCO DE METODOLOGIAS APLICÁVEIS 122
2.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO E UNIDADES AMOSTRAIS DA PESQUISA 122
2.2 INSERÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM NOS DOMÍNIOS NATURAIS DA ÁREA DE PESQUISA 124
2.3 BASELINE 126
2.3.1 Identificação de temas ambientais, impactos ambientais e objetivos AAE, na etapa de baseline 126
2.3.2 Métodos Usados na descrição da linha de base 129
2.3.3 Tendências futuras do ambiente da pesquisa sem uma AAE 149
2.4 SELEÇÕES DE AÇÕES (*SCREENING*) E ESCOPO (*SCOPING*) 159
2.5 ANÁLISE DE IMPACTOS 164
2.5.1 Desenvolvimento de Cenários 164
2.5.2 Análise de Risco ambiental 169
2.5.3 Análise Multicritério 174
2.5.4 Análise Econômica 178
2.5.5 Indicadores de Sustentabilidade e Critérios 181
2.5.6 Sistema de Informação Geográfica 187
2.6 REFERÊNCIAS 208

3 AVALIAÇÕES DA SUSTENTABILIDADE E SUA RELAÇÃO COM AS QUESTÕES ESTRATÉGICAS DA CADEIA DA MANDIOCA 214
3.1 CADEIA PRODUTIVA DA MANDIOCA: OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO E RECURSOS NATURAIS 214
3.1.1 Ocupação territorial da microrregião sudoeste da Bahia com o eucalipto 230
3.1.2 Recursos Naturais da Microrregião Sudoeste da Bahia 233
3.2 GERAÇÃO DE FLUXOS RESIDUAIS ORIUNDOS DO PROCESSAMENTO DA RAIZ DE MANDIOCA 238
3.2.1 A Manipueira 238
3.2.2 Possíveis usos da manipueira 241
3.2.3 Poluição de corpos d'água causados pela manipueira 243
3.2.4 Uso da manipueira em adubações 247
3.3 OS PROBLEMAS DE AVALIAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DA MANDIOCA 253
3.4 INTEGRAÇÃO DE INDICADORES NA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE 256
3.4.1 Índices Agregados e mapas multicritérios na avaliação da sustentabilidade 256
3.4.2 Elementos necessários para a construção de um mapa multicritério 257
3.5 REFERÊNCIAS 258

4 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: SUA DEFINIÇÃO E AVALIAÇÃO 263
4.1 A AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA (AAE) NO SETOR AGRÍCOLA 263
4.2 OS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE E A AAE 267
4.2.1 A Elaboração do *baseline* como pré-requisito para a construção de indicadores válidos 268
4.3 SELEÇÃO DO MARCO METODOLÓGICO DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE ADAPTADO AO CONHECIMENTO DO CONTEXTO AGRÍCOLA 270
4.3.1 Justificativa da seleção do marco metodológico 278
4.3.2 Ajuste e Adequação dos Indicadores ao Marco Metodológico Escolhido 279
4.3.3 Ponderações 283
4.3.4 Uso de software específico 284
4.3.5 Análise Multicritério 284
4.4 REFERÊNCIAS 287

5 INSTRUMENTOS COMPLEMENTARES 289
5.1 ANÁLISE DE VULNERABILIDADE 289
5.1.1 Definição de Vulnerabilidade 289

5.1.2 Vulnerabilidade de Ecossistemas 289
5.1.3 Vulnerabilidade na agricultura 290
5.1.3.1 Vulnerabilidade à seca 291
5.1.4 Metodologias de avaliação da vulnerabilidade 293
5.1.5 A Análise de Vulnerabilidade através do Sistema de Informação Geográfica (SIG) e do Sensoriamento Remoto (SR) 294
5.1.5.1 O uso do SIG na determinação da vulnerabilidade aos impactos na etapa Baseline da AAE 296
5.1.5.2 O uso do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) na Análise de Vulnerabilidade 298
5.2 ANÁLISE DE RISCO 300
5.2.1 Riscos e Incertezas em Agricultura 300
5.2.2 Análise de Riscos Ambientais/Ecológicos 302
5.2.3 A Probabilidade na Análise de Riscos Ambientais 304
5.2.3.1 A Avaliação Probabilística de Risco 305
5.2.4 O uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG), na análise de riscos ambientais. 306
5.3 ANÁLISE MULTICRITÉRIO APLICADA À SISTEMAS AGRÍCOLAS 311
5.3.1 Conceitos básicos da Análise Multicritério 314
5.3.1.1 Conceitos de Atributos, objetivos, metas e critérios usados em análise multicritério 314
5.3.2 Classificação da Análise Multicritério 315
5.3.3 Caso de estudo, do tipo contínuo, aplicado à demanda de suprimento hídrico de uma determinada comunidade 315
5.3.4 O Ótimo de Pareto 318
5.3.4.1 Escolha entre critérios de TD 319
5.3.5 Técnicas multicritérios usadas na atribuição de pesos aos indicadores de sustentabilidade para ajuda à tomada de decisão em Avaliação Ambiental Estratégica (AAE). 320
5.4 ANÁLISE DE IMPACTO ECONÔMICO 325
5.4.1 Subprodutos da mandioca 325
5.4.2 Estrutura de mercado e concorrência 327
5.4.3 Mercado Concorrencial 327
5.4.3.1 Competição entre fabricantes 328
5.4.3.2 Competição com produtos substitutos 328
5.4.3.3 Competitividade dos amidos, segundo as fontes de matéria-prima 329
5.4.4 Possíveis cultivos substitutos ou intercalados à mandioca 329
5.4.5 Oferta e demanda de matéria prima de mandioca e de fécula 335
5.4.6 Custo de Produção e Demanda 336
5.4.6.1 Conceito de Quase-Renda 336

5.4.6.2 Cálculo da Quase-Renda Total (QR_t)..... 338
5.4.6.3 Índice de Competitividade..... 339
5.4.6.4 Oferta e Demanda 340
5.5 REFERÊNCIAS 340

6 COOPASUB: UM CASO PARTICULAR DE APLICAÇÃO DA AAE 346
6.1 INTRODUÇÃO COOPASUB E SUA POLÍTICA ECONÔMICA SOCIAL E AMBIENTAL..... 346
6.2 PLANO DE AÇÕES DA COOPASUB 350
6.2.1 Planejamento do aumento da área de plantio e da produtividade da mandioca na microrregião sudoeste..... 350
6.2.2 Planificação da oferta de matéria prima com vistas ao suprimento do complexo industrial da Fecularia. 352
6.2.3 Planificação capacidade de produção das casas de farinhas da cooperativa. 355
6.2.3.1 A produção de fécula das casas de farinha da Coopasub..... 357
6.2.3.2 Análise da viabilidade da produção e comercialização da farinha..... 357
6.2.4 Identificação de indicadores de qualidade para a farinha a ser produzida e comercializada pela Coopasub 362
6.2.5 A Cadeia Produtiva e as Medidas de Gestão Ambiental Recomendadas..... 363
6.2.6 Prospecção de novos mercados para os produtos da cooperativa/ Área de atuação da fecularia 371
6.2.7 Acompanhar as licenças ambientais, alvarás e certidões (existência e validade). 372
6.2.8 Projeto industrial: FECULARIA 373
6.2.8.1 Operacionalização/ Obtenção da fécula 378
6.2.8.3 Análise dos impactos ambientais da implantação e funcionamento 380
6.2.8.3.1 Análise da água da fecularia..... 380
6.2.8.3.2 Localização do empreendimento 382
6.2.8.3.3 Atividades do empreendimento..... 382
6.2.8.3.4 Monitoramento de emissões, aterros, efluentes e águas subterrâneas 383
6.2.8.3.5 Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS 383
6.2.8.3.6 O Plano de Gerenciamento de Resíduos Líquidos – PGRL 386
6.2.8.3.7 Tratamento do efluente industrial da Coopasub 388
6.2.8.3.8 Resíduos Líquidos Industriais 388
6.3 REFERÊNCIAS 389

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO 391
7.1 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA A CADEIA PRODUTIVA DA MANDIOCA EM ESCALA REGIONAL NO CONTEXTO DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA (AAE) 391

7.1.1 Indicadores de Sustentabilidade 391
7.1.2 Os indicadores de Sustentabilidade para a AAE 407
7.1.3 Indicadores de Sustentabilidade Agrícola como Ferramenta para a Tomada de Decisão 408
7. 1.4 Considerações 409
7.2 ANÁLISE DE VULNERABILIDADE 411
7.2.1 Capacidade Hídrica 411
7.2.2 Declividade 414
7.2.3 Mapa de Solos 420
7.2.4 Mapa de Desertificação 420
7.2.5 Mapa de Queimadas 422
7.2.6 Mapa de Variações do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) do satélite Landsat 5, bandas 3 e 4, entre 2001-2009 da área de estudo 422
7.2.7 Mapa agregado de Vulnerabilidade Ambiental 426
7.2.8 Mapa de Vulnerabilidade Eólica 429
7.3 ANÁLISE DE RISCO 433
7.3.1 Mapa de Classes de Risco de desertificação 433
7.3.2 Mapa de Risco de erosão eólica 439
7.3.3 Mapa de Risco Ambiental 443
7.4 Análise Multicritério 445
7.5 ANÁLISE DE IMPACTO ECONÔMICO 453
7.5.1 Processamento da raiz da mandioca para produção de amido na Coopasub 453
7.5.1.1 A indústria da Fécula da Coopasub 453
7.5.2 Cálculo da Quase-Renda Total (QR_t), Custo de Oportunidade (W) e do Índice de Competitividade (IC) da Fecularia da Coopasub 457
7.5.3 Custo de Oportunidade 458
7.5.3.1 Cálculo do Custo de Oportunidade 458
7.5.3.2 Cálculo do Índice de Competitividade (IC) 458
7.5.4 Fatores de Competitividade da fécula produzida na Coopasub e a fécula produzida no Estado do Paraná 460
7.6 PLUVIOMETRIA DA ÁREA DE PESQUISA 461
7.6.1 Tipologia Climática da área de pesquisa 466
7.6.2 Eventos agrícolas da mandioca e características de preparo de solo, plantio, calagem e adubação, da área geográfica da tese, influenciadas pela pluviometria 468
7.6.3 Escalonamento Multidimensional 470
7.6.4 Discussão 475
7.6.4.1 Nº de Dias de Chuva – NDC 475
7.6.4.2 Comparação das quatro localidades quanto ao NDC 478
7.6.5 Precipitação Média Mensal – PMeM 480

7.6.5.1 Comparação das quatro localidades quanto ao PMeM.....486
7.6.6 Precipitação Máxima Mensal 487
7.6.6.1 Comparação das quatro localidades quanto à PMM 497
7.6.6.2 Comparação geral dos quatro município da pesquisa.....497
7.6.7 Balanço Hídrico.....500
7.6.8 Balanço Hídrico de Vitória da Conquista.....507
7.6.9 Respostas às perguntas essenciais sobre o clima da área de pesquisa.....508
7.6.9.1 O perfil climático dos municípios da pesquisa é heterogêneo ou homogêneo?.....508
7.6.9.2 Existem diferenças entre os meses secos e de chuvas entre as quatro localidades?.....508
7.6.9.3 Existem diferenças entre as localidades quanto à coincidência do maior período de absorção de nutrientes da mandioca com os meses de chuva?.....509
7.6.9.4 Existem diferenças na área de estudo quanto à distribuição de chuvas?.....509
7.6.9.5 Existem diferenças entre as localidades quanto à severidade da seca?.....509
7.6.9.6 É possível se aumentar o rendimento ou a produtividade da raiz de mandioca nas condições pluviométricas existentes na região?.....510
7.6.10 Sistema de previsão climática para a região de estudo.....512
7.7 ESTUDO DOS SOLOS DEDICADOS A MANDIOCA: PERFIS DE SOLOS 514
7.7.1 Introdução.....514
7.7.2 Perfil do Solo.....517
7.7.3 Metodologia dos Levantamentos.....521
7.7.3.1 Cândido Sales 521
7.7.3.1.1 Caracterização do Perfil de Solo 523
7.7.3.1.2 Descrição Morfológica.....524
7.7.3.2 Tremedal.....526
7.7.3.2.1 Caracterização Geral da Área 527
7.7.3.2.2 Descrição da Classe de Solo 528
7.7.3.2.3 Descrição Morfológica.....529
7.7.3.3 Vitória da Conquista 531
7.7.3.1 Descrição Geral 531
7.7.3.2 DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA 532
7.8 Análise Química dos Solos.....538
7.8.1 Matéria Orgânica dos Solos, Carbono Orgânico 549
7.8.2 Condutividade Elétrica 556
7.9 MANIPUEIRA: RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO E DISCUSSÃO.....557
7.9.1 Conclusões.....576
7.10 REFERÊNCIAS 576

8 CONCLUSÃO E RESULTADOS.....588

8.1 A AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA (AAE) E OS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE 588
8.2 Análise fatores agronômicos 593
8.3 Análise de Vulnerabilidade as queimadas 604
8.4 Análise de Impactos Econômicos 605
8.5 ANÁLISE DE RISCO DE EROSÃO/DESERTIFICAÇÃO E CARBONO ORGÂNICO 607
8.6 PERFIS DE SOLOS DIANTE DO RISCO DE EROSÃO 610
8.7 RESÍDUOS AGRÍCOLAS: MANIPUEIRA 614
8.8 QUANTIDADE DE LENHA DA FLORESTA NATIVA USADA NOS FORNOS DE PROCESSAMENTO DE RAIZ DE MANDIOCA 615
8.9 REFERÊNCIAS 617

9 CONCLUSÕES FINAIS 619

ANEXOS

1. INTRODUÇÃO À AVALIAÇAO AMBIENTAL ESTRATÉGICA COMO FERRAMENTA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA CADEIA PRODUTIVA E PROCESAMENTO DA MANDIOCA

As humanas percepções, a partir do histórico de vivências passadas, da finitude dos recursos naturais do planeta e do frágil equilíbrio dos seus ecossistemas interligados se intensificaram a partir dos anos 1980, se articulando no início da década de 1990 em torno do conceito de desenvolvimento sustentável, no qual as dimensões sociais, ambientais e econômicas passaram a integrar à avaliação dos impactos ambientais.

De acordo com Eccleston (2008), o primeiro relatório de impacto ambiental realizado para a resolução de um problema foi feito no início da década de 1960, nos Estados Unidos, em virtude da proposta da Comissão de Energia Atômica, promovida pelo físico Edward Teller, de detonar no litoral do Alaska uma série de artefatos nucleares. Alarmado com esta hipótese o Congresso americano requereu da Comissão de Energia Atômica uma avaliação de impacto ambiental sobre a proposta. O projeto foi cancelado, em larga medida, devido ao que se convencionou chamar de" primeiro relatório de impacto ambiental de fato". Ainda conforme este autor, em certa medida, este evento foi o precursor, em 1969, da *National Environmental Policy Act (NEPA)*, uma vez que aumentou a crença em setores do governo e segmentos da opinião pública de que algum tipo de política nacional sobre o meio ambiente era necessário. Para Oñate et al. (2002), a promulgação da NEPA pelo congresso dos Estados Unidos, em 1969, constituiu a primeira integração das óticas preventivas frente aos problemas ambientais do desenvolvimento em um marco legislativo de âmbito nacional e introduziu pela primeira vez e preceptivamente, as considerações estratégicas na aproximação dos problemas ambientais. A *NEPA* comporta a incorporação do manejo da *predição* e a *incerteza* como elementos chave. Ao decretar a preparação de uma "declaração detalhada" acerca dos efeitos ambientais de "qualquer recomendação ou informe sobre propostas legislativas e outras ações federais importantes que afetem significativamente ao meio ambiente humano", este documento introduziu a pratica da avaliação de impactos em todos os níveis do processo de tomada de decisões. Isto é, desde as políticas, planos e programas mais precoces e estratégicos até os projetos individuais. A importância da NEPA foi simbolicamente reforçada pelo presidente Richard Nixon, que assinou a lei como "a primeira lei da década de 1970". No seu início, a NEPA regulava apenas o Relatório de Impacto Ambiental e apenas em 1977, publicou-se uma

ordem executiva direcionando o “Council on Environmental Quality” para estabelecer a regulação formal da NEPA. Esta regulação expandia o escopo da lei para cobrir todo o processo da NEPA e não somente o Relatório de Impacto Ambiental (RIA). A aplicação da NEPA, desde o seu início nos anos 1970, encontrou fortes obstáculos entre instituições e sociedade americana e demorou muitos anos para que fosse implantada concretamente aos projetos. A principal razão sugerida por Eccleston para este comportamento seria a “Síndrome do Lúcio”. O lúcio é um peixe que se alimenta vorazmente de outros pequenos peixes. Quando se coloca este peixe num jarro cheio de água, fechado, dentro de um aquário, o lúcio investirá repetidas vezes contra o jarro até ferir a sua cabeça e por fim desistirá e ignorará as suas presas. Caso então se libere os peixes do jarro fechado, deixando-os circular livremente no aquário, o lúcio continuará a ignorá-los. Ele foi condicionado a deixar as suas presas sós e é incapaz de se adaptar à nova situação. Rodeado por alimentos abundantes em torno de si, o lúcio pode finalmente morrer de fome do que optar por atacar a sua presa natural. Para Eccleston, a sociedade americana age em relação à NEPA como o lúcio do experimento.

Os dados sobre a influência do NEPA mostram que mais de 125 países têm copiado ou usado a NEPA como modelo (Eccleston, 2008 apud John Cronin and Robert F. Kennedy Jr).

A Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) aplicada a projetos tem sido, portanto, a ferramenta mais adotada pela maioria dos países do mundo. Ela é definida de acordo com Moreau et al. (2011), como “*um processo sistemático para documentar e avaliar os impactos ambientais causados por um dado sistema (produto ou serviço), avaliando o desempenho de um sistema conforme mecanismos de planejamento e tomada de decisões, tendo em vista a predição e a administração ou manejo dos impactos ambientais*”.

Almeida et al. (2008) assinalam as seguintes limitações das Avaliações de Impactos Ambientais:

- Dificuldades na delimitação espacial e temporal dos efeitos dos impactos ambientais;
- Deficiências instrumentais e metodológicas para prever as respostas dos ecossistemas às atividades antrópicas;
- Dificuldades de mensuração de impactos, uma vez que a natureza quantitativa e qualitativa dos mesmos dificulta o cômputo global dos impactos.
- Dificuldades de se prever a evolução de sistemas complexos como os ecossistemas;
- A ausência de dados anteriores que permitam usar o cálculo de probabilidades associada à predição dos impactos.

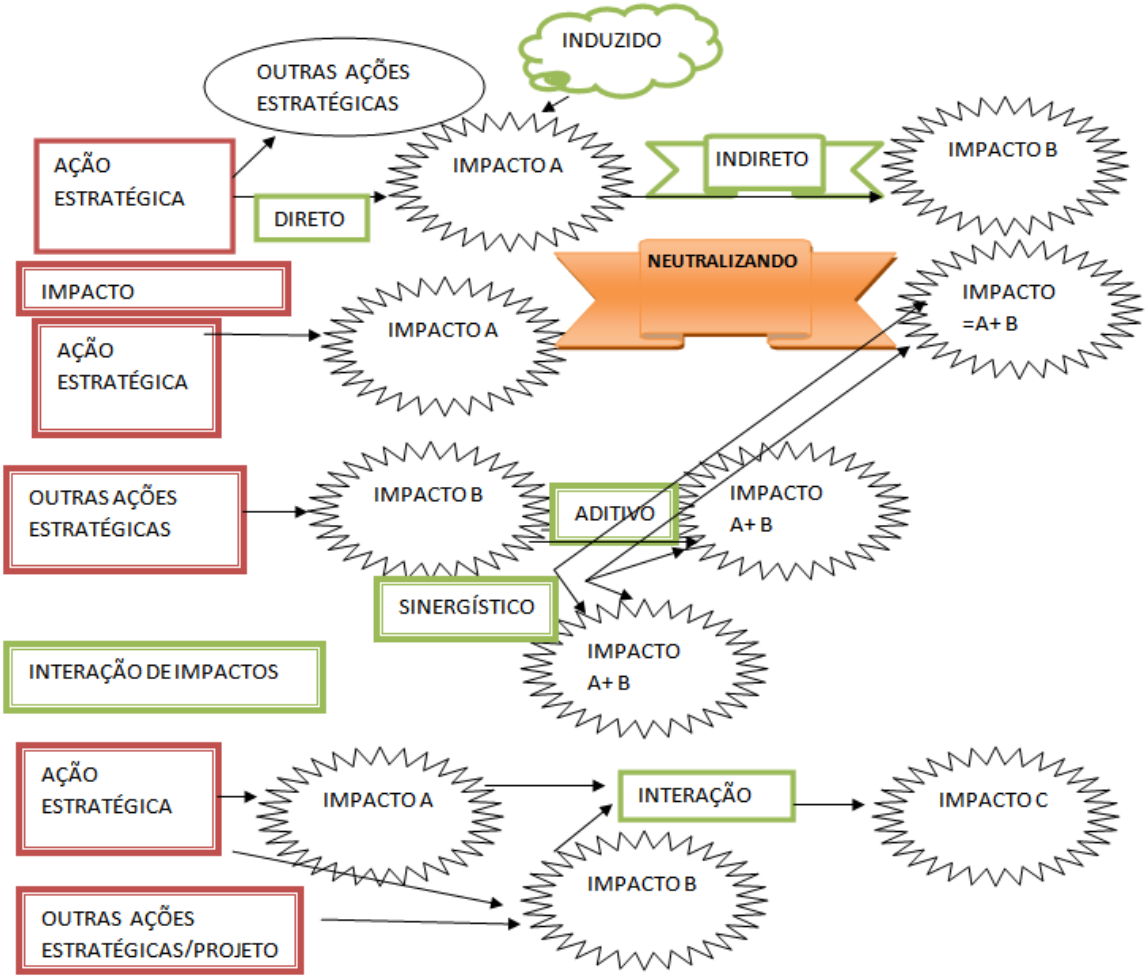
Mesmo sugerindo a incorporação de diferentes profissionais nesta etapa, que poderiam reduzir estas deficiências, esta solução não resolve o impasse, devido a problemas estruturais do método.

Um destes problemas diz respeito à escala temporal aplicada à duração do projeto, em conflito com a duração dos impactos ambientais na escala temporal dos ecossistemas.

A duração média da AIA varia entre 9 e 18 meses, tempo insuficiente para elaborar uma previsão de impactos que considere os seus efeitos cumulativos no ecossistema. Outra limitação da AIA, de acordo com Almeida et al. (2008), é a necessidade de se definir e ampliar a classificação dos impactos para diminuir as confusões terminológicas na avaliação ambiental. Moreau et al. (2011) definem o Impacto ambiental como "*qualquer mudança ambiental, negativa ou benéfica, completamente ou parcialmente resultante de um aspecto ambiental ou uma organização"*. O impacto ambiental é então considerado como o efeito de um aspecto ambiental do qual é parte da atividade que causa este impacto. A definição de impacto cumulativo foi primeiramente definida no NEPA na seção 1508.7 como a soma dos impactos do passado, presente e futuro razoavelmente previsível (Eccleston, 2008). Todas estas definições podem ser consideradas aproximativas em relação à apreensão da complexidade dos ecossistemas. Almeida et al. (2008), assinala outras limitações encontradas nas definições, particularmente na identificação de um impacto ambiental e na própria delimitação do impacto, uma vez que o mesmo se propaga espacial e temporalmente através de uma complexa rede de inter-relações.

Para Moreau et al. (2011), os impactos são classificados em: a-diretos; b-indiretos. O primeiro seria a primeira consequência de uma atividade e o seu resultado pode ser um impacto indireto. Assim existe uma causa-consequência ligando uma relação de tempo entre estas duas categorias. No caso da derrubada de um bosque para plantio de mandioca, o impacto direto seria a própria derrubada da mata, enquanto a erosão e a perda física do solo resultantes da retirada do bosque seriam considerados como impactos indiretos. A figura 1 exemplifica os tipos e interação dos impactos. Para este autor, apenas os impactos diretos estão contemplados na Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). Os demais tipos de impactos não têm sido considerados, em parte porque os desenvolvedores de projetos têm dificuldades e relutam na identificação destes impactos.

Figura 1. Impactos diretos, indiretos, cumulativos e interação de impactos.



Fonte: Adaptado de Therivel, 2004.

Neste contexto, surge a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), que representa uma forma que se convencionou adotar para identificar o processo formal de avaliação, o mais cedo possível dos impactos ambientais de decisões tomadas em políticas, planos e programas (Partidário 2007).

Conforme o ICEM (2009), muitas estratégias e planos têm ocasionado amplas implicações ambientais que não são adequadas ou eficentemente capturadas no contexto de um projeto específico de avaliação ambiental. A Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), no qual incluem avaliações de impactos cumulativos, identificam questões estratégicas mais amplas, normalmente relatadas para mais de um projeto, e define formulações para manejá-las. As AAEs seguem passos semelhantes as AIAs, mas têm um limite bem maior em termos de tempo, espaço e conteúdos abordados. As AAEs funcionam como um horizonte de cobertura de análise

que alimentam as AIAs mais específicas, melhorando a sua qualidade. Quando orienta um plano de desenvolvimento, as AAEs podem levar a revisões e ajustes do plano e sua implantação, incluindo extensas áreas (ex: bacias de rios), mitigações de setores mistos, inovações para arranjos institucionais, e modificações no planejamento e procedimentos de gestão. Para Caratti et al.(2004), a introdução da AAE amplia os objetivos e princípios da AIA para um patamar superior, em nível pré-projeto de tomada de decisão. A AAE permite um importante e novo significado da análise e direcionamento dos efeitos ambientais de políticas, planos, programas e outras propostas de ação estratégica. Todos os envolvidos na prática da AIA devem ter um conhecimento da AAE: "o que é ", " por que tem surgido" e "como a AAE contribui para direcionar a tomada de decisão em apoio da proteção ambiental e do desenvolvimento sustentável".

A Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), portanto, pode ser definida de acordo com (Pizella, 2010, apud Therivel, 2004), como:

> um processo sistemático de avaliação das consequências ambientais de políticas, planos e programas propostos com intuito de garantir que as mesmas estejam completamente incluídas nos estágios iniciais apropriados da tomada de decisão, em conjunto com considerações econômicas e sociais (PIZELLA, 2010)".

Ou conforme a OCDE (2007), como:

> uma gama de enfoques analíticos e participativos que buscam integrar as considerações ambientais aos planos, políticas e programas e avaliar as interconexões com as considerações econômicas e sociais (OCDE, 2007).

De acordo com Partidário (2007), a AAE deve ser: integrada, orientada para a sustentabilidade, focada, verificável, participativa e interativa. Para esta autora, uma abordagem estratégica está fortemente ligada ao conceito de **ciclo de decisão**. Este conceito de ciclo estabelece uma noção de **continuidade** em que decisões estratégicas (de priorização, planejamento, escolha ou execução) são tomadas sucessivas vezes ao longo de um processo de planejamento e programação, em momentos críticos do processo de decisão (janelas de decisão). O desenvolvimento de novas estratégias resulta de uma reanálise, ainda que informal, de estratégias anteriores, em face de cenários de evolução e objetivos prioritários, influenciando assim o ciclo seguinte de planejamento ou programação. Esta noção de continuidade é crucial na AAE, uma vez que o seu objeto de avaliação é um processo contínuo e interativo. Para melhor influenciar um processo de decisão (seja de planejamento ou programação) a AAE deve partilhar este comportamento de continuidade. Daí a referência de que a AAE é um instrumento

que se exprime na forma de um processo que deverá acompanhar o planejamento e a programação. A AAE atua preferencialmente sobre o processo de concepção e elaboração de políticas, planos e programas, e não sobre o seu resultado, facilitando a integração das questões de ambiente e sustentabilidade. Para aumentar a sua eficácia a AAE deverá adaptar-se estrategicamente ao processo de decisão, seguindo o designado modelo de AAE centrado na decisão (Partidário, 2007).

Para Cassatella et al. (2011) o princípio da AAE é simples: o sistema ambiental deve ser avaliado antes do plano/programa, durante e no final do período de validade do mesmo com o objetivo de retroação e aprendizado. Em geral, o relatório ambiental tem se tornado um instrumento chave para políticas de sustentabilidade usada em nível global por organizações como Nações Unidas e OECD. Na União Europeia estes princípios estão intimamente associados com políticas urbanas ou de agricultura. De fato, as contribuições e incentivos são concedidas como um requisito para o monitoramento dos efeitos diretos e indiretos sobre o ambiente. O monitoramento na AAE é considerado, portanto, uma atividade integrada ao manejo dos recursos ambientais.

Para MCCLUSKEY & JOÃO (2011), uma das funções do processo de AAE é a identificação e melhoria dos impactos ambientais positivos de uma ação estratégica. O que pode se referir, por exemplo, a melhoria da biodiversidade, dos ecossistemas (como também do solo, água e ar), características da paisagem, espaços verdes e herança cultural ou histórica. O principal objetivo do processo de AAE, para estes autores, no entanto, é ajudar os tomadores de decisão a integrar ambiente e sustentabilidade dentro dos Planos, Políticas e Programas (PPP), definidas de acordo com a OCDE (2007) da seguinte forma:

> *Política*: um curso de ação geral, ou uma direção genérica proposta, que um governo adota ou adotará e que orienta a tomada de decisão permanente.
> *Plano*: Uma estratégia ou desenho que busca um resultado e está orientado ao futuro, frequentemente com prioridades, opções e medidas coordenadas que detalham e executam a política.
> *Programa*: Uma agenda coerente e organizada, referente a compromissos, propostas, instrumentos e atividades que detalham e programam a política.

Estes autores concordam com Herrera e Madriñán (2008) que afirmam que o objetivo da AAE não é o efeito do planejamento sobre o meio ambiente, mas sim lograr modelos de planejamento que tenham um maior potencial de desenvolvimento efetivo dos objetivos ambientais e de sustentabilidade.

A necessidade da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), conforme Oñate et al (2002), ocorre devido ao reconhecimento implícito das limitações da AIA de projetos individuais para

avaliar ambientalmente as opções estratégicas de nível superior. Este autor observa que originalmente a avaliação de impactos foi concebida para ser aplicada a todos os níveis e o mais cedo possível. A tardança em iniciar o procedimento de avaliação tem provocado a falta de efetividade da AIA para cobrir todas as necessidades derivadas dos impactos estratégicos.

A figura 2 mostra as comparações entre AAE e AIA.

Figura 2. Comparações da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) em contraste com a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA).

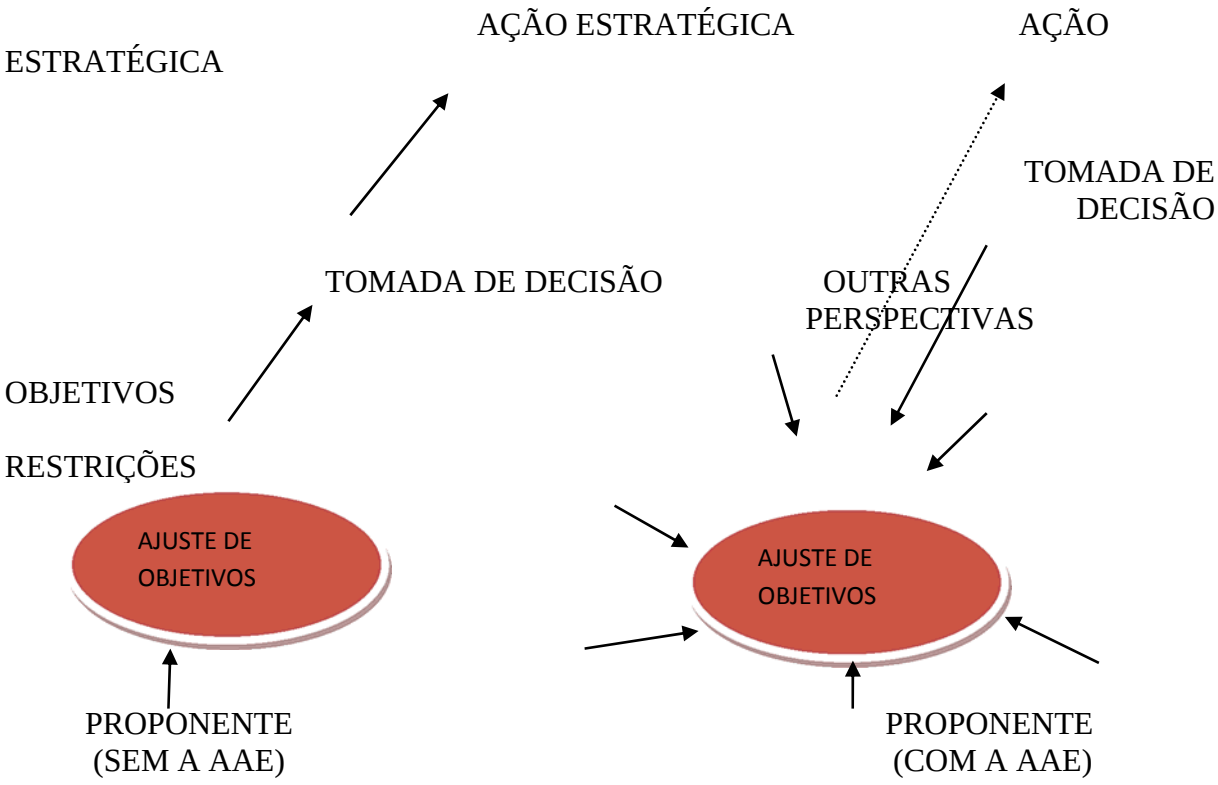


Fonte: Adaptado de Pizella (2010).

Além das vantagens mostradas na figura 2, outras vantagens da AAE podem ser citadas. Para Therivel (2004), a AAE é uma ferramenta para melhorar a ação estratégica. A ação estratégica pode ser modificada como resultado da AAE, com diferentes objetivos e com

diferentes significados destes objetivos, assim como diferentes formas de efetivação. Isto sugere que a AAE pode ser iniciada previamente para ser integrada ao processo de tomada de decisão, focando sobre possíveis alternativas e modificações da ação estratégica. Ademais a AAE promove a participação de outros grupos no processo de tomada de decisão. Essencialmente a AAE expande os objetivos dos tomadores de decisão com foco além dos objetivos iniciais, como por exemplo, a sustentabilidade e os problemas ambientais. A figura 3 exemplifica esta diferença.

Figura 3. AAE como um processo dinâmico de tomada de decisão



Fonte: Therivel, 2004.

A consideração dos impactos globais é outra vantagem da AAE. Onãte (2002) define estes impactos como "*o conjunto de efeitos ambientais significativos derivados das atividades humanas, que contribuem para agravar alguns dos problemas de âmbito planetário e cujo enfoque requer a colaboração de todos os países*". Entre estes impactos se incluem:

- A intensificação do aquecimento global;
- A destruição da camada de ozônio;

- A crise da Biodiversidade;
- O abuso da exploração dos recursos naturais;
- A contaminação antropogênica da água, ar e solo.

Todos estes impactos são considerados pela AAE, enquanto a consideração e prevenção dos impactos globais em alcance e conteúdo da AIA de projetos individuais resultam claramente inapropriados. (Oñate et al, 2002).

Embora a AAE tenha sido primeiramente introduzido na *National Environmental Policy Act* (NEPA), a sua implantação permaneceu limitada até 2001. Somente a partir da Directive 2001/42 EC conhecida como "SEA Directive" [1] tem aumentado o uso da AAE em muitos países em desenvolvimento (Wirutskulshai *et al*. (2011).

1.1 Sustentabilidade

O informe Brundtland definiu "desenvolvimento sustentável" como "um desenvolvimento que satisfaça as necessidades do presente sem por em risco a capacidade das gerações futuras para atender as suas próprias necessidades". De acordo com Edwards (2005), este relatório ajudou também a definir dois significativos caminhos para a sustentabilidade: 1. Criou a primeira estrutura para combinar ações para proteger o sistema de suporte de vida do planeta, enquanto promovia objetivos econômicos e justiça social; 2. Estabeleceu a primeira articulação da chave para a sustentabilidade contemporânea: a importância de avaliar qualquer iniciativa proposta com referência à interação de três critérios fundamentais: ecologia/ambiente, economia/emprego, justiça social/igualdade. Posteriormente, a Conferência da Terra gerou diversos acordos históricos sobre vários princípios chave relacionados com o desenvolvimento sustentável, dentre os quais se podem citar:

- O desenvolvimento econômico e a proteção ambiental devem estar integrados;
- Deve haver uma maior equidade interna dos países e entre os países ricos e pobres;
- Se deve melhorar o conhecimento científico e técnico relacionado com o desenvolvimento sustentável;

[1] Diretiva 2001/42/EC (melhor conhecida como SEA DIRECTIVE) inclui planos e programas para "agricultura, florestas, energia, indústria, transporte, manejo de resíduos, telecomunicações, turismo, planejamento de cidades e países ou, o uso do solo e o ajuste do sistema para futuros projetos listados nos Anexos I e II da Diretiva 85/337/EEC, ou em vista dos prováveis efeitos locais, tenham sido requeridos uma avaliação conforme o Art. 6 ou 7 da Diretiva 92/43/EEC [Diretiva de Habitação] (Art.3.2). (Cassatella et al.2011).

- Os governos devem proteger os cidadãos de problemas ambientais;
- O contaminador deve pagar para restaurar os danos provocados ao meio ambiente;
- Devem-se levar a cabo estudos de impacto ambiental antes de empreender projetos que sejam susceptíveis de gerar consequências ambientais negativas.

Após esta conferência foi realizado em nível internacional, vários acordos e planos relacionados com o desenvolvimento sustentável:

- A Agenda 21, plano de ação para avançar no compromisso com os princípios do Rio 92;
- A meta quantificável 9 dos "Objetivos de Desenvolvimento do Milênio", que consiste em assegurar que os princípios do desenvolvimento sustentável estejam incorporados nas políticas e programas nacionais para investir a perda dos recursos do meio ambiente;
- A convenção Marco das Nações Unidas sobre as mudanças climáticas.

A ideia de desenvolvimento sustentável se articula, portanto, num tripé de três dimensões: econômica, social e ambiental. Em relação à dimensão ambiental, a mais importante do presente trabalho de pesquisa, existe de acordo com Edwards (2005), três questões cruciais para a compreensão da sustentabilidade:

- A perspectiva de curto prazo versus a de longo prazo;
- Uma compreensão fragmentada ou sistêmica da indispensabilidade do ecossistema para a viabilidade da existência humana;
- O conceito de estabelecimento de limites para o impacto humano que os ecossistemas podem suportar.

Neste contexto, o conceito de **serviços de ecossistema** e **capacidade assimilativa** para absorção de impactos deste sistema assume um papel significativo para a sustentabilidade.

Conforme Schmitz (2010), a sustentabilidade ambiental se baseia no pressuposto de que o ecossistema é um complexo sistema que contém muitos diferentes agentes que interagem direta e indiretamente em interconexões e redes interdependentes. Ecossistemas são considerados, portanto, complexos sistemas adaptativos no qual há uma perpétua retroalimentação em circuito no qual propriedades de níveis tróficos modificam diversas interações e produzem novas propriedades emergentes, complexificando ainda mais o sistema.

Os ecossistemas são, por conseguinte, um modelo útil na identificação de níveis de complexidade necessária para considerar modernas questões de sustentabilidade.

A pesquisa formal sobre sustentabilidade ambiental tem como objetivo a estabilidade ecológica. Estabilidade, no entanto, pode ser definida e quantificada numa diversidade de caminhos, a depender do objetivo da pesquisa. Em todo caso, as definições relevantes para a sustentabilidade ambiental podem ser agrupadas em três grandes categorias:

- Persistência: um sistema é considerado altamente sustentável se puder ser mantido em funcionamento por longo prazo;
- Confiabilidade: um sistema é altamente sustentável se houver uma pequena variação ou flutuação nos níveis de função;
- Resiliente: um sistema é altamente sustentável se ele puder resistir aos distúrbios ou se adaptar rapidamente em resposta a estes distúrbios.

Para que a ideia do Desenvolvimento Sustentável seja adotada, muitas questões que dão base à sociedade ocidental poderão ter que ser rediscutidas. Uma delas é a de que a solução para a maior parte dos problemas humanos requer uma solução técnica.

Outra questão, presente na região geográfica desta pesquisa, é a relação entre pobreza, economia e meio ambiente e as suas implicações para a sustentabilidade. Para o World Bank (2008), crescimento econômico, pobreza e meio ambiente estão fortemente relacionados. Investimentos para aumentar o crescimento econômico são importantes para reduzir a pobreza, mas na ausência de medidas de mitigação adequadas, certos tipos de investimentos, como infraestrutura em larga escala, podem tornar as pessoas mais pobres. Relações entre pobreza, crescimento e meio ambiente são complexas e se movimentam em ambas as direções.

Os custos associados com a degradação ambiental, como por exemplo, a perda de nutrientes de solo por erosão não controlada, ocasionando redução da produtividade, resulta em baixas taxas de crescimento econômico. Por conta disto, populações são empobrecidas e forçadas nestas circunstâncias, pelo declínio da base dos recursos naturais, a aumentar a degradação do meio ambiente. Conforme Barkin (2005) se descobre no presente que a mesma acumulação de riqueza das nossas sociedades, cria pobreza e se os pobres sobrevivem em condições sub-humanas e são forçados a contribuir para a degradação ambiental, o fazem por falta de alternativas. Por esta razão, segundo este autor, a busca da sustentabilidade implica uma estratégia moderna dual: por uma parte, deve-se facilitar às populações o fortalecimento de suas

próprias organizações, ou a criação de novas, utilizando os seus escassos recursos em busca de uma solução autônoma para os seus próprios problemas.

Por outro lado, uma estratégia de desenvolvimento sustentável deve contribuir para o surgimento de um novo pacto social, cimentado no reconhecimento de que são essenciais a erradicação da pobreza e a incorporação dos desamparados dentro de uma estrutura produtiva mais diversificada. Pereira et al. (2006), em um estudo que analisa os efeitos ambientais de diversos instrumentos relacionados com a luta contra a pobreza, identificam sete relações entre pobreza e meio ambiente.

De acordo com Pereira et al. (2006), existe uma relação crítica entre a degradação dos recursos naturais, especialmente do solo, água e vegetação e as situações de fome e pobreza. Esta situação se agrava no caso das zonas rurais, donde esta relação segue sendo majoritária como consequência da dependência direta dos recursos. A população pobre não só é consumidora ativa como sofre diretamente as consequências de qualquer processo de degradação porque normalmente não vai dispor de alternativas.

Um exemplo é a dificuldade que terá uma comunidade rural com suas fontes de água potável deterioradas ou esgotadas, como indica a foto da figura 4, localizada numa das localidades geográficas desta pesquisa.

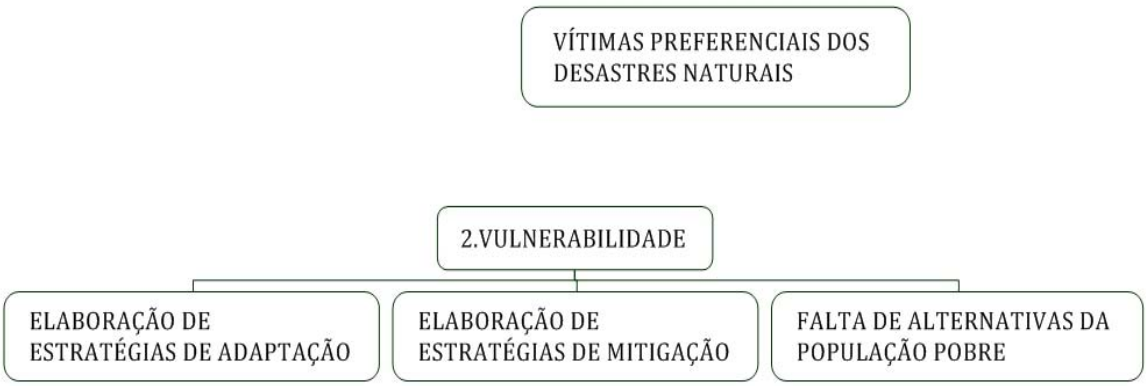
Figura 4. Exemplo de falta de acesso à água potável. Área agrícola do Município de Tremedal-Bahia-Brasil.



Fonte: Elaboração própria, 2013.

Em definitivo, quando os recursos se deterioram as faltas de opções fazem estas populações serem significativamente vulneráveis aos seus efeitos, conforme pode ser visto com a segunda relação crítica, indicada na figura 5.

Figura 5. Relação crítica entre a vulnerabilidade das populações e a destruição dos recursos naturais.

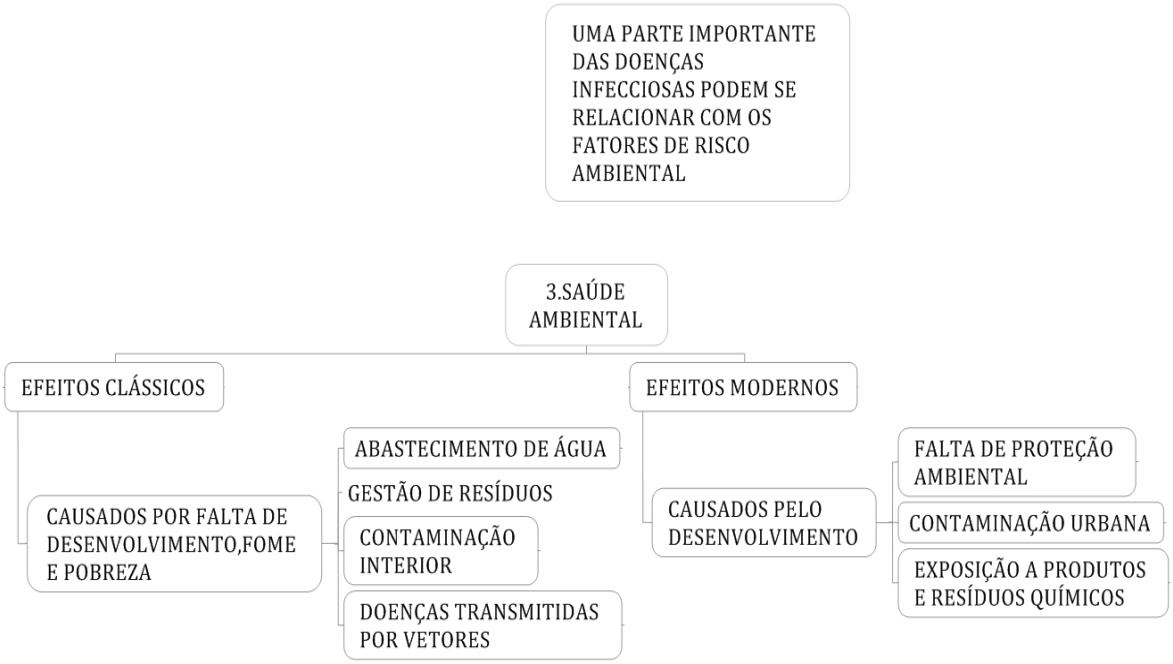


Fonte: Pereira *et al*., 2006.

De acordo com Pereira et al. (2006), a maior parte das vítimas dos desastres naturais tem lugar nos países mais pobres e com maior proporção de pessoas afetadas pela fome. Considerar a vulnerabilidade da população é vital para elaborar estratégias de mitigação e adaptação.

A terceira relação crítica entre saúde ambiental e meio ambiente é apresentada na figura 6.

Figura 6. Relação crítica entre saúde ambiental e destruição dos recursos naturais

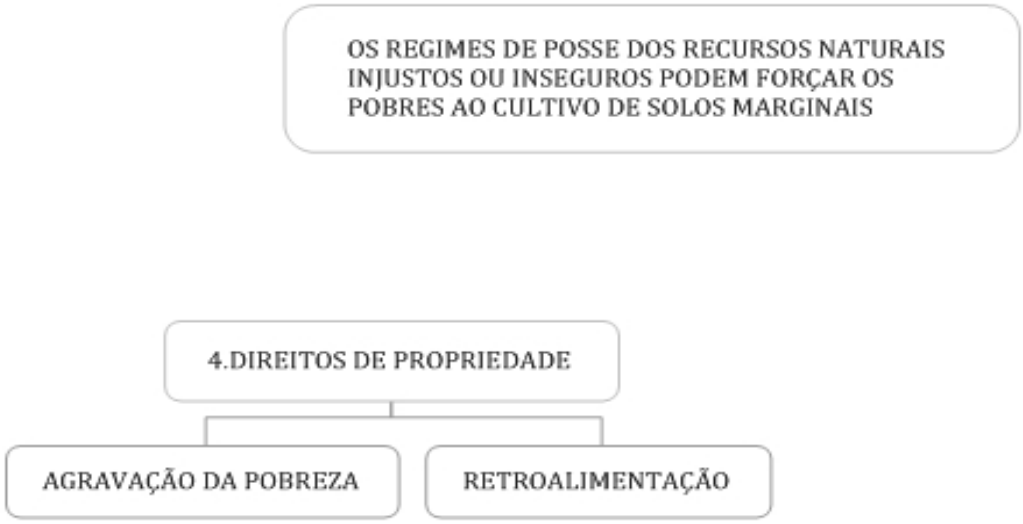


Fonte: Pereira *et al*, 2006.

Para Pereira et al. (2006), uma parte importante das doenças infecciosas podem se relacionar com os fatores de risco ambiental. Conforme pode ser visto na figura 6, os problemas de saúde vinculados às condições ambientais se classificam em dois grupos, os considerados clássicos causados pela falta de desenvolvimento, a fome e a pobreza (problemas de abastecimento de água, gestão de resíduos, contaminação interior e doenças transmitidas por vetores). A estes se somam outros problemas modernos causados pelo desenvolvimento e relacionados com a falta de proteção ambiental, como por exemplo, a contaminação urbana ou a exposição a produtos e resíduos químicos.

A quarta relação crítica entre os direitos de propriedade e a destruição do meio ambiente é mostrada na figura 7.

Figura 7. Relação crítica entre direitos de propriedade e destruição dos recursos naturais.



Fonte: Pereira *et al.*, 2006.

Os regimes de posse dos recursos naturais injustos ou inseguros podem forçar os pobres ao cultivo de terrenos marginais, aspectos que se relacionam com a degradação dos recursos naturais. Os efeitos indiretos têm a ver com o agravamento das condições de pobreza, com o consequente efeito de retroalimentação.

Impostos e incentivos influem sobre o uso dos recursos naturais e as emissões do meio ambiente. Por exemplo, determinados impostos podem favorecer o uso de tecnologias limpas e o contrário, tecnologias mais contaminantes. Esta relação crítica é exposta na figura 8.

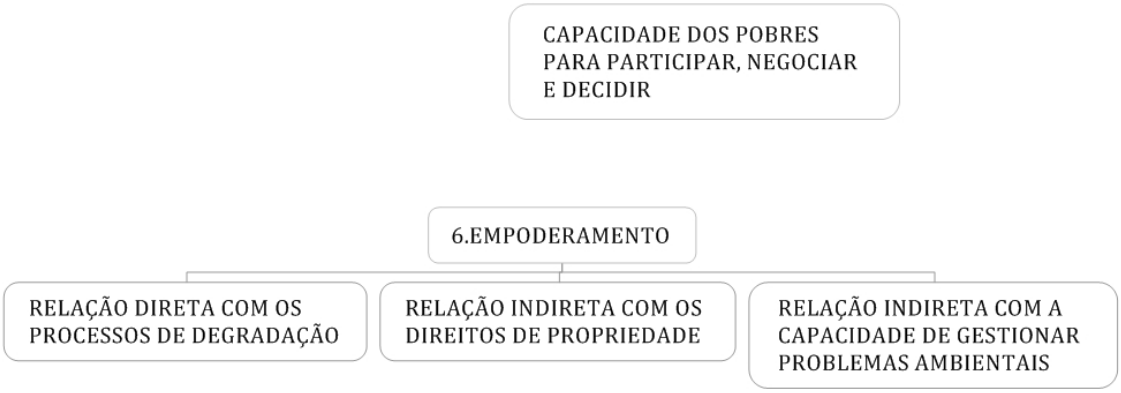
Figura 8. Relação crítica entre impostos e incentivos e a destruição dos recursos naturais.



Fonte: Pereira *et al*., 2006.

A sexta relação crítica entre pobreza e meio ambiente é o empoderamento, mostrado na figura 9.

Figura 9. Relação crítica entre empoderamento e destruição dos recursos naturais

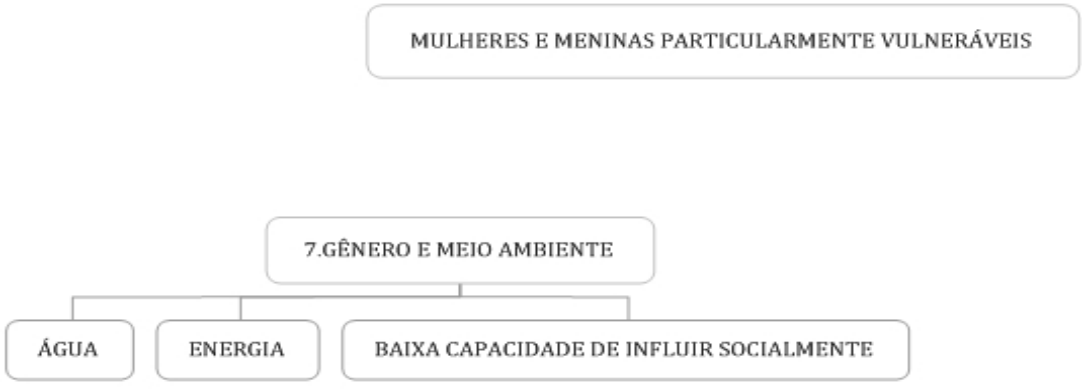


Fonte: Pereira et al., 2006.

A capacidade dos pobres de participar, negociar e decidir em todos os aspectos relacionados com suas próprias vidas se relaciona diretamente com os processos de degradação e indiretamente com outros aspectos como a distribuição dos direitos de propriedade e a capacidade de gerenciar problemas ambientais.

A sétima relação crítica entre gênero e meio ambiente e destruição dos recursos naturais é apresentada na figura 10.

Figura 10. Relação crítica entre gênero e meio ambiente e a destruição dos recursos naturais.

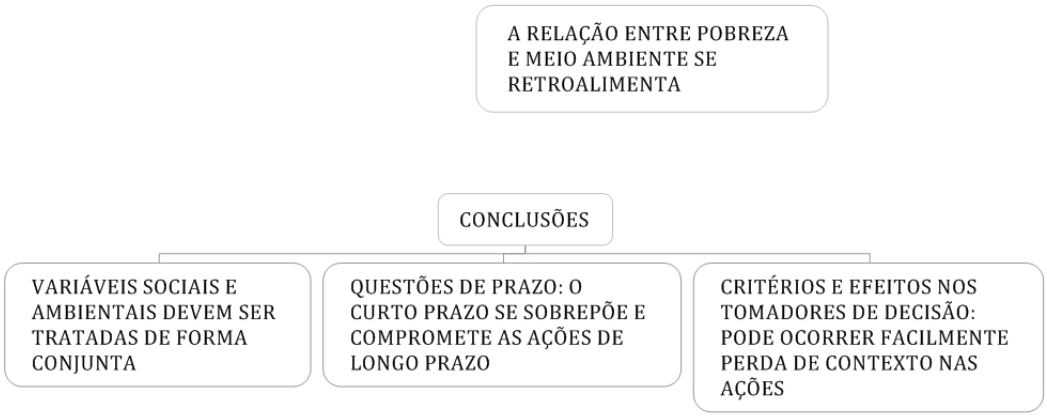


Fonte: Pereira *et al.*, 2006.

Em relação à figura 10, as mulheres e meninas são particularmente vulneráveis à degradação ambiental, especialmente nos aspectos relacionados com o abastecimento de água e energia. Também há uma relação indireta por sua capacidade em participar e decidir, tanto socialmente como dentro das famílias.

As conclusões retiradas das sete relações críticas entre pobreza e meio ambiente são mostradas na figura 11.

Figura 11. Conclusões entre as sete relações críticas da pobreza e meio ambiente.



Fonte: Pereira *et al.*, 2006.

Para Pereira et al. (2006), a figura 11 indica que a relação entre pobreza e meio ambiente se retroalimenta. Uma situação de deterioração ambiental gera mais pobreza e isto pode fazer com que aumente a pressão sobre os recursos naturais. Esta situação pode ainda estar ligada a um contexto de vulnerabilidade ou risco. As variáveis sociais e ambientais devem ser tratadas de forma conjunta. Uma divisão injusta do solo, a eliminação de modelos de cultivo compatíveis com a sobrevivência destas populações ou um crescimento insustentável, por exemplo, gerarão em médio prazo efeitos iguais ou superiores em magnitude. Para os autores citados, estes aspectos vêm condicionados por dois fatores que se complicam, quando não impedem, uma adequada consideração destas relações nas estratégias de desenvolvimento:

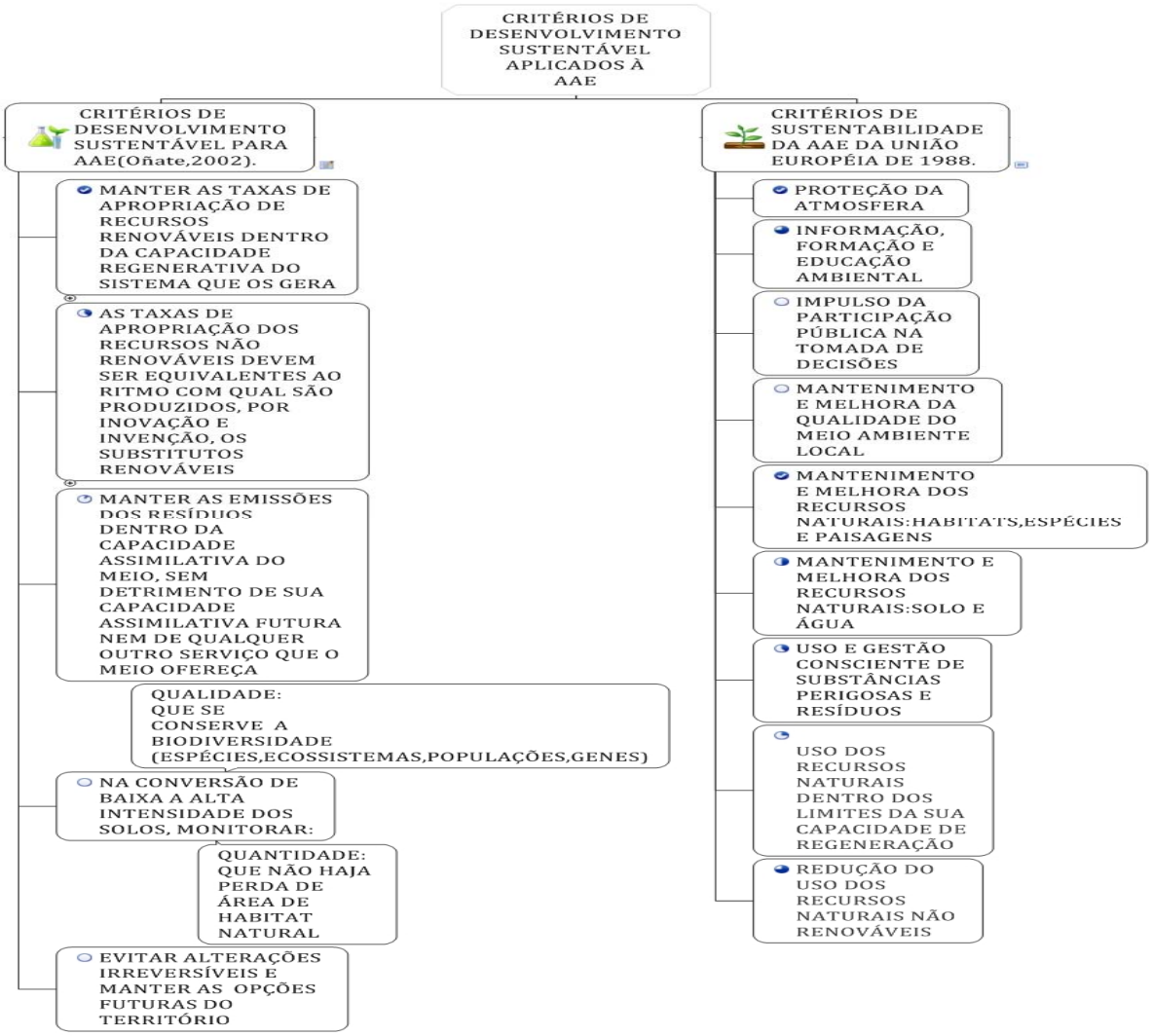
- Questão do prazo. Sempre se há identificado o desenvolvimento sustentável como uma visão de progresso em longo prazo, porém nas ações necessárias e paliativas no curto prazo ocorre uma competição dos recursos já escassos com aqueles que poderiam gerar estabilidade no longo prazo. Neste cenário descrito haveria uma forte tendência em

continuar pelo caminho da insustentabilidade no sentido de contornar uma situação de crise social comprometendo as possibilidades de reconduzir a situação no futuro.

- Critérios e efeitos nos tomadas de decisões. Ocorrem situações no qual os mais pobres não têm a capacidade de atuar de forma eficaz e autônoma para resolver os seus próprios problemas. A participação de organismos internacionais e agências de cooperação, com os seus próprios critérios e padrões podem deslocalizar o contexto da ação estratégica fazendo com que os cidadãos e as autoridades locais tenham uma menor capacidade de decisão. Estes autores citam como exemplo a situação na qual a lógica existente num mercado globalizado, em nível local pode ter efeitos ambientais praticamente irreversíveis e consequências sociais extremamente graves.

Os critérios do Desenvolvimento Sustentável que podem ser aplicados à AAE, são mostrados na Figura 12.

Figura 12. Critérios de Desenvolvimento Sustentável aplicados à Avaliação Ambiental Estratégica.



Fonte: Oñate et.al (2002).

A Avaliação Ambiental Estratégica, conforme Pereira et al. (2006), na medida em que incorpora a sustentabilidade, adquire peso na elaboração de qualquer estratégia, plano ou política relacionada com a luta contra a pobreza. De acordo com o World Bank (2008) a AAE tem sido usada, gradativamente, em temas de custos ambientais e redução de pobreza.

Theesfeld et al. (2011) citam que no curso da avaliação do progresso da implementação do Programa de Ação das Nações Unidas – Agenda 21, a Comissão de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (UNCSD), definiu sustentabilidade como tendo quatro dimensões. Além das dimensões econômicas, sociais e ambientais, “instituições” são definidas como a quarta dimensão da sustentabilidade. Ver figura 13.

Figura 13. A quarta dimensão da sustentabilidade.



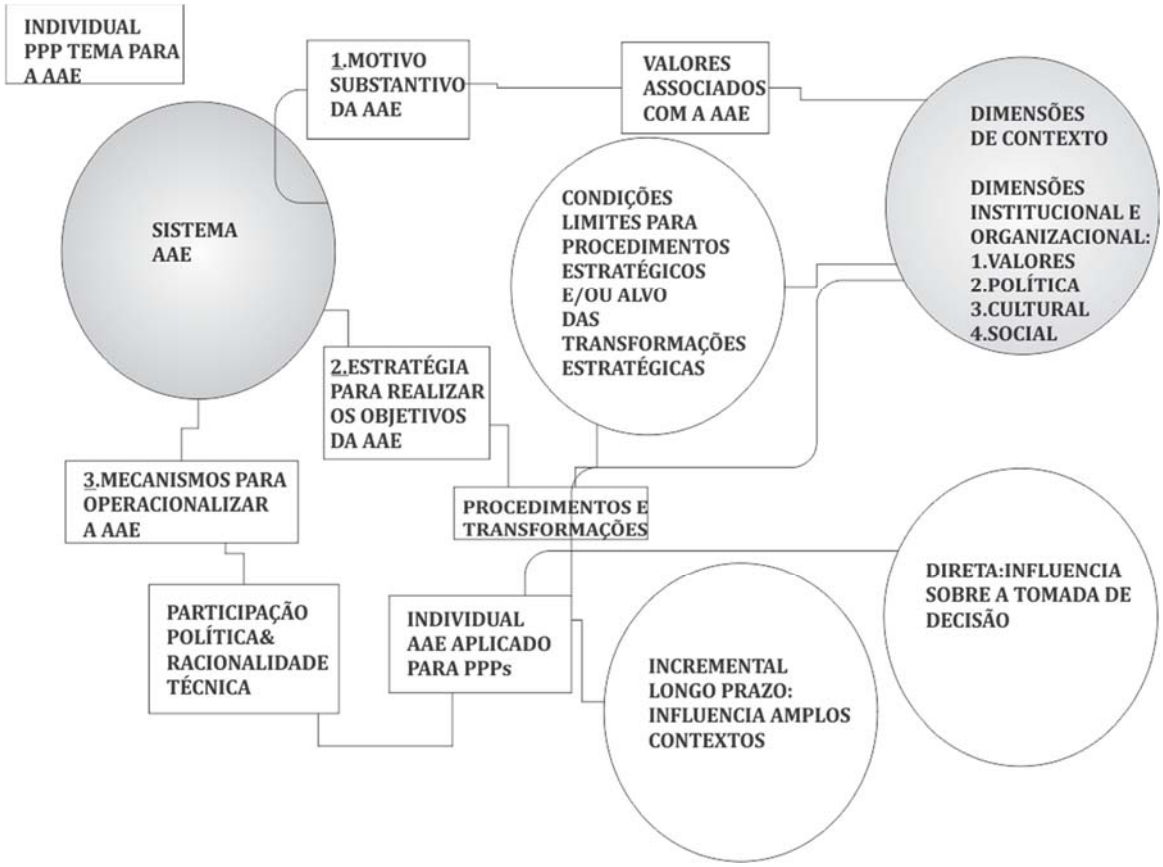
Fonte: Theesfeld *et al*, 2011.

Para este autor, a quarta dimensão da sustentabilidade representa uma importante mudança para integrar completamente os objetivos econômicos, sociais e ambientais da sustentabilidade.

1.2 NECESSIDADES DE NOVAS APROXIMAÇÕES À PROBLEMÁTICA DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA (AAE)

De acordo com Bina (2008), duas décadas de prática da AAE têm mostrado que a boa informação apenas, embora essencial, não necessariamente conduz aos melhores planos e as melhores escolhas. Refletindo sobre os aperfeiçoamentos que a AAE necessita, esta autora propõe explorar o conceito e a pratica da AAE de uma perspectiva sistêmica e de um contexto especifico e sugere caminhos para fortalecer a efetividade da prática, incluindo a dimensão estratégica que ela envolve, estruturada sobre três elementos: o motivo substantivo e os valores associados com a AAE; as estratégias escolhidas para realizar os objetivos da AAE e. os mecanismos para operacionalizar a AAE (ver Figura 14).

Figura 14. A AAE como um sistema de contexto específico



Fonte: Bina, 2008.

Bina define o primeiro elemento, motivo substantivo da AAE, como “a recuperação da intenção original da avaliação ambiental: promover mudanças para induzir racionalidade ecológica dentro do sistema de governança”. O segundo elemento refere-se a diferentes hipóteses feitas sobre valores e racionalidades que informam as políticas e elaboração do plano, as características estruturais do contexto de decisão. Neste caso, a autora sugere duas estratégias:

1. Estratégia processual, no qual descreve a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) como um processo racional sistemático que procura influenciar a formulação da Política, Plano e Programa (PPP) específica;

2. Estratégia transformativa que descreve a AAE como um processo político intencional planejado para modificar as formas de decisão e induzir aprendizado sobre valores ambientais em instituições, organizações e sociedade civil. Este elemento liga intrinsecamente a AAE ao contexto específico: a ideia de que o sistema AAE é influenciado e pode influenciar o contexto no qual é aplicado.

O terceiro elemento afeta os mecanismos recomendados para operacionalizar a AAE, tais como: política, métodos dialógicos e participativos e os instrumentos técnico-racionais. Juntos, os três elementos capturam as dimensões sistêmicas e estratégicas da AAE.

Esta autora recomenda que na aplicação da AAE se maximize as sinergias entre os métodos técnicos e políticos, evitando-se a polarização e o debate entre os dois tipos de métodos. A aplicação mais apropriada da AAE seria a combinação das duas tipologias. Contudo, apesar da sua importância, a relação entre avaliação, planejamento e o seu contexto é raramente definido em termos explícitos.

Outras recomendações, portanto, são feitas com o objetivo de aportar melhorias no processo da AAE. Haq (2004) sugere os seguintes aperfeiçoamentos:

- O processo de formulação do PPP deve ser exequível;
- Iniciar a AAE com uma "checagem da realidade" que reconheça que: a) avaliação é parte de um amplo processo; b) o objetivo da AAE não é produzir um estudo, mas relatar decisões; c) integrar preocupações ambientais é provavelmente envolver mudanças na cultura organizacional; d) consumir tempo na preparação da AAE é um investimento que é recuperado depois;
- Como regra operacional, certificar-se de que a especificidade das avaliações corresponde ao que é encontrado na proposta da AAE;
- Promover benefícios ambientais, como também evitar impactos adversos por alternativas de mitigação;
- Usar os procedimentos mais simples e os métodos mais consistentes com as tarefas da AAE;
- Obter as melhores informações dos tomadores de decisão, no tempo adequado.

De acordo com Haq, a AAE ainda é um processo em evolução e mudanças e disto decorre limitações existentes, dentre as quais são citadas por este autor:

- As consideráveis diferenças existentes nos processos e procedimentos da AAE e a necessidade de um diferente e flexível sistema que garanta a integração ambiental;
- Insatisfatório suporte político para a AAE;
- Limitações sobre a prática existente da AAE, no qual inibe a efetiva integração da AAE dentro do processo de tomada de decisão;
- Ausência de procedimentos formal de tomada de decisão;

- Escassez de pessoal treinado;
- Ausência de guias de ajuda e estudo de casos;
- Em relação à participação pública, a AAE é um processo de natureza fechada, no qual demanda a necessidade de se estabelecer procedimentos de consultas mais amplos com especialistas e públicos em diferentes estágios do processo de AAE.

Gauthier (2011), ao mesmo tempo em que reconhece a importância fundamental da participação pública como metodologia da AAE, também cita dificuldades e obstáculos nesta participação. O primeiro bloco de dificuldades, apontado por este autor, é em relação a problemas de confidencialidade e complexidade da PPP. Estas dificuldades são usadas por muitos formuladores da AAE como justificativas para restringir a participação pública no processo. Ademais as instituições governamentais não têm sido capazes de disponibilizar todas as informações para o público e criar um clima apropriado para discussões porque alguns aspectos da tomada de decisão ficam sob controle de autoridades externas ao processo. Em adição a estas e outras dificuldades, relativas à participação pública na AAE, Gauthier identifica propostas de aperfeiçoamento desta participação, em diversos países do mundo:

- Mecanismos de participação durante a fase do escopo/scoping: reuniões públicas, oficinas temáticas, consultorias seletivas, audiências pública (nos Estados Unidos da América);
- Existência de ambiente legal ou direitos específicos para a participação pública: procedimentos de recursos em vários estágios do processo de tomada de decisão, direito de acesso a informação e participação (Austrália);
- Criação de comissão independente de especialistas que facilitam a troca recíproca e produção de informações através de questões e opiniões (Holanda);
- Existência de programas financiamentos para dar suporte a consultores e especialistas durante a participação pública (Canadá).

Therivel (2004) faz o seguinte resumo dos problemas da participação pública, um dos pontos a melhorar substancialmente segundo todos os autores, na AAE:

> Certos processos de participação pública são tendenciosos contra os participantes; ademais não é certo que os benefícios da participação pública ocorram em todas as situações. A AAE, e as ações estratégicas que são relatadas, são muitas vezes demasiadas estratégicas e distantes da realidade cotidiana das pessoas as quais não conseguem "extrair participação" efetiva, a não ser de um grupo de pessoas limitadas e não representativas. Os planos ambientais originados da Inglaterra, por exemplo, têm recebido uma resposta pobre ou insignificante.

Para Bina (2007), no entanto, é a excessiva rigidez do processo de avaliação ambiental que afeta a qualidade da participação pública.

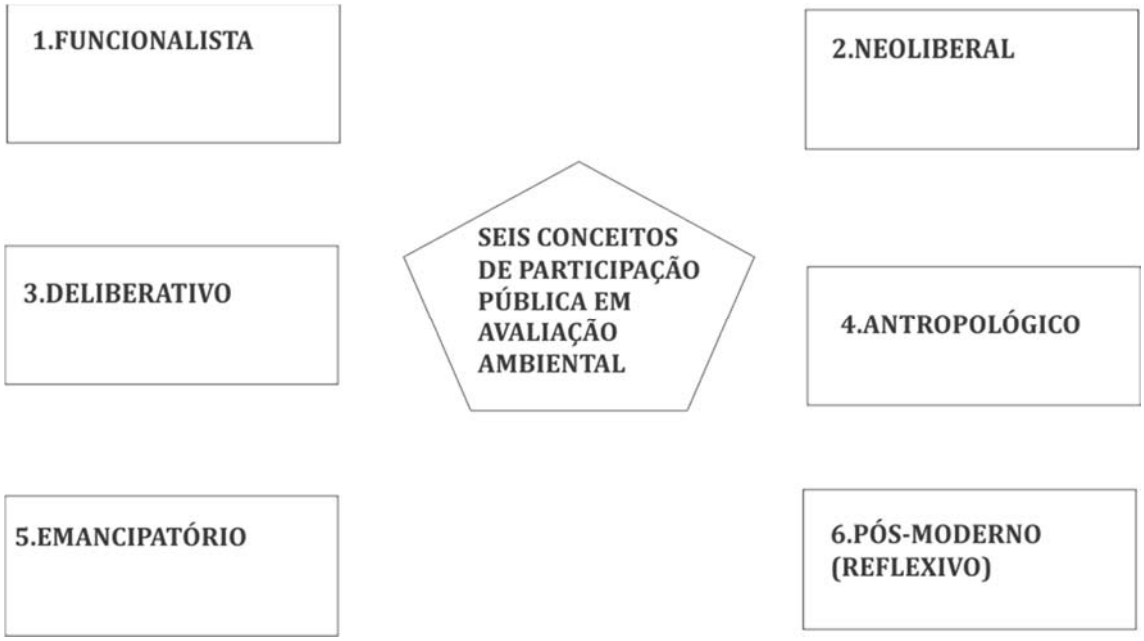
Entretanto, um problema potencial grave e largamente ignorado, da participação pública na AAE, é considerá-la fixa e homogênea. Dietz & Stern (2008) argumentam que o processo de participação pública, na avaliação ambiental, pode diferir a depender dos objetivos formulados para o processo. Desta forma, diferentes pontos de vista sobre os objetivos podem levar a conflitos sobre como conduzir o processo. Para estes autores, as perspectivas da participação pública se sobrepõem em muitos aspectos. Contudo, estas participações oferecem diferentes visões de como pode ser a expectativa do processo participatório e implica em diferentes aperfeiçoamentos e objetivos para a prática desta participação. Esta taxonomia demonstra o rico e complexo caráter dos argumentos normativos sobre participação pública.

Haq (2004) argui que não é correto presumir, como se tem encontrado na literatura, que apenas a obtenção da informação racional deverá assessorar na melhoria da tomada de decisão. Outras características citadas por este autor e que influenciam a tomada de decisão, incluem: limitações cognitivas, comportamentos pré-determinados, ambiguidade, variabilidade de preferências e normas, distribuição da tomada de decisão para diversos atores do processo e a noção da tomada de decisão como um processo de aprendizado e negociação entre múltiplos atores.

Conforme Dietz & Stern (2008), defensores de diferentes perspectivas da participação pública podem se encontrar em oposição sobre a provável avaliação de um processo participatório por causa de diferentes prioridades sobre os objetivos do processo.

A figura 15 categoriza estas diferentes visões da participação pública, em avaliação ambiental, dentro de seis aperfeiçoamentos teóricos com os respectivos métodos a serem utilizados (ver figura 15).

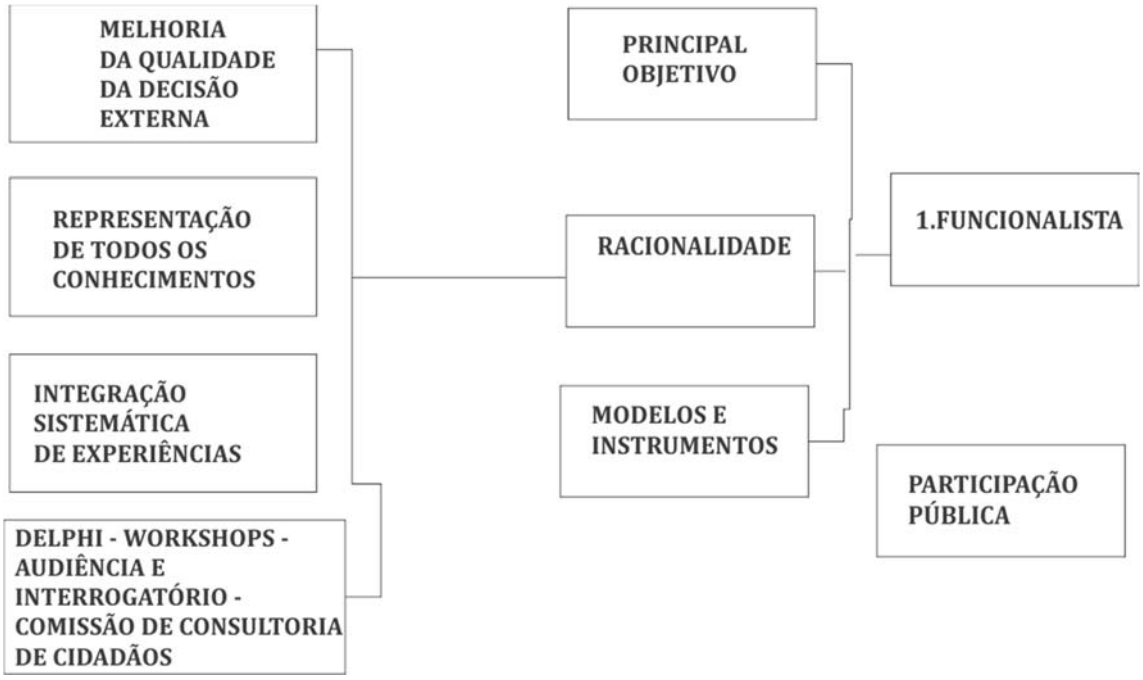
Figura 15. Seis conceitos de participação pública em avaliação ambiental



Fonte: Dietz & Stern,2008.

A aproximação funcionalista enfatiza a importância da participação pública para o planejamento estratégico e mudança social adaptativa. Ver figura 16.

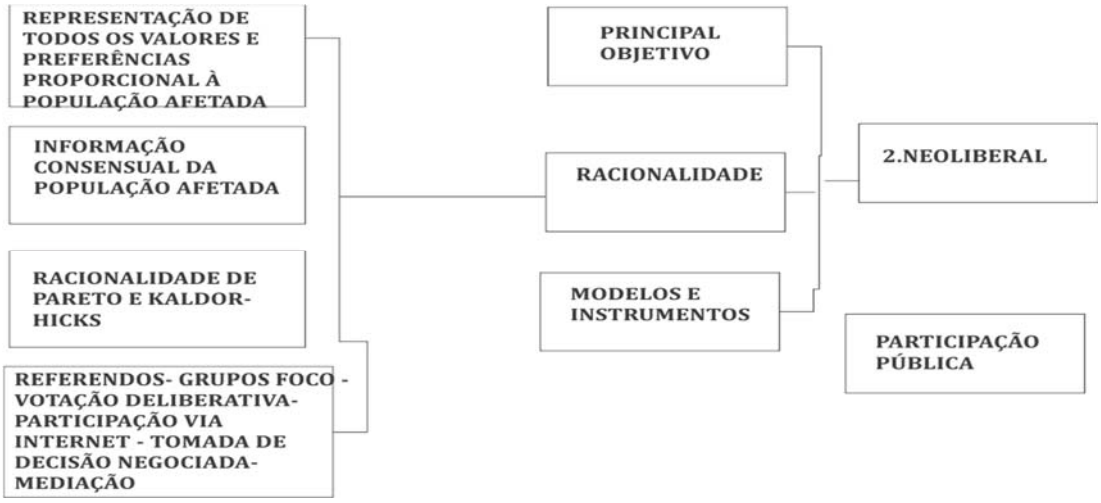
Figura 16. Aproximação funcionalista da participação pública com os respectivos objetivos, racionalidade, modelos e instrumentos utilizados.



Fonte: Dietz & Stern, 2008.

A teoria neoliberal mira a participação pública como um caminho de diagnóstico das preferências públicas e acordos de otimização de resultados entre diversos interesses. Ver figura 17.

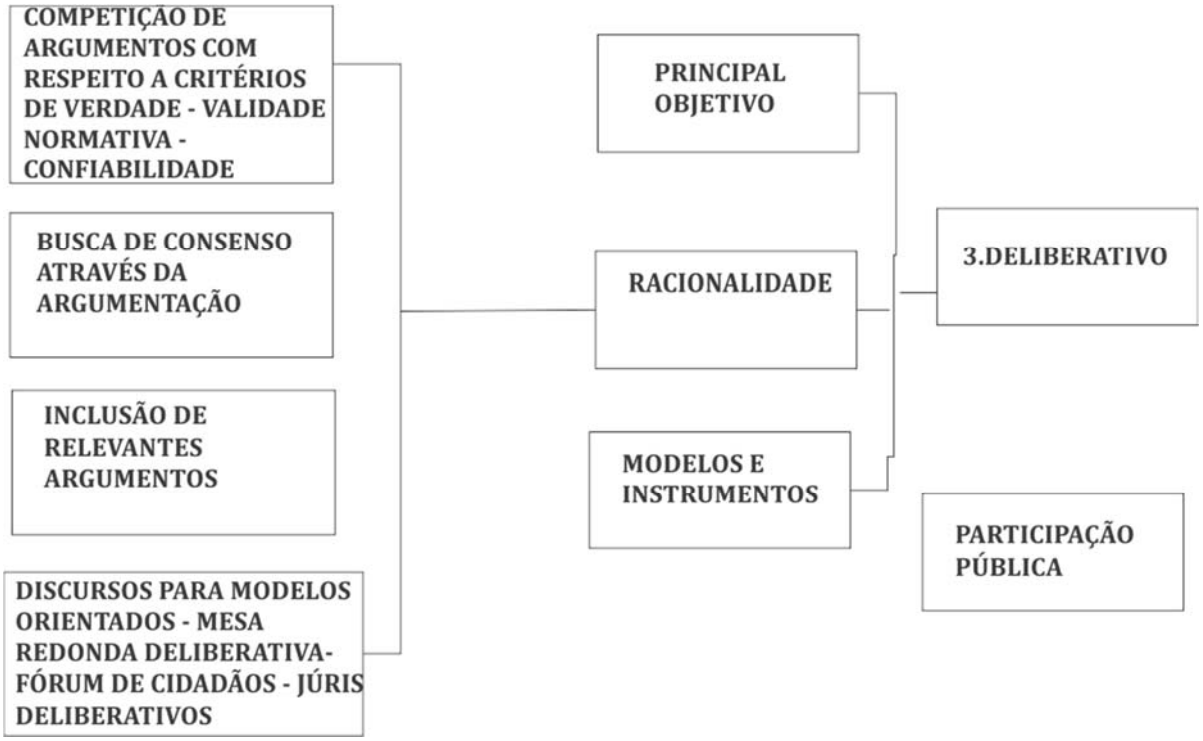
Figura 17. Aproximação neoliberal da participação pública com os respectivos objetivos, racionalidade, modelos e instrumentos utilizados.



Fonte: Dietz & Stern, 2008.

A teoria deliberativa procura o consenso normativo do discurso e então se movimenta além da visão pragmática postulando que novas normas e preferências compartilhadas possam emergir de um processo participatório. Ver figura 18.

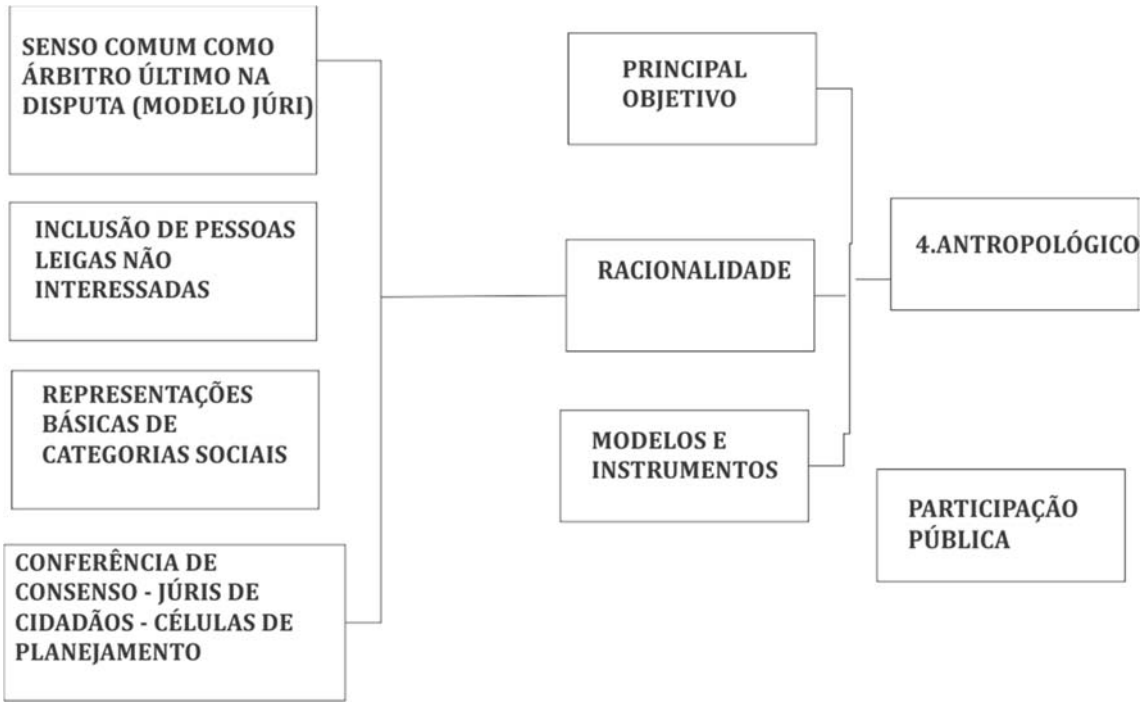
Figura 18. Aproximação deliberativa da participação pública com os respectivos objetivos, racionalidade, modelos e instrumentos utilizados.



Fonte: Dietz & Stern (2008).

A aproximação antropológica dá ênfase às articulações individuais das preferências dos cidadãos e objetiva alcançar consenso baseado nestas preferências pré-existentes. Ver figura 19.

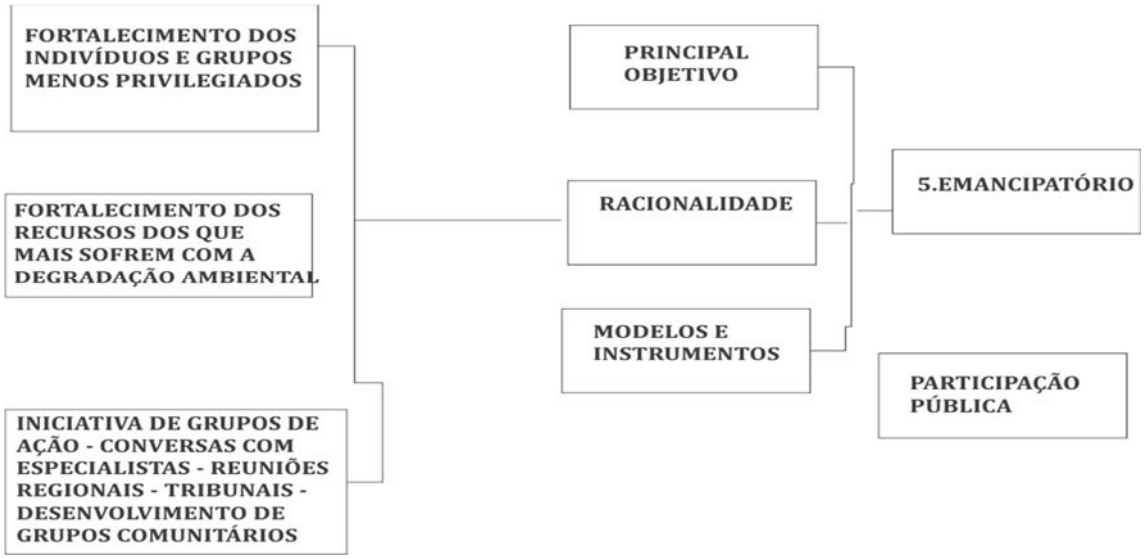
Figura 19. Aproximação antropológica da participação pública com os respectivos objetivos, racionalidade, modelos e instrumentos utilizados.



Fonte: Dietz & Stern, 2008.

A visão emancipatória considera a participação pública como "dar voz" aos grupos menos favorecidos da sociedade em específicas decisões e aumentar a sua capacidade para exercer influência no futuro. Ver figura 20.

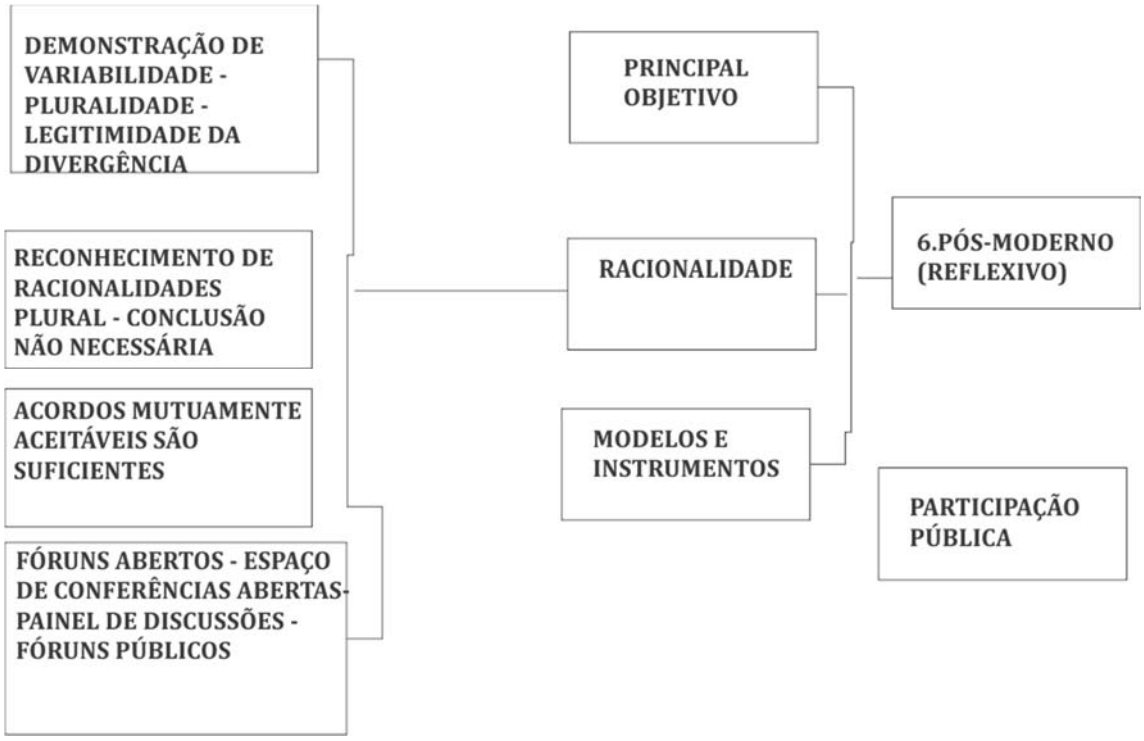
Figura 20. Aproximação emancipatória da participação pública com os respectivos objetivos, racionalidade, modelos e instrumentos utilizados.



Fonte: Dietz & Stern, 2008.

A perspectiva pós-moderna argui que o processo deliberativo pode revelar relações de poder e assim ajudar a resignificar decisões. Ver figura 21.

Figura 21. Aproximação pós-moderna da participação pública com os respectivos objetivos, racionalidade, modelos e instrumentos utilizados.



Fonte: Dietz & Stern, 2008.

Os conceitos de participação pública devem ser levados em conta na aplicação da AAE, uma vez que a depender do conceito adotado há influência na escolha das metodologias. Um modelo híbrido baseado na fusão de dois ou mais conceitos, por exemplo, na escolha das metodologias de participação pública, pode intensificar os conflitos na prática da avaliação ambiental.

Para Dietz & Stern, um dos pontos mais críticos da participação pública na avaliação ambiental diz respeito à qualidade da decisão. Para estes autores esta participação pode reduzir no geral, a qualidade da avaliação e das decisões, por introduzir uma qualidade insatisfatória de reflexão ou reduzindo o efetivo uso da ciência no processo de tomada de decisão. Estas questões estão intrinsecamente conectadas. Preocupações com a qualidade da compreensão da informação sobre problemas ambientais pelo público, particularmente informações sobre incertezas, têm motivado a maioria dos apelos para o uso formal da análise de risco como uma base para as políticas ambientais. Isto ocorreria, na opinião destes autores, devido ao emprego

insuficiente do manejo das probabilidades e contingências, base central da tomada de decisões ambientais e tecnológicas, pela sociedade.

Estes autores ainda citam pesquisas com indivíduos sobre *heurística*[2] *e opiniões pré-concebidas*, em tomada de decisões na área de psicologia, que sugerem, especialmente em face de incertezas, que estes se desviam significativamente do tipo de reflexão que a teoria da decisão normativa assume. Ademais, estas pesquisas detectaram que as pessoas quando confrontadas com incertezas usam um repertório de estratégias de raciocínio automatizadas e regras fixas para tratar as incertezas. Contudo, há pequenas evidências para suportar a crença de que a exclusão do público deveria resolver estas dificuldades. Pelo contrário, tanto especialistas como os elaboradores de políticas públicas experienciam o mesmo problema, da separação factual da informação do julgamento da avaliação, quanto ao corpo de participação pública. Dietz & Stern argumentam ainda que análises científicas não podem resolver os problemas inerentes em avaliações ambientais e tomada de decisões. Desta forma a participação pública poderia também ajudar a articular preocupações de avaliações e considerações de permutas, além do que, esta participação pode ser essencial para a análise científica de campo em contextos locais e calibração do tratamento das incertezas para refletir as preferências públicas.

A argumentação destes autores torna claro que, embora, a participação pública na avaliação ambiental seja importante, ocorrem igualmente significativas limitações das mesmas decorrentes da assimilação das informações. Um exemplo apontado sobre as dificuldades de processamento das informações pelos indivíduos é a classificação destes em dois sistemas distintos.

Sistema 1: Os julgamentos realizados pelos indivíduos são alcançados rapidamente e estes são conscientes do contexto específico de decisão, usam regras simplificadas, generalizações de experiências passadas e são fortemente influenciados pela heurística e opiniões pré-concebidas descritas na literatura da psicologia cognitiva;

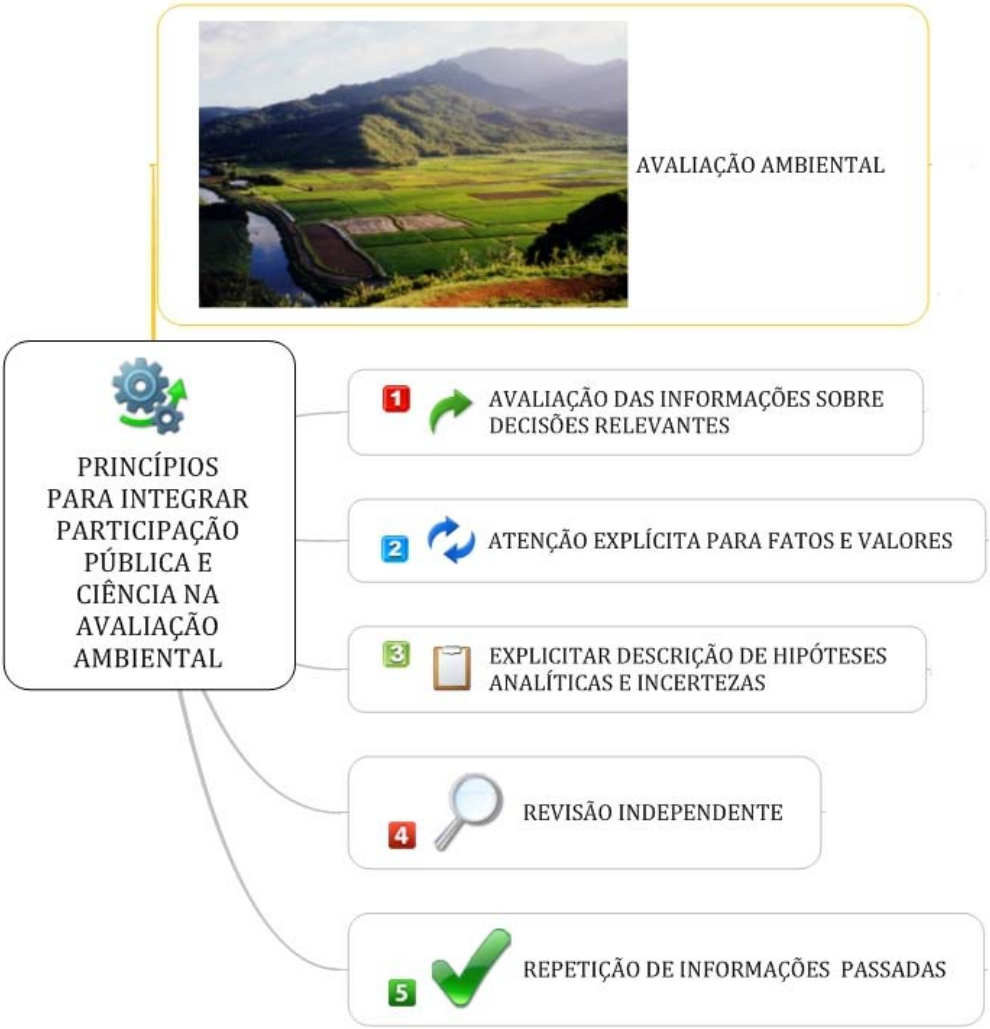
Sistema 2: Os fatores que são claramente relatados para os valores em participação são cuidadosamente considerados e pesados e aqueles que logicamente são considerados sem coerência são descartados.

A conclusão citada por Dietz & Stern é de que todos se engajam nos dois sistemas, mas para a maioria das escolhas, as pessoas não se engajam no grande esforço que o conhecimento do sistema 2 muitas vezes requer. Estes fatores devem ser levados em conta na avaliação

[2] Método de ensino que consiste em que o educando chegue à verdade por seus próprios meios.

ambiental. Uma aproximação importante, neste sentido, é considerar na avaliação ambiental, a integração da participação pública à ciência, como pode ser visto na figura 22.

Figura 22. Cinco princípios para integração de participação pública e ciência, na avaliação ambiental.



Fonte: Dietz & Stern, 2008.

De acordo com a figura 22, no princípio 1, o processo garante que a informação da decisão relevante[3] seja acessível e interpretável para todos os participantes e que as análises da decisão relevante sejam avaliáveis em fontes abertas e apresentadas com bastante detalhes para permitir a revisão independente. No princípio 2, esforços são realizados para identificar valores na participação pública, considerando diferentes formulações do problema a ser analisado, no

[3] Uma boa decisão para Dietz & Stern (2008) é definida como aquela que é logicamente consistente com o que é conhecido, com que o tomador de decisão quer e com as possibilidades de ser implantada.

qual podem incorporar diferentes avaliações ou preocupações (principalmente no desenho da fase inicial do processo de participação pública) e analisar como as opções disponíveis de escolha afetam as diversas avaliações. No princípio 3, as análises e deliberações incluem as implicações de diferentes hipóteses e diferentes atualizações possíveis de fatores de incertezas. No princípio 4, as análises formais são revisadas por outros competentes analistas de confiança de ambas as partes. Por último, no princípio 5, conclusões passadas são reconsideradas sob a base de novas informações e análises.

Conforme Dietz & Stern, tão importante quanto à integração da participação pública e ciência, na avaliação ambiental, é clarificar a importância de cada uma das partes em separado. Os critérios para a boa decisão, portanto, podem ser conhecidos apenas se as análises científicas são usadas efetivamente.

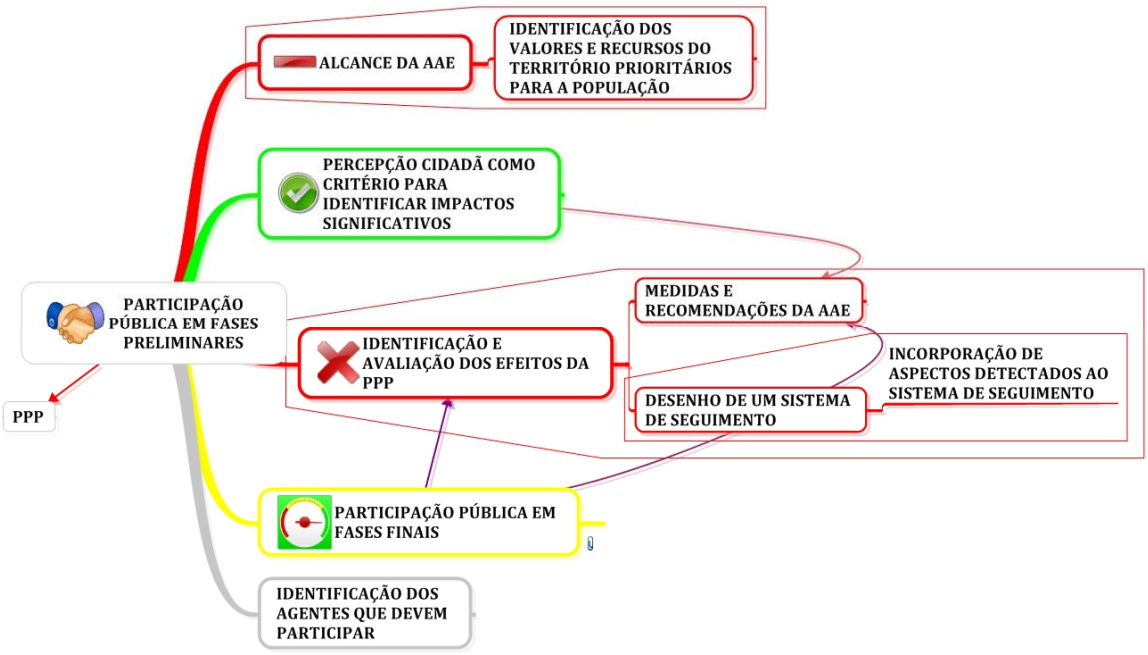
Incertezas são melhor avaliáveis no seu conjunto, através de dados coletados usando métodos científicos, pelo julgamento de especialistas ou pelas observações feitas sem o uso das metodologias formais. Todas estas aproximações devem ser consideradas como parte da análise científica, usando apropriadamente métodos quantitativos e qualitativos. As partes afetadas pela decisão são geralmente os melhores juízes dos que eles querem, mas sem as análises científicas, eles podem não conhecerem como ou quando decisões ambientais afetam estas avaliações.

Um exemplo citado pelos autores para exemplificar esta situação, diz respeito às mudanças climáticas. Muitas pessoas que inicialmente se consideram em pequeno risco, reconsideram as suas posições quando a ciência mostra que estas mudanças afetam não apenas a temperatura média, mas também a frequência e intensidade das tempestades costeiras, inundações, secas e incêndios. Este e outros exemplos que poderiam ser citados mostram que a integração da análise científica e a participação pública requerem mais do que a prevalência de um grupo sobre o outro.

O público não pode fazer uma boa avaliação sem uma boa ciência e os especialistas não podem tomar uma boa decisão orientada sem as contribuições públicas. Reconhecendo a validade deste último ponto, muitas revisões políticas têm defendido a integração da participação pública dentro de processos de avaliação ambiental tradicionalmente dominado pela ciência.

Desde o ponto de vista metodológico, a incorporação na AAE da participação pública, conforme Oñate et al. (2002), supõe abordar as seguintes tarefas vista na figura 23.

Figura 23. Aspectos metodológicos relevantes do processo de participação pública da AAE.



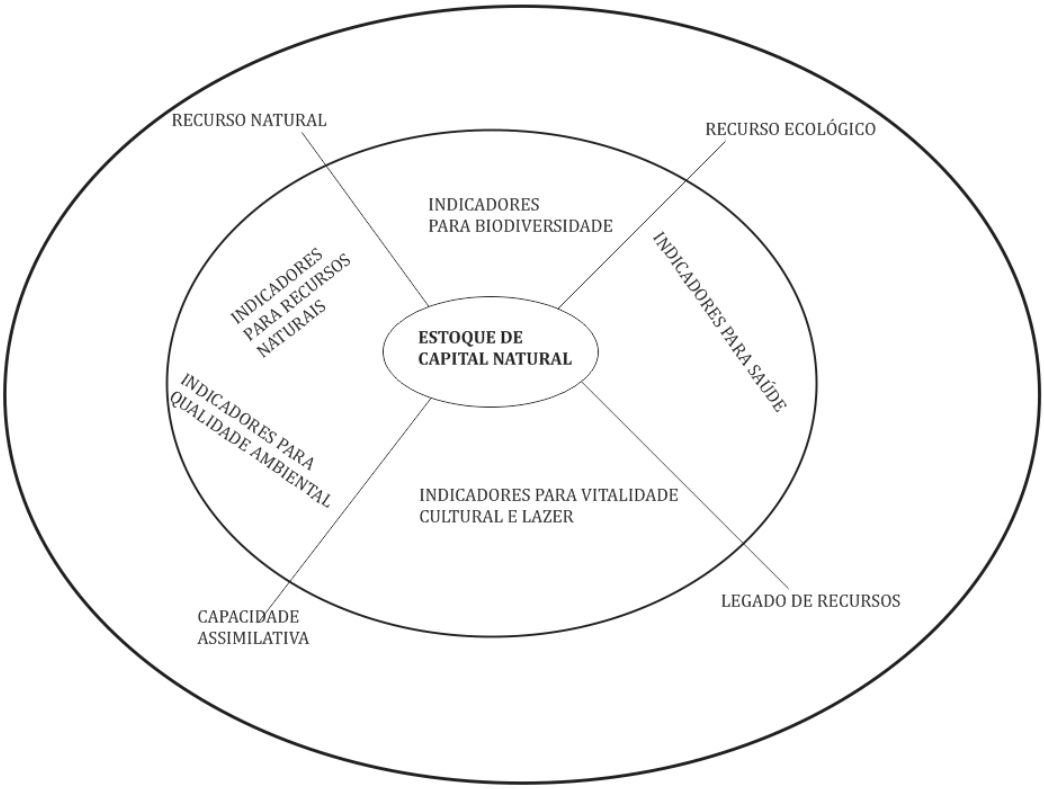
Fonte: Oñate et al., 2002.

A observação da figura 23 permite concluir não poder haver AAE sem a participação pública, tanto nas fases iniciais do processo como nas fases finais.

Entretanto, existem diversas outras limitações da AAE que podem comprometer a sua aplicação. De acordo com Au & Klam (2008), uma das inerentes fraquezas da AAE é a perda de foco sobre os temas mais críticos para uma particular estratégia ou área. Muitas aplicações da AAE ou são muito amplas ou muito superficiais na sua avaliação e análise. Como sugestão para esta importante fraqueza da AAE, estes autores adotaram o conceito de capital natural[4], aplicado a AAE, como solução do problema. (Ver figura 24).

[4] Estoque de ativos (solo, atmosfera, flora, fauna, água) que provem um fluxo de serviços úteis, renováveis ou não renováveis, e que tenham ou não demanda de mercado.

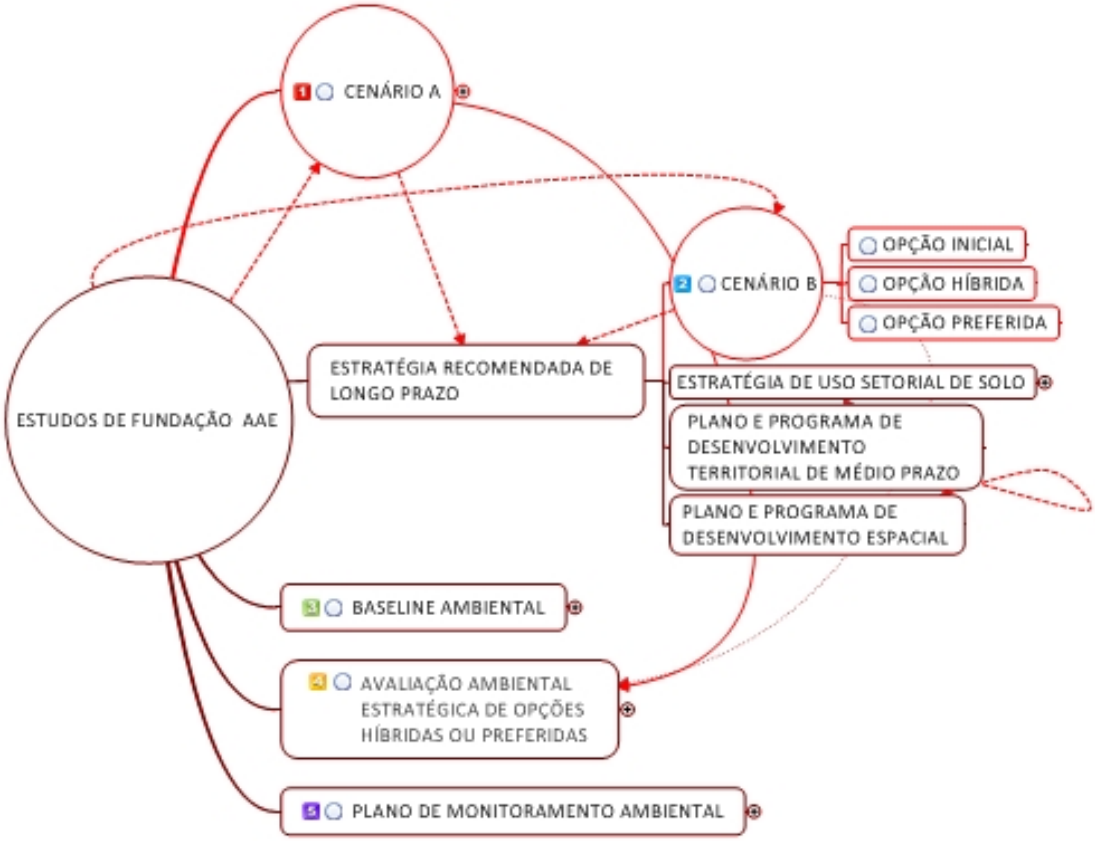
Figura 24. Elementos do estoque do capital natural.



Fonte: Au & Klam (2008).

Este conceito determina as ligações entre uso do solo e vários atributos ambientais dentro de uma perspectiva estratégica, através do qual, atributos ambientais chave e obstáculos ambientais estratégicos são identificados durante o estudo do *baseline*. Os componentes ou elementos naturais referem-se também aos processos de depuração que mantém a saúde do ambiente e da população local. Os quatro elementos, mostrados na figura 24, são utilizados na AAE respaldados por indicadores. As propostas e estratégias de desenvolvimento podem ser testadas, por exemplo, contra a capacidade assimilativa ou capacidade de suporte ambiental e os custos das implicações da mitigação são incorporadas dentro da estratégia de formulação. O mesmo procedimento é feito com os outros elementos naturais que agem como critérios chave para a sustentabilidade ambiental. É também no estágio de *baseline* da AAE, que a sustentabilidade, princípios de precaução e evasão são aplicados para a formulação de critérios de avaliação e a geração de opções de desenvolvimento (ver Figura 25).

Figura 25. O processo de estudo da AAE e o processo de planejamento do uso do solo para a estratégia de desenvolvimento do território.



Fonte: Au & Klam (2008).

Também na visão de Bina (2007), a aplicação prática da sustentabilidade no processo da AAE é uma fraqueza crítica ainda não suficientemente solucionada. A despeito da ligação da sustentabilidade em todo o discurso sobre AAE, o atual significado da sustentabilidade é insatisfatoriamente compreendido e discutido, além do que em termos práticos permanece surpreendentemente vago o que significa "contribuir para o desenvolvimento sustentável". Esta autora faz as seguintes interrogações sobre o significado da sustentabilidade na AAE: a função da sustentabilidade é facilitar a internalização da dimensão ecológica na formulação da PPP? Ou é uma presumível questão substantiva de escolhas, incluindo o modelo de consumo da sociedade e o compromisso com o crescimento econômico? É a sustentabilidade compreendida como a combinação das três dimensões da sustentabilidade (econômica, social e ambiental), ou o conceito se refere à sustentabilidade ambiental, o qual reconhece a centralidade e os limites da capacidade do ecossistema?

Bina constata que os exemplos de AAE *ad hoc* têm respondido os questionamentos propostos pela inclusão de objetivos sociais e econômicos ou indicadores na fase de

escopo/*scoping*, promovendo todas as três dimensões da sustentabilidade e desenhado o processo participatório focado nos serviços ambientais e na sustentabilidade ambiental. A autora, entretanto, considera estas aproximações insuficientes e sugere a ideia do contexto específico discutido no início desta seção para resolução destes impasses. Embora a autora reconheça diversas aproximações inovadoras na AAE, tais como a capacidade para trabalhos interdisciplinares, cooperação setorial cruzada e o balanceamento da influência de especialistas, as diferenças sobre o significado da sustentabilidade na AAE permanecem na prática sem solução. Além do mais existem outras fraquezas na AAE relacionadas com o significado do termo "estratégico". A tendência tem sido equacionar o caráter "estratégico" da AAE (identificado pelo adjetivo "estratégico" na expressão AAE) com a natureza estratégica da PPP. Entretanto, o conceito e aproximações da AAE têm evoluído no sentido de sugerir o que o termo" estratégico" significou na origem da AAE: a caracterização da relação entre "avaliação" e o processo de planejamento completo. Só é possível, portanto, ser estratégico na medida em que se considere a estratégia do processo inteiro.

Outros problemas surgem originados da compreensão da função da AAE, na ênfase de considerações antecipatórias das consequências ambientais, caracterizando a necessidade de redefinir a relação entre avaliação e processo de planejamento. Para Bina (2008), esta percepção torna claro que o grande potencial da AAE está mais em persuadir planejadores, em estágios iniciais, para desenhar mais iniciativas de sustentabilidade ambiental e menos em confrontar proponentes com informações sobre consequências negativas.

1.3 OBJETIVOS DA AAE

De acordo com Therivel (2004), é necessário clarificar a distinção entre os objetivos da ação estratégica e os objetivos da AAE. Em alguns sistemas AAE, objetivos de sustentabilidade para a ação estratégica são desenvolvidos primeiro, então indicadores testam se as várias alternativas "realizam ou cumprem" os objetivos da ação estratégica. Os objetivos orientam hipóteses aproximativas tais como "se os objetivos da ação estratégica são sustentáveis" e se "a ação estratégica é internamente coerente", então a ação estratégica completa é sustentável. Essencialmente ocorre uma confusão entre os objetivos da AAE e da ação estratégica. O *baseline* orienta (*baseline-led*) tentativas para resolver os problemas no presente. Os objetivos orientam (*objectives-led*) aperfeiçoamentos para tentar realizar uma visão de futuro. Estes dois aperfeiçoamentos podem então ser mais complementares do que conflitivos. Contudo, eles envolvem diferentes ênfases e técnicas que devem ser levados em conta quando se decidir

executar a AAE. Para este autor é necessário discernir a relação dos objetivos da AAE com outros objetivos. São três, os tipos de objetivos que podem afetar a AAE:

- *Objetivos da ação estratégica* são aqueles objetivos adotados para a ação estratégica em questão. Eles são geralmente separados dos objetivos da AAE, embora o desenvolvimento da AAE possa prover motivação para tornar os objetivos da ação estratégica mais fácil em termos ambientais e de sustentabilidade. Ao menos que a ação estratégica seja unicamente conservacionista, os seus objetivos devem levar em conta considerações sociais e econômicas;
- *Objetivos externos* são aqueles outros objetivos existentes, no qual os tomadores de decisão devem considerar compensá-los independentemente do processo da AAE. Eles podem ser ambientais, mas também podem incluir objetivos sociais e econômicos.
- *Objetivos AAE* fornecem um modelo metodológico contra o qual efeitos ambientais e de sustentabilidade podem ser testados. Objetivos AAE deverão muitas vezes sobrepor com objetivos da ação estratégica. Eles deverão também, várias vezes, se originarem de objetivos de proteção ambiental, embora possam também incluir objetivos adicionais. Têm que ser finalistas, buscar uma finalidade clara e concisa avaliada através de indicadores ou modelos.

De acordo com Scottish Executive (2005), a Diretiva Europeia para a AAE (SEA Directive), define o objetivo da AAE como “uma declaração de intenções, especificando-se uma direção de desejo de mudança” e requer três tipos de objetivos para a AAE:

- Objetivos baseados em consideração de sustentabilidade;
- Objetivos de proteção ambiental, mas também econômicos e sociais;
- Objetivos que possam ser medidos através de indicadores.

Herrera & Madriñán (2009), citam os seguintes objetivos da AAE, importantes para os objetivos desta tese, que a Diretiva Europeia propõe considerar:

- Considerar os objetivos do plano avaliado e a sua relação com os outros planos;
- Considerar a situação ambiental atual nos seus aspectos relevantes;
- Considerar as características relevantes das zonas possivelmente afetadas;
- Considerar os problemas ambientais existentes;

- Considerar os objetivos de proteção ambiental, internacional, comunitário ou nacional concernentes ao plano avaliado;
- Considerar alternativas razoáveis que levem em conta os objetivos e o âmbito de aplicação geográfica do plano ou programa;
- Considerar os prováveis efeitos significativos: biodiversidade, população, saúde, fauna, flora, terra, água, ar, fatores climáticos, bens materiais, patrimônio cultural (arquitetônico e arqueológico), inter-relação entre estes fatores;
- Considerar as medidas de supervisão;

Os objetivos da AAE que a Diretiva Europeia propõe, na medida em que incorporam critérios ambientais à decisão, implica melhorar a qualidade do processo de tomada de decisões estratégicas, desde uma perspectiva ambiental.

Para Caratti et al. (2005), o objetivo chave da AAE é mudar as formas na qual as decisões são tomadas, pela integração de valores ambientais dentro da PPP, no processo de tomada de decisão. Dependendo do sistema de decisão, este objetivo pode não ser alcançado, principalmente se os procedimentos e métodos da AAE são baseados em procedimentos e métodos da AIA.

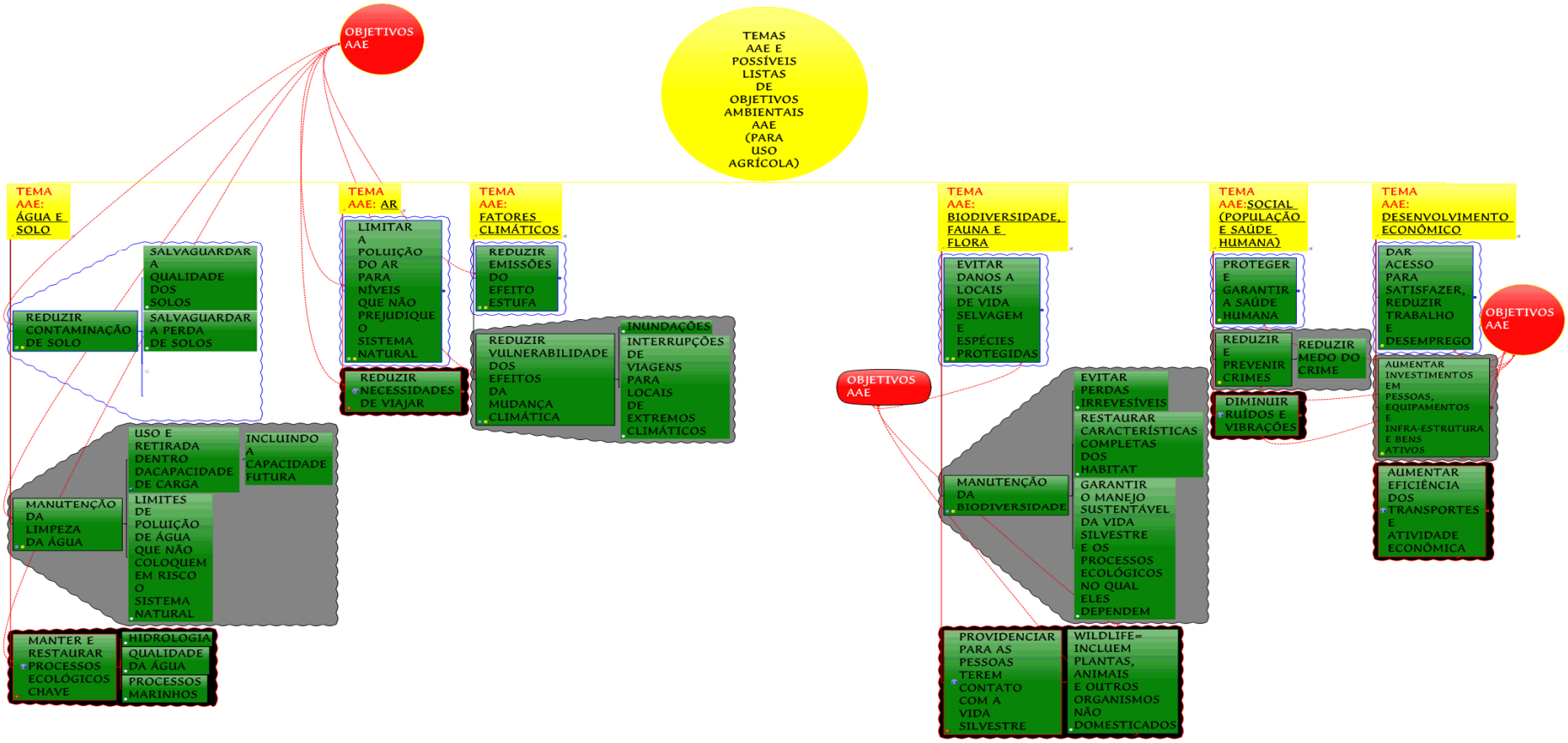
De forma geral, conforme Dalal-Clayton & Sadler (2005), os objetivos da AAE são muitos e diversificados de acordo com as necessidades existentes. Dentre os exemplos de objetivos da AAE, citados por estes autores, constam:

- Avaliar os impactos cumulativos de uma PPP;
- Identificar áreas prioritárias e tipos de projetos para financiamento;
- Identificar áreas prioritárias e tipos de projetos que requeiram maior avaliação antes de serem aprovados;
- Promover multimodalidade em PPP para um setor;
- Escolher entre alternativas (ou propor uma combinação) estruturais ou não estruturais;
- Ajudar a definir os elementos chaves para a política de sustentabilidade para um setor;

De acordo com Therivel (2004), os objetivos AAE mostrados na figura 26 são provavelmente um bom começo para muitas AAE, embora estes objetivos necessitem serem adaptados para o contexto local e o tipo de problema abordado pela AAE. O autor explica que esta lista foi usada no setor agrícola inglês para testar os efeitos de diferentes políticas sobre agricultura e produção de alimentos.

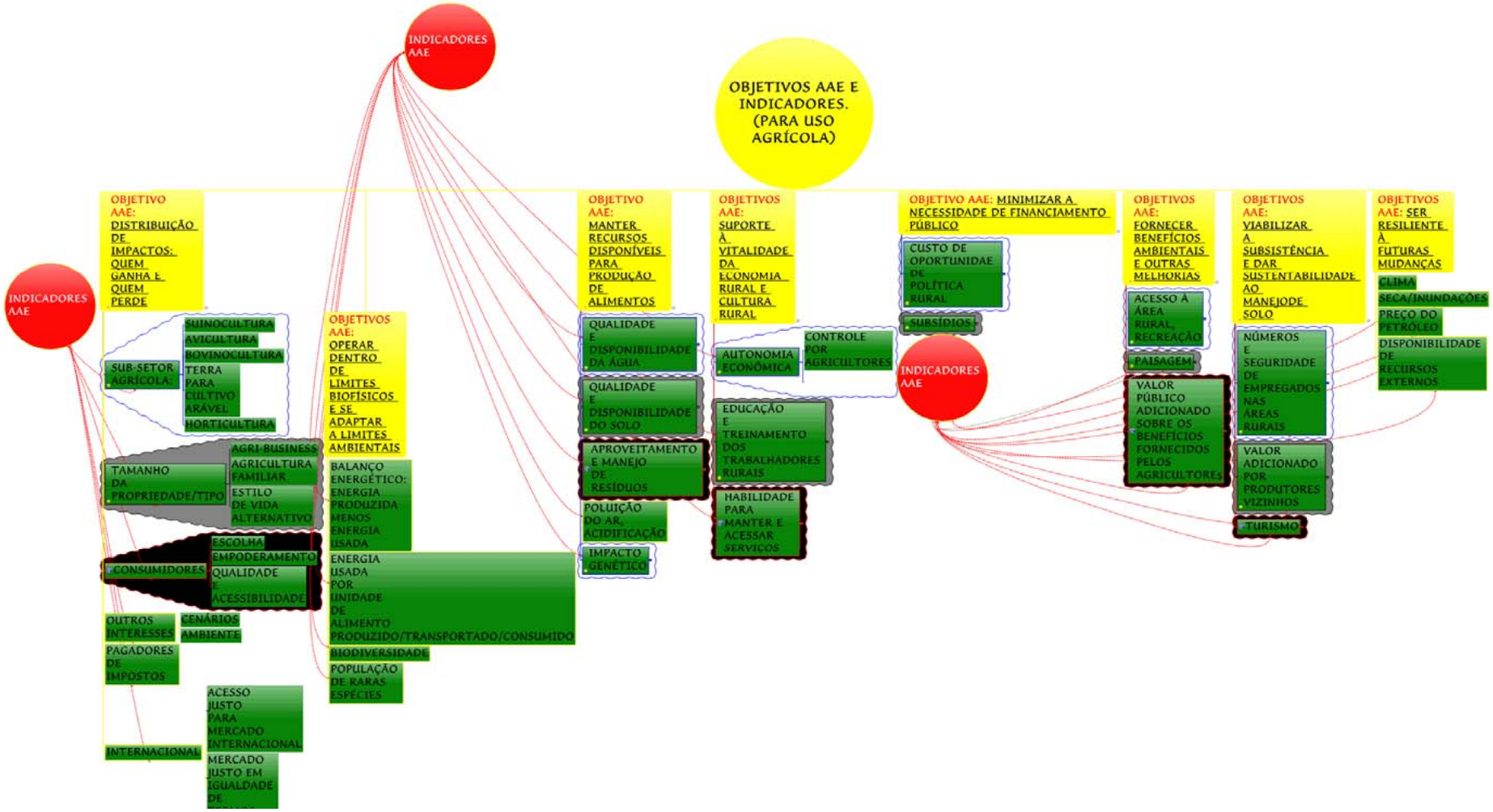
Pela observação da figura 26, têm-se os temas AAE (água e solo, ar, biodiversidade, fauna e flora, social e desenvolvimento econômico) ligados com os respectivos objetivos. Na figura 27 têm-se os objetivos AAE, como por exemplo, “Reduzir a contaminação do solo” com os respectivos indicadores para cada objetivo. Exemplo: Ser resiliente às futuras mudanças. Os indicadores respectivos são: clima, seca/inundação, preço do petróleo, disponibilidade de recursos externos. O autor sugere que de acordo com o contexto da AAE, se modifiquem estes objetivo-indicadores, excluindo-os, considerando-os, adicionando ou substituindo-os por outros.

Figura 26. Temas AAE e possíveis listas de objetivos ambientais AAE (para uso agrícola).



Fonte: Adaptado de Therivel, 2004.

Figura 27. Objetivos AAE e Indicadores (para uso agrícola).



Fonte: Adaptado de Therivel (2004).

Um exemplo do principal objetivo geral da AAE para o setor de políticas e reformas (florestas, social, transporte), conforme o World Bank (2011), foi “desenhar lições de casos pilotos para promover o desenvolvimento de ferramentas e guias base para aplicar a AAE no setor de políticas e reformas, deste modo contribuindo para resultados de desenvolvimento sustentável”. Os objetivos específicos foram os seguintes:

- Avaliar como a AAE foi aplicada nos casos pilotos;
- Tornar o nível político da AAE mais efetivo de uma perspectiva operacional;
- Promover desenvolvimento de métodos e guias bases para aplicar a AAE no setor de políticas e reformas;
- Permitir a participação da comunidade e especialistas da AAE para refletir os prós e contras da AAE como ferramenta para melhorar a sustentabilidade ambiental dentro das políticas de desenvolvimento.

No âmbito agrícola, o uso pela FAO (2004), da Avaliação Ambiental Estratégica da cadeia produtiva da mandioca, como parte de um intensivo esforço para desenvolver uma estratégia e desenvolvimento para a pesquisa global da mandioca, na esfera dos agricultores familiares e levando em conta os impactos da produção e processamento desta raiz sobre o ambiente e à biodiversidade, teve os seguintes objetivos estratégicos:

- Revisar o corrente conhecimento dos efeitos da produção de mandioca sobre o meio ambiente;
- Avaliar o grau de degradação do solo produzido pelo cultivo desta cultura;
- Determinar as práticas de manejo apropriadas da mandioca para redução destes efeitos;
- Encontrar formas para disseminar os conhecimentos e estimular a adoção de práticas de produção mais sustentáveis;
- Avaliar o presente conhecimento sobre os efeitos do processamento da mandioca em pequena escala sobre o meio ambiente, sugerindo medidas para mitigação deste problema;
- Identificar obstáculos e sugerir políticas de mudanças de práticas que incentive o uso de técnicas de processamento ambientalmente amigáveis desta raiz;
- Identificar lacunas no conhecimento e sugerir a necessidade de linhas adicionais de pesquisa, além de fazer recomendações que possam ser utilizadas em planos, políticas e programas.

O International Fund for Agricultural Development (IFAD), baseado na observação da severa seca que assolou Ghana durante os anos de 1982/83, quando todos os outros cultivos, à exceção da mandioca, foram destruídos, e a população rural conseguiu sobreviver com o consumo da mandioca, estabeleceu como objetivo da AAE global para esta cadeia produtiva a "diminuição da pobreza e a melhoria na segurança alimentar das famílias, com ênfase sobre pequenos agricultores e mulheres da área rural, além de medidas capazes de evitar a degradação ambiental (FAO, 2004)".

O objetivo da AAE de Políticas, Planos e Programas de Biocombustíveis na Colômbia, por exemplo, conforme MAVDT (2008), foi "avaliar, com especial ênfase na biodiversidade, os efeitos ambientais de caráter acumulativo, sinérgicos e indiretos, de políticas, planos e programas de fomento dos biocombustíveis e formular estratégias e lineamentos integrais de sustentabilidade ambiental para a política de biocombustíveis colombiana, com ênfase nas matérias primas priorizadas para a produção de etanol e de biodiesel".

1.4 METODOLOGIA[5] USADA NA AAE

Para Herrera e Madriñán (2008) seria equivocado considerar a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) como uma mera antecipação dos procedimentos e metodologias padrões da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA). Esta colocação que tem sido frequente nas primeiras avaliações de planos e programas, em geral se tem demonstrado grandemente ineficaz na sua aplicação. Desta forma as metodologias da AIA não satisfazem os requerimentos da AAE caracterizadas basicamente por definir marcos e critérios de atuação antes que projetos de intervenção. O objetivo da avaliação ambiental nas fases de planejamento estratégico deverá ser o de assegurar que os marcos de intervenção que se definam sejam coerentes e integrem suficientemente os objetivos das políticas ambientais e de desenvolvimento sustentável. Estes autores alertam para a confusão de objetivos e métodos entre os dois níveis de avaliação ambiental: projetos e planos e programas, o que tem gerado muitas oportunidades de aproximações errôneas, ocasionando a perda dos objetivos próprios da AAE, como a melhora dos processos de planejamento mediante a integração nos mesmos, dos objetivos ambientais e de sustentabilidade. Além do mais é comum, em algumas ocasiões, se encontrarem avaliações

[5] Metodologia em AAE é definida neste capítulo, de acordo com Oñate (2002), como o processo de avaliação visto em seu conjunto, desde a primeira decisão sobre se a PPP deve submeter-se à avaliação, até a formulação das últimas recomendações. O termo "técnicas" se refere aos métodos concretos que são aplicáveis em cada uma das fases deste processo.

ambientais de planos e programas nas quais foram usadas artifícios com a finalidade de gerar um documento com as evidências dos impactos ambientais esperados em relação a determinados conteúdos do plano, em virtude das pressões existentes de diversos atores sociais no sentido de uma maior concretização dos planos, simplesmente, para se tornar possível a sua avaliação ambiental. Herrera e Madriñán (2008) recomendam que nestes casos se pense em mudar os métodos de avaliação e não o instrumento a ser avaliado.

Dalal-Clayton e Sadler (2005), no entanto, citam a recomendação do "Canadian Guidelines", enfatizando que não existe "a melhor metodologia" para conduzir a AAE de uma política ou planos propostos e encoraja a "*aplicação apropriada de técnicas ou sistemas*" e desenvolvimento de aproximações para cada necessidade e circunstâncias particulares.

Refletindo posição semelhante, a Diretiva Europeia 2001/42/EC não delimita as metodologias e nem apresenta os procedimentos a serem utilizados nos estudos da AAE, não restringindo, portanto, os planos e programas a serem avaliados pelos países membros. Desta forma a Diretiva Europeia possibilita a estes países uma maior flexibilidade para que adotem legislações sobre AAE adaptada a seus contextos institucionais (Pizella, 2010). Esta flexibilidade faz com que países como a Eslovênia recomendem como principal suporte metodológico da AAE para planos e programas, as análises de vulnerabilidade e sensibilidade. A metodologia usada na AAE do setor de transporte deste país recomenda o modelo vulnerabilidade/sensibilidade como a metodologia mais apropriada e o Sistema de Informação Geográfica (SIG), como a melhor técnica (Dalal-Clayton & Sadler, 2005).

Fischer (2007), afirma que o uso de métodos e técnicas adiciona rigor à AAE devido ao fato de que as predições de impactos necessitam ser rigorosas e as mais "exatas possíveis". Para Therível (2004), as técnicas da AIA necessitam serem robustas e bem detalhadas para realizarem a predição e avaliação de impactos. O mesmo, no entanto, não ocorreria na AAE pelas seguintes razões:

- Na AAE as técnicas que promovam boa governança são mais apropriadas do que técnicas específicas, uma vez que existe na AAE uma séria dificuldade teórica e metodológica na seleção de opções e enquadramento do problema, no tratamento das incertezas mais complexas e na impossibilidade de agregação na análise de interesses sociais divergentes e julgamento de valor, o qual governa as prioridades das diversas dimensões da sustentabilidade. Dentro deste argumento, a participação pública não seria apenas um tema de eficácia política e legitimidade, mas também uma fundamental questão de rigor analítico.

- É vital que a AAE mantenha ritmo com o processo de tomada de decisão, o qual é frequentemente muito rápido. Isto significa que técnicas que demoram muito tempo, requerem muitos dados e que são exaustivas e não apenas incompletos fragmentos da informação, e na qual se confia na habilidade de especialistas ocupados são muitas vezes inapropriadas.
- Ações estratégicas são por natureza fluidas e nebulosas. A aplicação de técnicas de predição já repetidas para suprir o nível de abstração da AAE é inapropriada. Portanto, o nível de abstração da AAE deve ser balanceado com análise de informação, especialmente se detalhes necessitarem ser mais elaborados num sistema de alinhamento AAE/AIA. As causas da tendência direcionada a detalhes desnecessários na AAE decorrem do fato de que os especialistas ambientais não estão usando os procedimentos para tratar os graus de incerteza da AAE. Ademais o público é muito impaciente para esperar por mais predições de impactos detalhadas nos últimos estágios da tomada de decisão.
- Mais do que na AIA, muitos impactos da AAE são por natureza inquantificáveis e/ou não são espacialmente fixados. Desta forma técnicas como o SIG ou a análise de custo-benefício provém apenas uma potencial informação parcial e tendenciosa. As técnicas usadas na AAE são mais rápidas, mais baratas, necessitando de pequenos equipamentos, podendo trabalhar com dados quantitativos e qualitativos. Porém, em muitos casos, técnicas mais robustas e replicáveis deverão ser necessárias, particularmente aonde a decisão é contenciosa ou onde os impactos ambientais são complexos: cumulativos, reversíveis, etc.

Partidário (2007) considera que a metodologia da AAE adota uma abordagem estratégica fundamentada numa perspectiva de longo prazo, holística, transversal e muito focalizada em poucos, mas significativos, fatores de análise que são estratégicos para a decisão. O âmbito da AAE inclui aspectos de natureza física, ecológica, social, cultural e econômica. Enquanto abordagem estratégica, a AAE tem para esta autora, três objetivos muito concretos:

- Assegurar a integração de considerações ambientais, sociais e econômicas nos processos de planejamento, de programação e de elaboração de política;
- Detectar oportunidades e riscos, avaliar e comparar opções alternativas de desenvolvimento enquanto estas ainda se encontram em discussão;

- Contribuir para o estabelecimento de contextos de mais adequados à futuras propostas de desenvolvimento.
- Com estes objetivos, a AAE poderá contribuir igualmente para:
- Assegurar uma visão estratégica e uma perspectiva alargada em relação às questões ambientais, num quadro de sustentabilidade;
- Auxiliar na identificação, seleção e justificação de opções ganhadoras face aos objetivos ambientais e de desenvolvimento;
- Contribuir para a discussão de grandes opções e para uma decisão mais sustentável em termos ambientais, sociais e econômicos;
- Detectar problemas e oportunidades estratégicas nas opções em análise e facilitar a consideração de impactos cumulativos;
- Sugerir programas de seguimento, através de gestão e monitorização estratégica;
- Assegurar processos participados e transparentes, que envolvam todos os agentes relevantes;
- Promover decisões mais integradas em relação aos diversos pontos de vista relevantes (definidos em função de fatores técnicos e de valores político-culturais), (Partidário, 2007).

A OCDE (2007) entende que não existe um método único que seja o melhor para a análise de impactos. Devem-se selecionar os enfoques apropriados, dependendo do problema a ser estudado. A identificação e avaliação das opções apropriadas pode se sustentar mediante a construção de cenários futuros e das metodologias de natureza retroanalítica. Para Fischer (2007), métodos usados na AAE ajudam, por exemplo, a simplificar questões complexas sobre consideração em decisões estratégicas nos níveis de tomadas de decisão. Um mapa de superposição aplicado no espaço definido pela AAE fornece um bom exemplo de como isto pode ser alcançado, sumarizando a sensibilidade espacial de vários aspectos ambientais baseados em dados, por exemplo, para fauna e flora, solos, água, áreas protegidas e outros aspectos. Ainda conforme este autor, métodos e técnicas deverão provar ser úteis e efetivos e facilitar a consulta e participação pública. Neste contexto, transparência é crucial. Um modelo de predição que funcione e que pode apenas ser compreendido pelo programador não é provável que suporte efetivo envolvimento. Neste caso, alguns autores tem arguido que técnicas qualitativas podem ser preferível a técnicas quantitativas. No entanto, confiar inteiramente sobre técnicas qualitativas pode também levar as pessoas a questionarem a validade da AAE devido à falta de evidências e rigor científico.

De acordo com Oñate et al.(2002), para se compreender a metodologia da AAE é necessário ter presente o que se quer extrair da avaliação. A figura 28 exemplifica esta questão.

De forma geral, a figura 28 mostra vários aspectos de relevância tanto para a escolha das metodologias da AAE como para os ajustes metodológicos e que podem ser resumidos da seguinte forma:

- Análise da PPP, considerando o seu contexto administrativo e sócio-político relacionado;
- Análise do território (considerando as prioridades de conservação e desenvolvimento sustentável do mesmo);
- Avaliação dos objetivos da PPP;
- Identificação e diagnóstico dos efeitos da PPP;
- Adoção das medidas e recomendações para integrar ambientalmente a PPP;
- Desenho de um sistema de seguimento para controlar se a evolução real da PPP e de seus efeitos se ajusta ao previsto na avaliação;
- Participação pública em todas as fases.

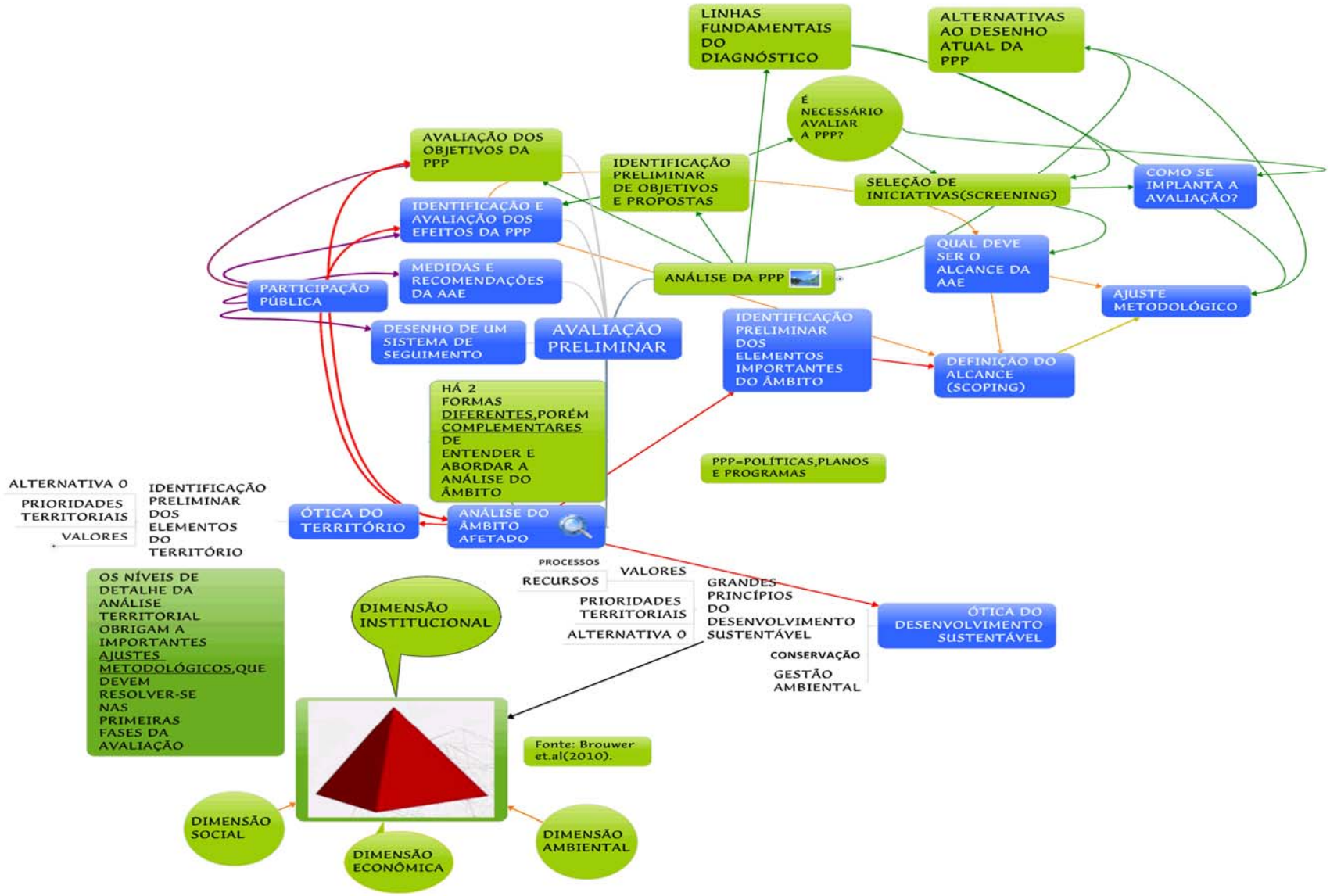
Conforme Oñate et al.(2002) e baseado na figura 29 existem uma série de fases na qual se estruturam as linhas mestras da metodologia geral da AAE. Na primeira, a fase de avaliação preliminar, o objetivo é responder as três perguntas seguintes:

- É necessário submeter à PPP a avaliação?
- Qual devem ser os aspectos relevantes da avaliação?
- Como se vai fazer a avaliação?

Como consequência das duas primeiras perguntas tem-se que realizar uma AAE prévia que incorpore as seguintes tarefas, de acordo com a figura 29:

- Uma análise preliminar da PPP;
- Uma análise preliminar do âmbito no qual a AAE se aplica;
- Uma identificação preliminar dos seus efeitos.

Figura 28. Esquema Metodológico - Tarefas e resultados da avaliação



Fonte: Adaptado de Oñate et.al (2002).

Nesta etapa, de acordo com estes autores, o caráter inicial da análise obriga a se trabalhar com pouca informação. Nesta fase as metodologias indicadas são:

- A opinião de especialistas;
- As diretrizes e prioridades tornadas públicas pela administração ambiental;
- A contribuição dos agentes sociais os quais expressam as suas preocupações, opiniões e posições através de procedimentos de participação pública.

Finalmente a terceira pergunta obriga a se reflexionar sobre os ajustes metodológicos que tem que se realizar em cada caso concreto, no qual vai necessitar a segunda fase da AAE: A análise da PPP. Nesta fase, conforme indicam os autores citados, é necessário deixar perfeitamente identificado, quatro aspectos que também obrigam a ajustar a metodologia da AAE, tal como é indicado na figura 28:

- Quais são as linhas fundamentais do diagnóstico na qual se apoia a PPP?
- Quais os seus objetivos?
- Qual é o conjunto de propostas desenhado para alcançá-los?
- Quais são as possíveis alternativas ao desenho atual da PPP?

A figura 28, também mostra que os ajustes metodológicos também são dependentes da análise do âmbito, uma vez que este pode ser abordado tanto da perspectiva do território como do desenvolvimento sustentável e obriga ao ajuste da metodologia na dependência da perspectiva que se vai abordar a AAE.

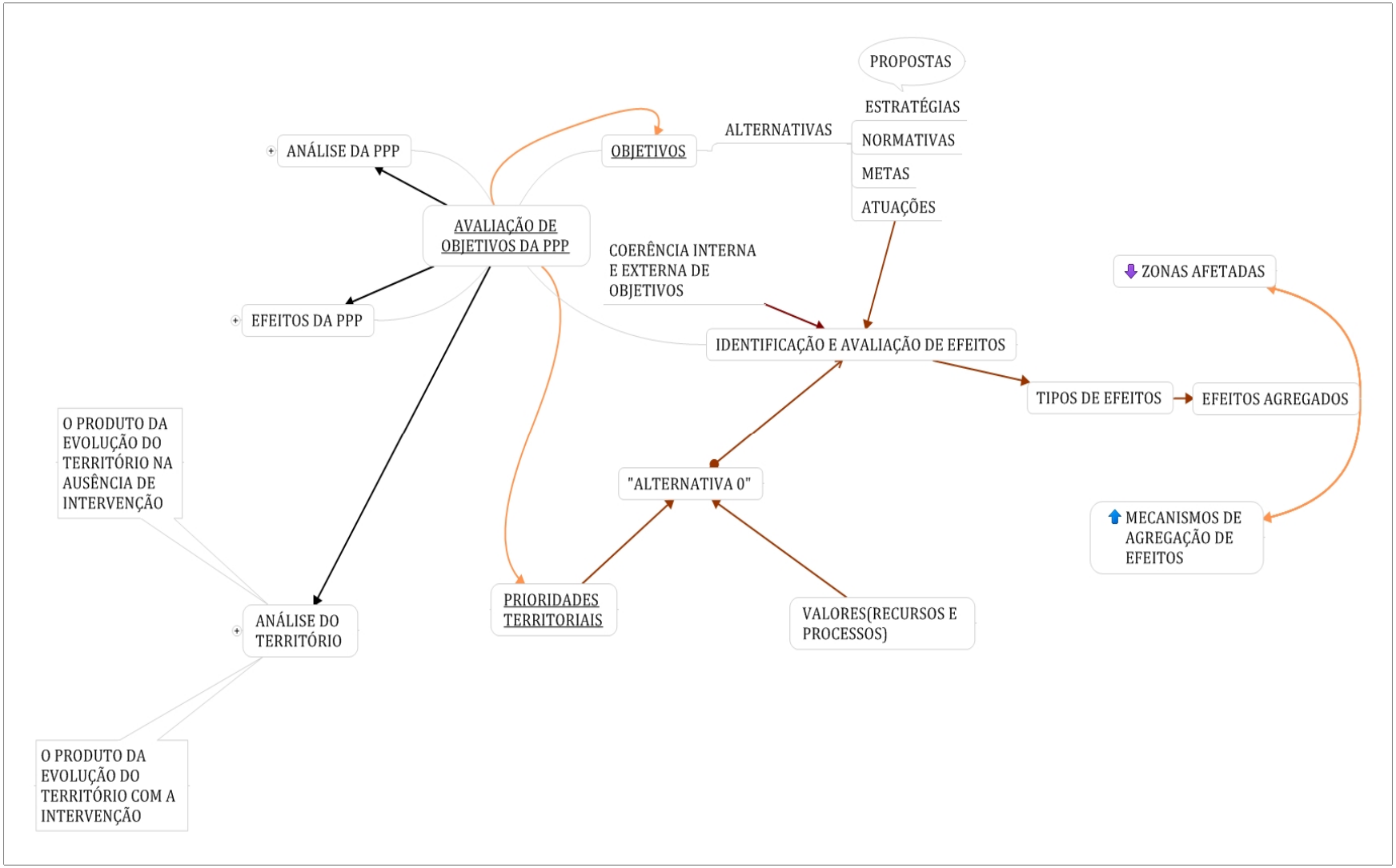
A identificação e avaliação dos efeitos da PPP, conforme Oñate et. al. (2002) é mostrada na figura 29.

Para os autores citados, esta fase é o núcleo central do processo de AAE e a metodologia para identificar e avaliar os efeitos da PPP incorpora três elementos chaves:

- Análise dos objetivos da PPP que podem incluir tanto um estudo da coerência externa do sistema de objetivos, em relação com as prioridades territoriais em matéria de meio ambiente, coerência interna, de tal forma que se analisa as exigências do PPP a qual permite, por sua vez, identificar conflitos e incompatibilidades adicionais;
- A identificação e avaliação dos efeitos de cada medida proposta na PPP, em relação com a “Alternativa “0”;

- A análise dos efeitos agregados, que incluem um diagnóstico das possíveis tipologias de impactos, os mecanismos de agregação e sua distribuição e localização espacial.

Figura 29. Identificação e avaliação dos efeitos da PPP (Política, Plano e Programa).



Fonte: Adaptado de Oñate et.al (2002).

Oñate et al. (2002) alertam para a aparente similitude desta fase de identificação e avaliação de efeitos da AAE com a mesma fase da AIA e esclarecem não ser correto aplicar o mesmo enfoque e nem as mesmas técnicas, uma vez que uma primeira diferença se relaciona com as circunstâncias na qual a AAE deve considerar os impactos e estas seguem se acentuando no âmbito político do processo de tomada de decisão. Ademais as propostas da AAE se movem mais no âmbito dos princípios e dos objetivos estratégicos do que em projetos concretos e localizados. Não se trata de que as técnicas da AIA não sejam úteis a AAE, mas sim que elas devam ser combinadas com outros enfoques.

O método da participação pública na AAE, conforme Therivel (2004), não é apenas um tema de eficácia política e legitimação, mas também uma fundamental matéria de rigor analítico. Este autor, no entanto, reconhece que a AAE facilita a participação pública na teoria e não na prática. Tradicionalmente, a AAE tem sido desenvolvida com pequena participação pública. Entretanto, esta participação é o princípio chave da sustentabilidade e está consoante com a Convenção de Aarhus[6] que garante a participação pública em todas as fases do plano estratégico. Em alguns países, a escassa participação pública na AAE tem sido relacionada a dificuldades de implantação da AAE. Wu et al. (2011), reconhece que no presente, a participação pública na China, em relação à AAE é limitada. De acordo com este autor, quando profissionais foram entrevistados em pesquisa, revelaram a presunção de que o público não é capaz de avaliar problemas ambientais cientificamente. Para Therivel, no entanto, a participação pública pode contribuir para garantir que os dados do *baseline* sejam compreensíveis e que todos os problemas das definições de sustentabilidade e ambiente sejam compreendidos. A participação pública também traria para a AAE, de acordo com este autor, identificações inovativas, sustentabilidade, identificações de medidas de mitigação e garantiria a efetiva implantação estratégica.

Almeida et al. (2008), define técnicas ou métodos de avaliação ambiental, os instrumentos que têm por objetivo identificar, caracterizar e sumariar os impactos de um determinado projeto ou programa. Existe a disposição das avaliações de impactos ambientais uma grande variedade metodológica, com mais de cem métodos descritos para os mais distintos propósitos e situações. Ainda de acordo com este autor, ao selecionar o método de avaliação ambiental e de tomada de decisão, devemos levar em consideração a avaliação de poucas/várias

[6] A Convenção da UNECE sobre Acesso à Informação, Participação do Público no Processo de Tomada de Decisão e Acesso à Justiça em Matéria de Ambiente (Convenção de Aarhus) foi adotada em 25 de Junho de 1998, na cidade dinamarquesa de Aarhus, durante a 4ª Conferência Ministerial "Ambiente para a Europa". Entrou em vigor em 30 de Outubro de 2001, concluído o processo de ratificação por 16 países membros da UNECE e pela União Europeia, conforme previsto no seu Art.º 20º.

alternativas, a utilização de poucos/vários critérios de avaliação, o uso de análise qualitativa ou quantitativa, a primazia segundo critérios ou peso qualitativo e o uso de formas de avaliação associativas ou não, com o objetivo de comparar as alternativas. Ao exemplificar o uso dos métodos de predição de impactos para a AAE, Therivel (2004) determina primeiramente o objetivo da predição: identificar vários aspectos da ação estratégica ligados a futuros impactos que ajude neste estágio de avaliação, a formar um julgamento sobre a significância destes impactos. O impacto de uma ação estratégica seria então a diferença entre as condições ambientais/sustentabilidade com e sem impactos. Para este autor os típicos estágios na "predição" seriam:

1 - Predizer quais ações estratégico-alternativas parecem melhor, considerando os seguintes aspectos:

- Quais atividades deverão provavelmente ocorrer?
- Aonde estas atividades provavelmente ocorrerão?
- Quando elas devem provavelmente ocorrer?

2 - Determinar para cada objetivo ambiental/sustentabilidade ou indicador, a área geográfica sobre a qual as predições estão sendo feitas e a escala de tempo para a predição. Esta escala pode variar de indicador para indicador.

3 - Predizer a provável alteração do *baseline* ambiental causada pela ação estratégica e as alternativas.

4 - Análise nos termos de:

- Se os impactos são positivos ou negativos;
- Sua magnitude (grande ou pequeno impacto);
- Sua distribuição espacial;
- Sua duração (nos termos longo ou curto);
- Se eles são reversíveis ou irreversíveis;

Possíveis aplicações de técnicas de avaliação e predição na Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) são mostradas na tabela 1.

Tabela 1. Possíveis aplicações de técnicas de avaliação e predição, na AAE.

TIPO DE TÉCNICA	TÉCNICA	ESTÁGIOS DA AAE				
		BASELINE DESCRIÇÃO	IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS	PREDIÇÃO DE IMPACTOS	AVALIAÇÃO DE IMPACTOS	ASSEGURAR COERÊNCIA
PARTICIPAÇÃO QUALITATIVA	JULGAMENTO DE ESPECIALISTAS	✓	✓	✓	✓	✓
	PARTICIPAÇÃO PÚBLICA	✓	✓		✓	
	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA	✓			✓	
MAPEAMENTO E ANÁLISE ESPACIAL SIMPLES	MAPAS DE SUPERPOSIÇÃO	✓		✓		
	SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	✓		✓	✓	
	ANÁLISE FRACIONADA DO SOLO			✓		
PREDIÇÃO DE IMPACTOS	ANÁLISE DE REDE		✓	✓		
	SOFTWARE DE MODELAGEM			✓		
	CENÁRIOS E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE			✓		
AVALIAÇÃO DE IMPACTOS	ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO				✓	
	ANÁLISE DO CICLO DE VIDA			✓	✓	
	PEGADA ECOLÓGICA				✓	
	ANÁLISE MULTICRITÉRIO				✓	
	ANÁLISE DE VULNERABILIDADE			✓	✓	
	AVALIAÇÃO DE RISCOS			✓	✓	
DIVULGAÇÃO DO PLANEJAMENTO	AVALIAÇÃO DE COMPATIBILIDADE					✓

Fonte: Therível, 2004.

De acordo com Therivel (2004) é necessário considerar diversos fatores para escolher as técnicas da AAE mais apropriadas. Os fatores a serem observados são os seguintes:

- Tipos de decisões a serem tomadas: a escala (internacional, nacional, regional, local) e tipo estratégico (política, plano, programa) da ação estratégica. Perspectivas qualitativas são muitas vezes aplicáveis para nível de políticas e ações estratégicas para larga escala, apesar de que técnicas quantitativas podem ser mais relevantes em nível de programa e em pequena escala.
- O tipo de decisão: algumas técnicas são particularmente boas para identificar medidas de mitigação, ou ajudando na escolha dos locais, ou tomando decisões políticas amplas;
- Definição do seu público alvo: as técnicas mais científicas podem ser apropriadas para uma audiência de especialistas, mas não para participação pública e vice-versa;
- O contexto no qual a AAE está sendo aplicado: se a decisão for uma política contenciosa, escolha entre umas poucas e distintas alternativas (a mais científica) técnicas baseadas em dados que evitem a possibilidade de equívocos. Estas deverão ser

as mais apropriadas. Muitas técnicas podem ser requeridas em condições de mudanças legais, aonde a AAE resulta necessária para ser capaz de enfrentar intenso escrutínio;

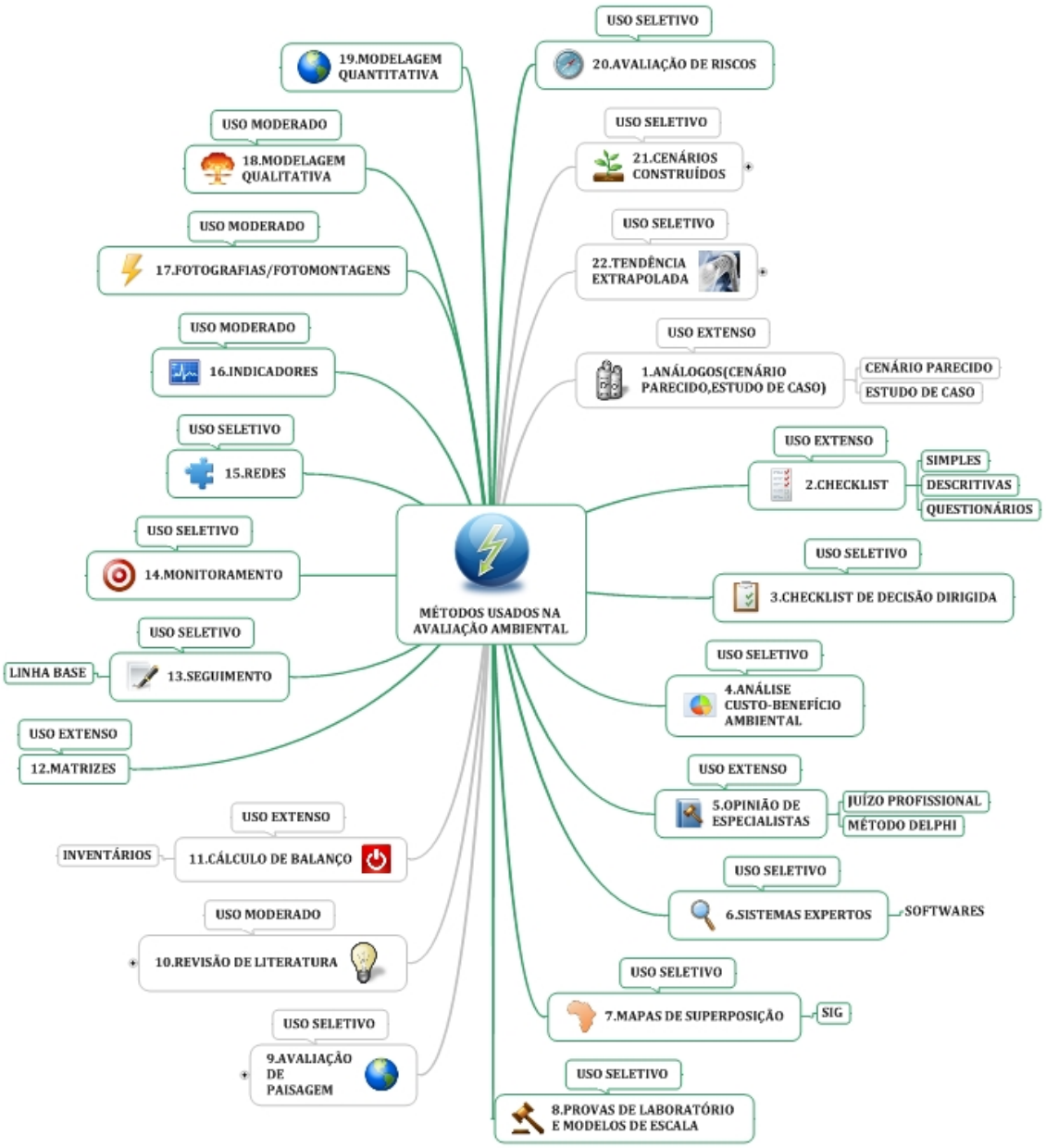
- O tempo disponível: muitos dados complexos e técnicas intensivas especializadas são boas aonde se dispõe de tempo razoável para realizar a AAE. Entretanto, técnicas mais rápidas e menos sofisticadas pode ser a medida necessária para manter o ritmo do processo de tomada de decisão;
- Os recursos, equipe e equipamentos disponíveis: algumas técnicas requerem facilidade com computadores, profissionais especializados em processamento de novos dados, o qual pode não estar disponível no tempo necessário para a AAE;
- Por outro lado, isto não pode servir de desculpas ("sinto, nós não temos os recursos e assim não seremos capazes de fazê-lo"): Esta pode ser uma boa oportunidade para identificar quais os recursos que AAE pode requerer e iniciar medidas para obtenção destes recursos;
- Quais tipos de dados às técnicas requerem como entrada: algumas técnicas requerem pouco ou nenhum dado, outras requerem um grande conjunto de dados e não se pode trabalhar até que todos estejam prontos;
- Tradição e mentalidade: em alguns países ou situações, algumas técnicas são simplesmente mais aceitáveis do que outras. Em particular, técnicas que ofereçam menor resistência e que sejam percebidas como as mais adequadas para alguns, podem, infelizmente, não ser para outros, enquanto técnicas mais abrangentes podem desperdiçar recursos.

Para Therivel (2004) é vital que o processo da AAE mantenha ritmo com a tomada de decisão que muitas vezes ocorre de forma rápida. Isto significa que as técnicas que tomam muito tempo e requerem muitos dados e que são detalhadas são muitas vezes inapropriadas. Quanto à classificação de metodologias para a avaliação ambiental, Calderón (2009), distingue três tipos: 1. Canter e Sadler; 2. Bolea; 3. Garmendia.

A classificação mais aceita e usada no mundo, segundo este autor, é a de Canter e Sadler, que é dirigida para a identificação e valoração de impactos ambientais, com as suas respectivas frequências de uso[7] e na qual é apresentada na figura 30.

Figura 30. Classificação de metodologias para identificação e valoração de impactos ambientais, de acordo e a frequência de uso de cada uma delas.

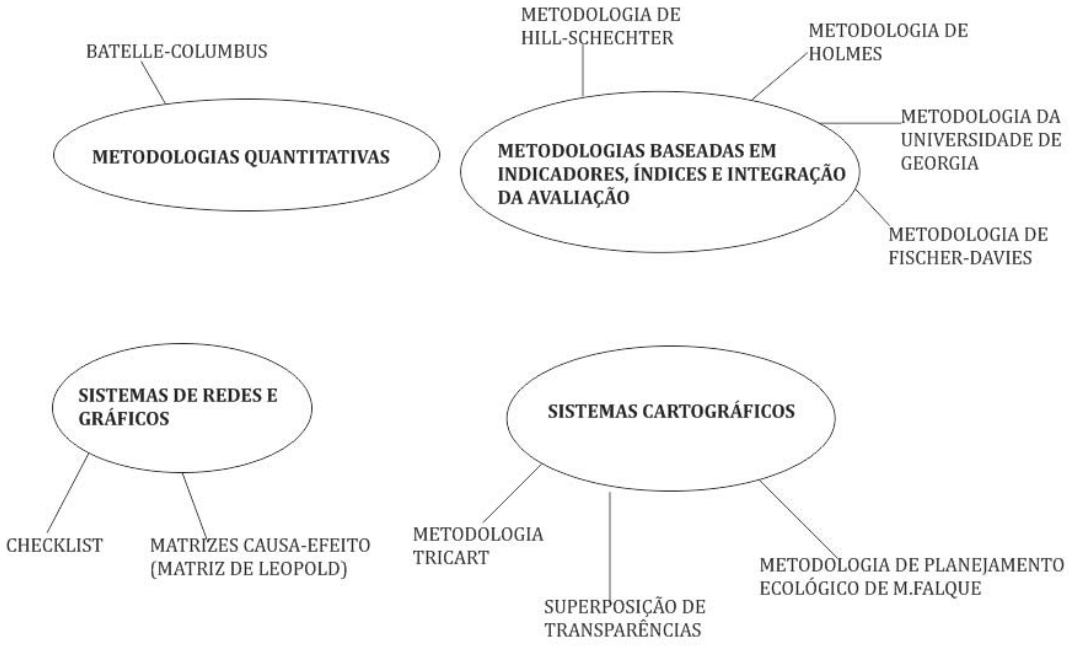
[7] **Seletivo**: Uso limitado da metodologia por requerer informação, haver pouco conhecimento da mesma, o ser uma metodologia em construção ou emergência. **Moderado**: Usado regularmente para diferentes tipos de avaliações em diferentes lugares. **Extenso**: Usado amplamente em diferentes países que exigem avaliações ambientais.



Fonte: Calderón, 2009.

São 22 técnicas usadas nesta classificação que possuem frequência de uso variada. A classificação da metodologia de Bolea, conforme Calderón (2009) é vista na figura 31 e a de Garlandia na figura 32.

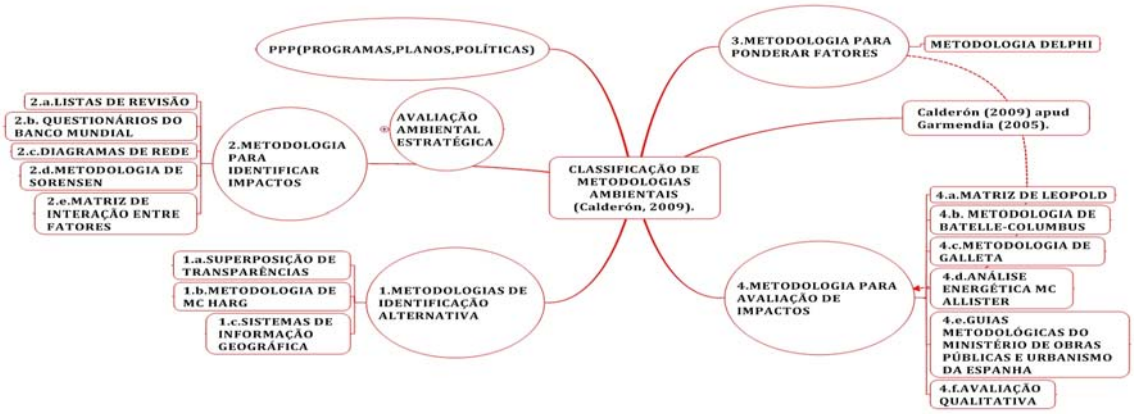
Figura 31. Classificação de Metodologia de Avaliação Ambiental, de Bolea.



Fonte: Calderón, 2009.

Wellington et al. (2007), descreve os métodos e ferramentas usadas na AAE como um grupo heterogêneo incluindo métodos políticos, dialógico e participativo, como também, tradicionalmente, ferramentas tecno-racional. Ambas as contribuições recomendam que a comunidade da AAE procure maximizar sinergias entre os métodos “políticos” e “técnicos”, abandonando qualquer tentativa de polarizar o debate e a prática, desde que as métodos mais apropriados são muitas vezes uma combinação de ambas as tipologias. Juntos, estes três componentes capturam a dimensão sistêmica e estratégica da AAE.

Figura 32. Classificação de Metodologia de Avaliação Ambiental, de Garlandia.



Fonte: Calderón, 2009.

As metodologias apresentadas nas figuras 30, 31 e 32 são usadas tanto na AIA como na AAE.

Para a Avaliação Ambiental Estratégica, no marco da cafeicultura sustentável, na Colômbia, o MAVDT (2006), adotou a técnicas da "janela de decisão", baseada num conjunto de princípios propostos pelo ANSEA[8], tais como: integralidade, oportunidade, transparência, participação e credibilidade.

Rodrigues et al. (2010), descrevem as principais técnicas de avaliação ambiental usadas na agricultura pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. As técnicas usadas são as seguintes:

- Indicadores construídos e usados de acordo com os objetivos de sustentabilidade agrícola;
- Análise multicritério;
- Uso da proposta de indicadores de impacto (Esterhuizen and Liebenberg, 2001), integrados a "checklist" de decisão dirigida, no qual dados originais obtidos em pesquisa de campo são normatizados dentro de unidades não dimensionais para permitir escalas cruzadas e agregação multivariadas;
- Elaboração de um sistema de avaliação de impactos ambientais na agricultura, levando em conta as premissas metodológicas dos itens anteriores, baseada sobre indicadores objetivos e construído sobre uma larga e flexível plataforma, para aplicação aceitável numa ampla diversidade de atividades agrícolas, denominado de "Sistema para Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica da Agricultura".

[8] O projeto de pesquisa europeu, ANSEA (Towards an Analytical Strategic Environmental Assessment-2002), desenvolveu uma proposta para um modelo de procedimento da AAE baseada numa crítica radical de que o conceito de "impacto" deveria se tornar o foco da dimensão ambiental da decisão estratégica (Caratti et al, 2004).

Pereira *et al*. (2006), propõem usar a AAE na luta contra a fome e a pobreza e consideram que todas as estratégias de mitigação e adaptação da população vitimada pela fome devam se originar destas vulnerabilidades. As seguintes metodologias são propostas pelos autores para alcançar os objetivos da AAE:

- Participação pública;
- Análise dos impactos cumulativos e dos efeitos globais;
- A avaliação dos efeitos culturais
- Processos de capacitação.

Estes autores realçam a ideia de que a AAE não deva se centrar apenas nas variáveis físicas e bióticas clássicas, mas que também deva integrar as variáveis ambientais, sociais e econômicas do desenvolvimento para potencializar a sua capacidade como ferramenta para a gestão do desenvolvimento sustentável.

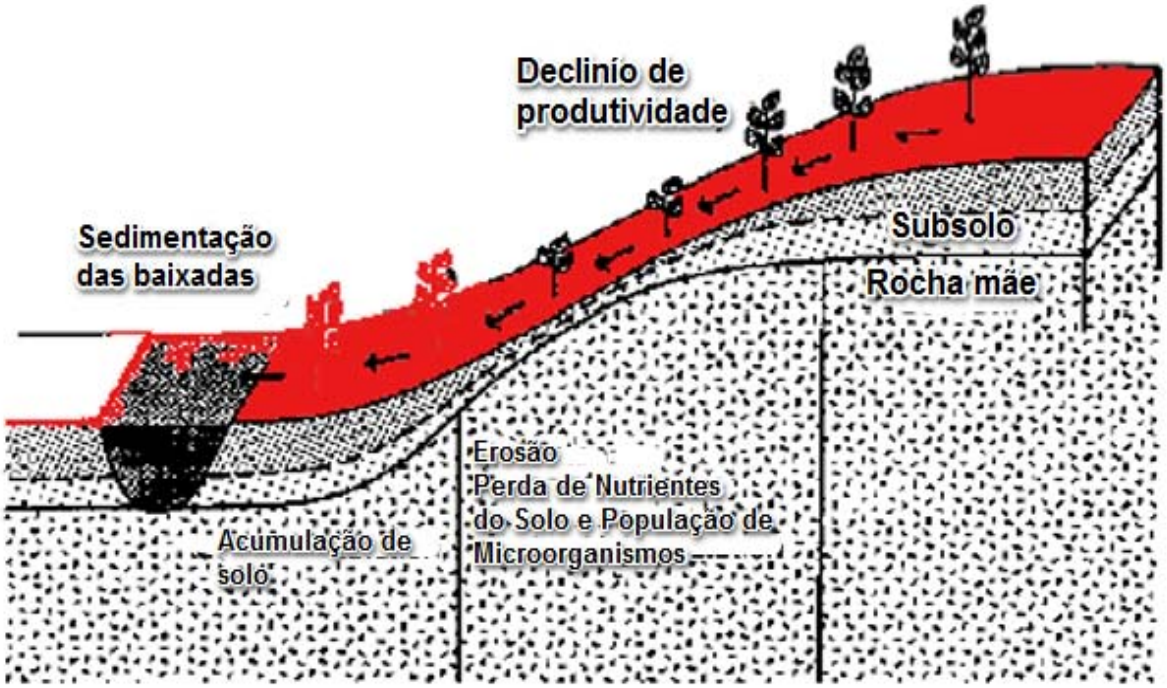
A FAO (2004) usou na sua pesquisa sobre Avaliação Ambiental Estratégica para a cadeia produtiva da mandioca um conjunto de técnicas diversificadas para medir o impacto do plantio e processamento da mandioca no meio ambiente e na biodiversidade. Em relação ao plantio, este órgão faz uso de indicadores destinados a disponibilizar informações sobre os efeitos do cultivo da mandioca na perda da fertilidade do solo, no índice de nutrientes removidos pela colheita, na determinação dos fatores de erosão hídrica e eólica, comparando estas perdas ocasionadas pela mandioca com outras culturas agrícolas. Para a biodiversidade, usou inventários e avisos de alertas para o efeito do cultivo da mandioca na biodiversidade de áreas do semiárido do nordeste do Brasil, área comum da presente tese. As técnicas utilizadas pela FAO são sumarizadas abaixo:

- Uso de indicadores;
- Uso de matriz de identificação de magnitudes de impactos;
- Uso de checklist para as espécies de plantas e animais ameaçadas pelo cultivo da mandioca;
- Análise de solos;
- Mapas edafo-climáticos;
- Diagramas de fluxos;
- Revisão de literatura;

- Representação conceitual para predição de impactos.

Um exemplo usado pela FAO (2004) da representação conceitual para predição de impactos no cultivo da mandioca é mostrada na figura 33.

Figura 33. Representação conceitual de diferentes efeitos da erosão em várias partes do perfil do solo.



Fonte: FAO, 2004.

1.5 ESTÁGIOS DA AAE

É necessário antes de discorrer sobre os estágios da AAE, entender os modelos ou tipos existentes de AAE. Bina (2007) identifica três tipos de concepções de AAE, no qual se refere como linhas básicas de argumentação e que é mostrado na tabela 2.

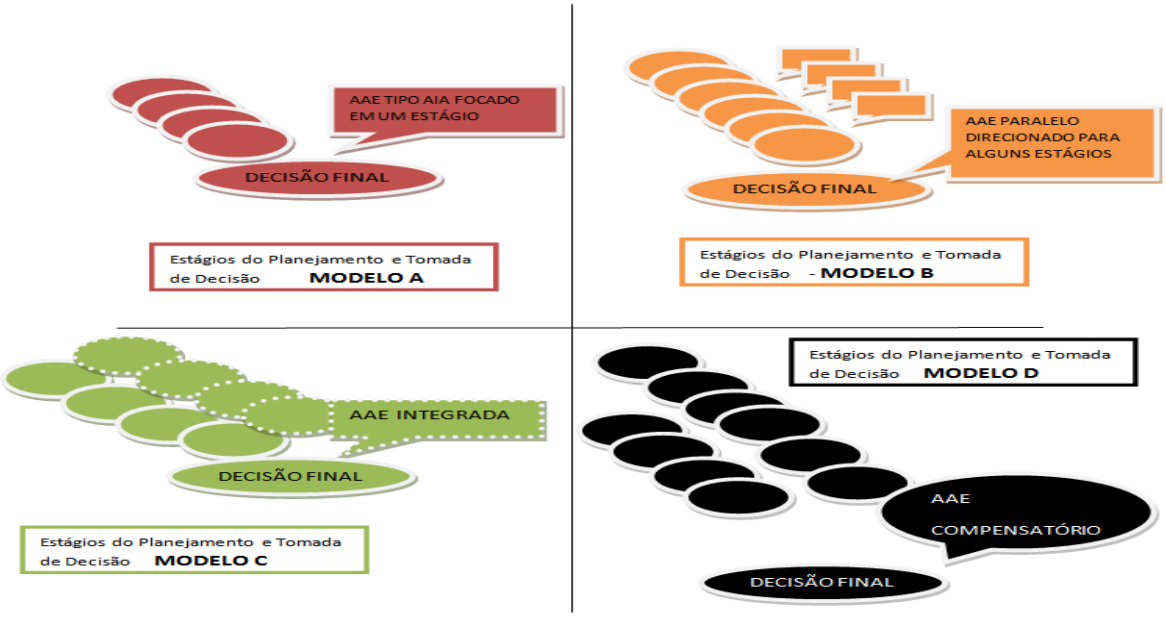
Tabela 2. As três linhas de argumentação, tipos de AAE, que suportam o desenvolvimento da AAE.

Primeira linha de argumentação	Associado ao termo "Estratégico"	A dimensão estratégica da AAE, ligada à escassez de avaliações ambientais de PPP.
Segunda linha de argumentação	Associado aos termos "procedimentos", "métodos" e "ferramentas"	A estrutura da dimensão metodológica da AAE em resposta as limitações da AIA e a ênfase sobre o binômio *processo* versus *técnica.*
Terceira linha de argumentação	Associado ao termo "objetivo"	O objetivo da AAE seria intensificar a referência na contribuição para o Desenvolvimento Sustentável.

Fonte: Bina, 2007.

A primeira linha de argumentação está essencialmente ligada ao conceito mais amplo, especialmente o objetivo da AAE. A tendência neste caso tem sido a de equacionar o caráter estratégico, (identificado pelo adjetivo "estratégico" na expressão AAE) com a natureza das PPPs. A segunda linha de argumentação foca sobre o papel da AAE e a sua aproximação com processos, métodos e ferramentas. A terceira linha enfatiza a ligação AAE- sustentabilidade e reforça a original compreensão que sustentava a concepção da Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), (Bina, 2007). Esta autora acrescenta que o caminho no qual a AAE evoluiu sugere que o significado do termo "estratégico" primeiramente caracterizou a relação entre avaliação e o processo completo de planejamento. Ademais, na sua origem a AAE foi definida como um mecanismo relacionado com o ambiente natural. Bina (2008), baseada nestas três linhas de argumentação, apresenta quatro tipos de modelos existentes para a AAE, representada na figura 34, abaixo.

Figura 34. A variação de modelos de AAE.



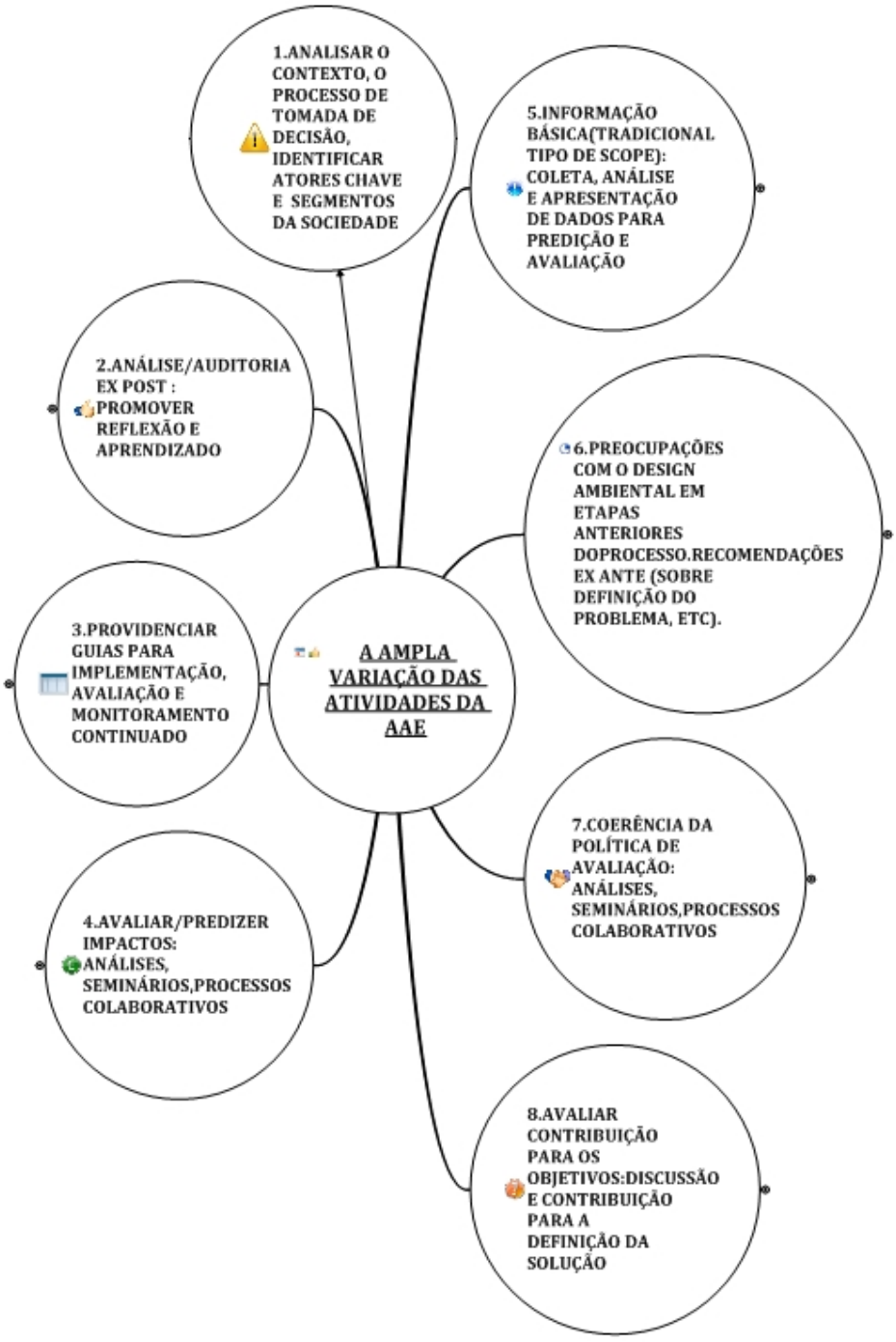
Fonte: Bina, 2008.

De acordo com Bina (2008), a figura 34 sugere que as práticas da AAE podem ser categorizadas de acordo com quatro modelos dos quais os profissionais tendem a combinar sobre uma base específica. A herança da AIA (Modelo A), no qual foi parcialmente responsável pela a AAE, com foco antes do relato do momento da avaliação do impacto, foi sendo diluído pela adoção na prática cotidiana de uma variação de modelos mais robustos. Os modelos B e C representam um movimento em direção mais próxima da integração entre o planejamento e o processo de avaliação. O modelo D é o mais comum em contextos de desenvolvimento aonde o próprio planejamento apresenta fraqueza e a AAE é compensada por uma falta do pensamento estratégico e do planejamento. A ampla variação das atividades da AAE é mostrada na figura 35.

Para Bina (2008), um importante aspecto da figura 35 é o rebaixamento da *predição* e *avaliação* (item 4 na figura), em favor de uma variação de atividades. *Predição* e *avaliação* sofreram mudanças e se tornaram mais abertas a métodos participativos. E significativamente eles estão se tornando mais secundários para muitas tarefas auxiliares na qual podem muitas vezes, responder melhor a mudanças da integração do ambiente dentro das políticas públicas. Os itens 2,3,7 e 8 na figura 35 representam estas mudanças, na qual varia de uma nova ênfase sobre tarefas prévias para completar novas funções coordenadas pela AAE. Ainda de acordo com Bina (2008), o item 4 da figura 35 tem sido expandida para incluir mais análises sistemáticas do contexto institucional, o processo de tomada de decisão e os atores chave, além dos segmentos da sociedade que deverão estar envolvidos nos processos preliminares da AAE (o item 1 da figura 35). Além do mais, a necessidade para antecipar e influenciar eventos tornou-

se gradativamente relevante também para a negociação e debate que acompanham decisões chaves e momentos de políticas públicas, como o problema da definição, coerência política e o conjunto de objetivos (figura 35).

Figura 35. A ampla variação de atividades da AAE.



Fonte: Bina, 2008.

Os estágios da AAE são apresentados por Bina (2008), na tabela 3.

Tabela 3. Exemplos de estágios da AAE tomada de uma variedade de fontes.

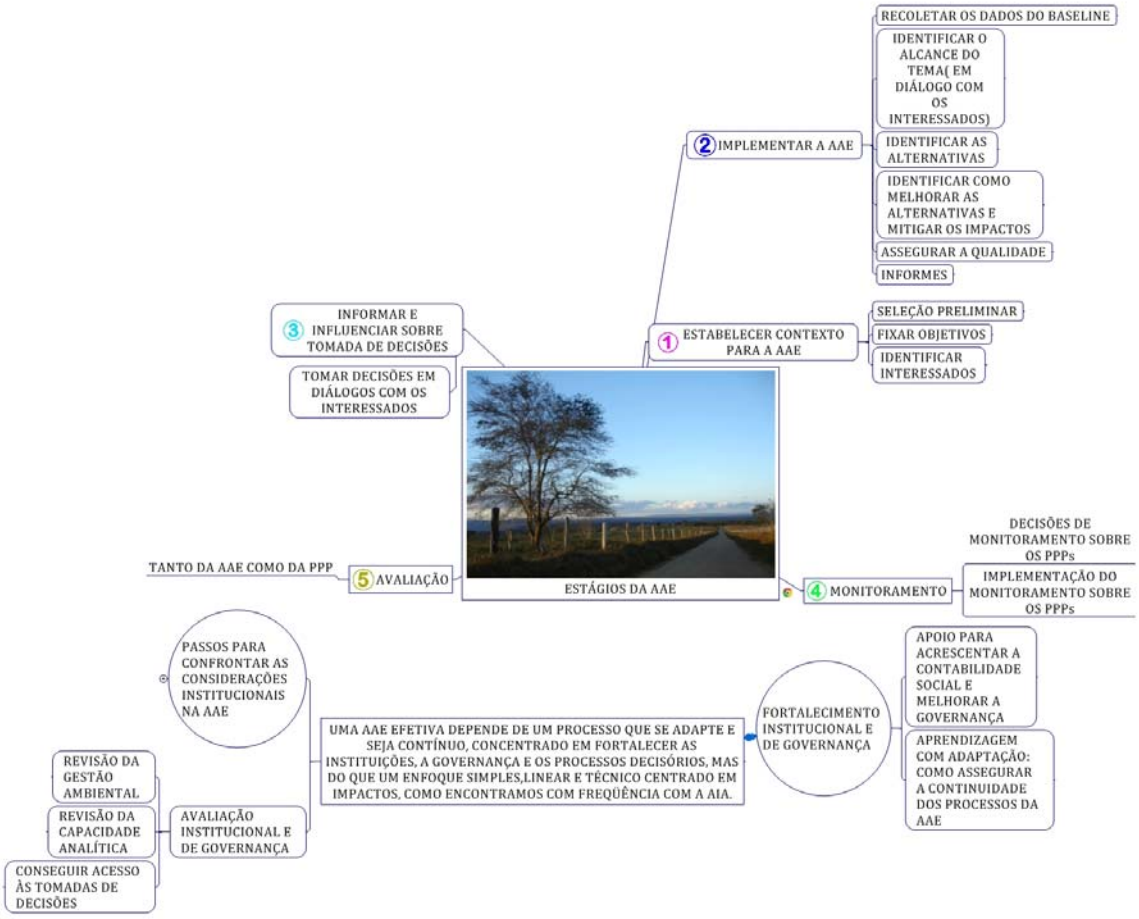
AAE	AAE e Fundos Estruturais – Planos e Programas	AAE – Tomada de Decisão	Fases em Geral – Sistemas Estruturados para a AAE
Seleção Preliminar	Avaliação da Situação Ambiental	Razões para Usar a AAE	Fase I: Avaliação da Situação Ambiental Existente (*Scoping*)
Objetivos	Objetivos, Alvos e Prioridades	Quem são os Envolvidos?	Fase II: Descrição das Alternativas
Mix de Opções (Produção de uma Variedade de Cenários)	Rascunho da Proposta de Desenvolvimento	Descrição da PPP	Fase III: Avaliação dos Componentes (Ex: Critério Usado para a Avaliação)
Avaliação (Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais de Diferentes Cenários)	Identificação de Alternativas	Objetivos, Tópico, Alvos e Indicadores	Fase IV: Avaliando os Impactos Potenciais
Seleção de Opções	Avaliação Ambiental	Descrição do Baseline Ambiental	Fase V: Determinando a Significância dos Impactos
	Indicadores Ambientais	Descrição das Alternativas de PPPs	Fase VI: Comparando as Alternativas
	Integração dos Resultados da Avaliação Dentro da Decisão Final	Teste das Alternativas	Fase VII: Identificar as Melhores Opções Ambientais Praticáveis
		Explicar Como a Alternativa foi Selecionada e Por quê?	
		Explicar como a PPP foi Modificada como Resultado do Item Anterior	
		Monitoramento	

Fonte: Bina, 2008.

Para Dalal-Clayton & Sadler (2005) a evolução da AAE pode ser considerada de dois pontos de vista: 1-Derivado da AIA; 2- A análise política e o planejamento são guiados pelo desenvolvimento sustentável. Também Fischer (2007) admite estes dois modelos de AAE. A

OCDE (2007) sugere quatro etapas para realizar a AAE, cada etapa se subdividindo em passos e tarefas, esclarecendo que estas etapas não necessitam ser executadas em sequência. As etapas da AAE, de acordo com a OCDE (2007) são indicadas na figura 36[9].

Figura 36. Estágios da AAE e passos para o fortalecimento da governança.



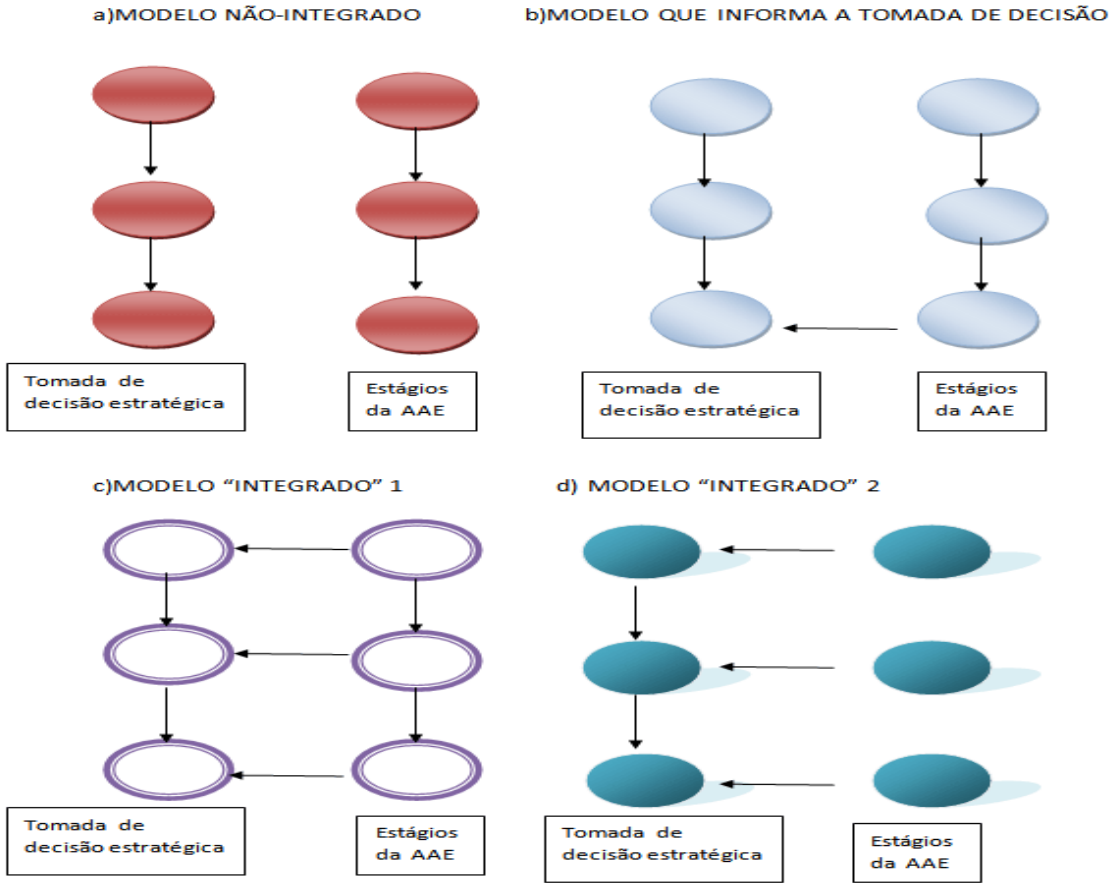
Fonte: OECD, 2007.

Pizella (2010) apud João (2005), concordando com Bina (2008) e OECD (2007), também citam quatro modelos de AAE que são apresentados na figura 37. De acordo com a autora, o modelo (a) demonstra uma prática comum na qual a AAE é realizada como uma avaliação paralela às etapas do planejamento, não influenciando em absoluto as tomadas de decisões. O modelo (b) apresenta a AAE informando seus resultados e possivelmente interferindo na fase final da estratégia. Este modelo não interfere no formato da política plano ou programa. Os modelos "c" e "d" são integrados porque estabelecem um elo entre as múltiplas etapas decisórias do planejamento com as etapas da AAE, possibilitando às autoridades

[9] As quatro etapas escritas no texto correspondem a cinco na figura 36, uma vez que o item Avaliação e Monitoramento (quarta etapa) foram subdivididos.

competentes pela PPP se informar a respeito dos resultados da AAE ao longo da elaboração da ação estratégica e utilizar as análises para tomar suas decisões. Sendo o objetivo da AAE a inserção da variável ambiental na elaboração das PPPs, avaliando sua viabilidade ambiental e melhorando suas estratégias de forma a alcançar a sustentabilidade ambiental, os objetivos da ação estratégica podem ser remodelados em um modelo integrado. Pizella (2010) cita um exemplo da aplicação do modelo integrado “d”, apresentando uma estratégia de transporte que tinha como objetivo garantir o tráfego de todas as formas de transporte e melhorar a economia regional ao mesmo tempo em que se minimizassem os impactos ambientais derivados do uso de veículos motorizados. No entanto, algumas contradições foram encontradas nesta proposta, já que poderia conduzir ao aumento do número de veículos, o que não necessariamente garantiria o acesso da população aos meios de transporte, além de ocasionar problemas ambientais. A elaboração de uma AAE levou à reformulação deste objetivo, que passou a ser o aumento da acessibilidade e a redução da necessidade de se utilizar veículos motorizados de transporte. Deste modo, a AAE contribuiu para mitigar os possíveis impactos negativos e maximizar os positivos da referida estratégia.

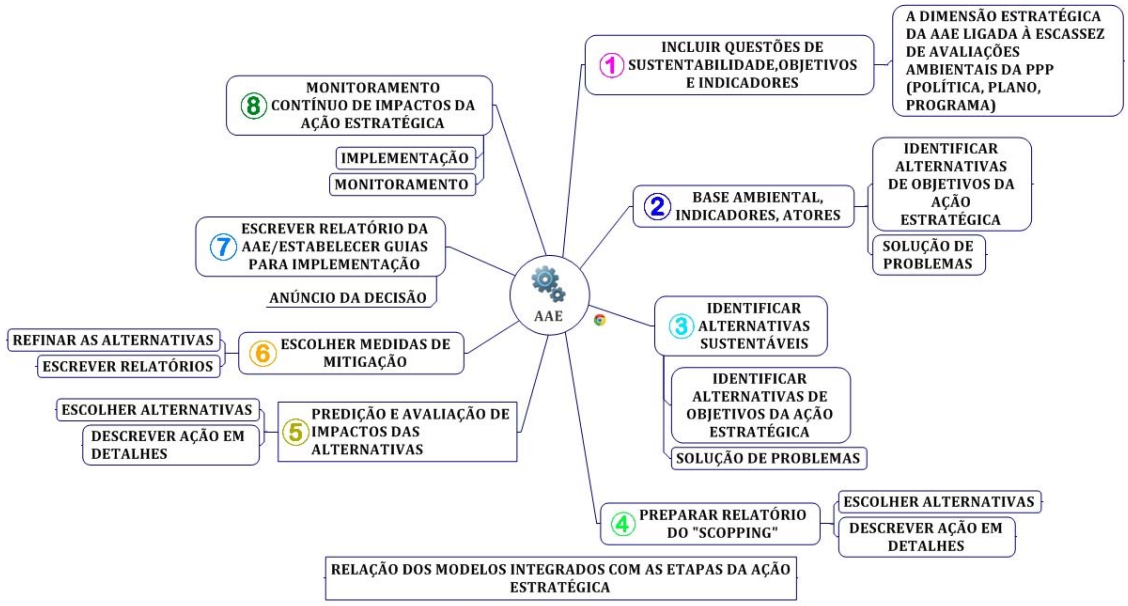
Figura 37. Tipos de modelos metodológicos da AAE.



Fonte: Pizella (2010) apud João, 2005.

A figura 38, baseada em Pizella (2010) e Therivel (2004), mostra a relação dos modelos integrados com as etapas da ação estratégica.

Figura 38. Relação dos modelos integrados com a ação estratégica.



Fonte: Therivel, 2004.

A tabela 4 apresenta esquematicamente os estágios da AAE, as decisões a serem tomadas e o que relatar.

Tabela 4. Estágios da AAE, “o que decidir” e “o que relatar”.

ESTÁGIOS DA AAE	O QUE DECIDIR	O QUE RELATAR
1. Identificar os objetivos da AAE, indicadores e metas.	Quais os objetivos ambientais e de sustentabilidade, metas e/ou indicadores para testar as opções e enunciados do plano.	Lista dos objetivos da AAE, indicadores e metas quando relevantes.
2. Descrever a base ambiental, incluindo tendências futuras; identificar questões e problemas ambientais.	Quais questões e problemas ambientais e de sustentabilidade a serem consideradas durante as tomadas de decisão.	Dados da base ambiental; lista das questões e problemas ambientais e de sustentabilidade relevantes.
3. Identificar as ligações com outras ações estratégicas relevantes.	Quais as outras ações estratégicas influenciam a estratégia em questão e como.	Lista das ações estratégicas relevantes, e quaisquer conflitos ou problemas com a estratégia em questão.
4. Identificar alternativas (mais) sustentáveis para lidar com os problemas e implementar os objetivos da ação estratégica.	Quais alternativas ou opções a serem considerados.	Lista das alternativas ou opções.
5. Preparar o Relatório do Escopo; consulta.	O que incluir no Relatório do Escopo.	Resultados dos estágios 1 a 4; declaração escrita acordada sobre como proceder com os

		estágios subsequentes.
6. Prever e avaliar o impacto das alternativo-enunciados; comparar alternativas; mitigar os impactos da(s) alternativa(s) ou enunciado(s) escolhido(s).	Quais os efeitos das alternativas/opções e enunciados sobre os objetivos e indicadores ambientais e de sustentabilidade; quais as alternativas preferidas; quais medidas mitigadoras a serem incluídas.	Sumários dos efeitos das alternativas/opções e enunciados sobre o meio ambiente e a sustentabilidade; lista das alternativas preferidas; explanação dos motivos de terem sido preferidas; propostas de mitigação.
7. Escrever o Relatório da AAE; estabelecer guias para a implementação.	Como apresentar os dados dos estágios 1 a 6.	Preparar o Relatório da AAE.
8. Consulta	Quem consultar; como responder aos resultados das consultas.	Como os resultados da consulta foram considerados
9. Monitorar os impactos ambientais/de sustentabilidade da ação estratégica.	Como lidar com os impactos negativos da ação estratégica.	Como os impactos da ação estratégica será monitorada e serão lidados os efeitos significativos.

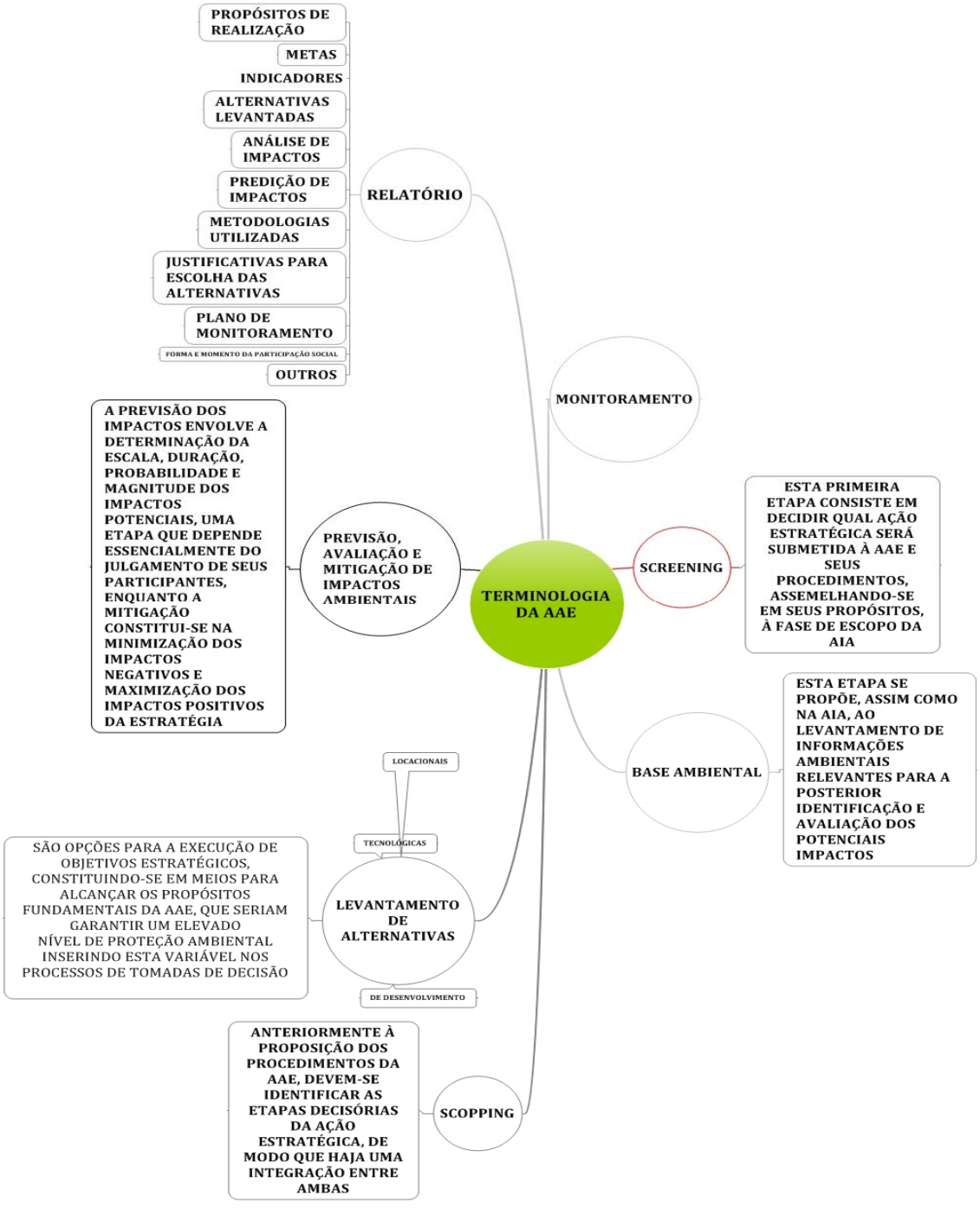
Fonte: Therível, 2004 e Pizella, 2010.

O relatório final da AAE deverá ser publicado em paralelo com o rascunho da ação estratégica e deverá ser disponibilizado para consulta pública como parte do processo de consultoria da ação estratégica. O relatório também deverá estar disponível para a consulta das autoridades ambientais e outras autoridades. O relatório da AAE poderá ser publicado na internet como também ter disponibilizado uma cópia eletrônica (Therivel, 2004). Este autor também sugere os passos para se realizar uma boa AAE:

- Iniciar cedo;
- Envolver os tomadores de decisão;
- Foco sobre a chave ambiental/sustentabilidade;
- Considerar alternativas;
- Aplicar o princípio de precaução;
- Mirar a minimização dos impactos negativos, otimizar os positivos;
- Ser transparente e promover a participação pública na tomada de decisão.

A terminologia usada nas etapas da AAE é mostrada na figura 39.

Figura 39. Terminologia sequencial usada na Avaliação Ambiental Estratégica.



Fonte: Pizella, 2010.

1.6 PERTINÊNCIA DO USO DA AAE NO CULTIVO E APROVEITAMENTO INDUSTRIAL DA MANDIOCA

São poucos os exemplos, encontrados na literatura, da AAE aplicada à agricultura (Therivel, 2005). Duffy (2004) cita que a agricultura é "órfã da avaliação ambiental". Para Therivel (2005), os planos existentes são mais referentes a políticas de mercado agrícola, tratados ou subsídios. Este autor observa que os impactos ambientais ocorrentes na agricultura diferem da maioria dos outros setores: são não pontuais e cumulativos. A AAE pode ser apenas o caminho para identificá-los e manejá-los. Os impactos existentes na agricultura são difíceis de mitigar pelas seguintes razões:

- Muitas medidas de mitigação ficam por conta de agricultores individuais que necessitam de consideráveis recursos e capacidade de realização;
- Muitas das formas de mitigação, como a promoção da agricultura orgânica, ou a etiquetagem de alimentos geneticamente modificados, encontram muitos obstáculos porque eles podem conflitar com acordos de comércio que focam sobre o produto mais do que sobre o processo que conduz ao produto;
- Muitas medidas de mitigação, como subsídios para manejo do solo, mais do que produção de alimentos, têm diferentes efeitos sobre diferentes subsetores agrícolas, tamanho de propriedades e região, com implicações no lucro líquido;
- Outras medidas de mitigação têm impactos sobre os próprios agricultores.
- Políticas de proteção que favoreçam a produção local de alimentos podem trazer impactos nos termos do mercado justo;
- Agricultores têm tradicionalmente baixos salários e têm escasso acesso a serviços. Então eles muitas vezes se sentem negligenciados por decisões políticas urbanas. Considerações da equidade rural-urbana necessitam então ser consideradas na AAE.

Em relação ao uso da AAE para tema de ecossistemas agrícolas e biodiversidade, os estágios da AAE são onde ocorrem o uso de princípios diferentes de outros temas, adicionando novas complexidades. Para a biodiversidade, por exemplo, de acordo com Slootweg et al. (2006), é necessário observar quatro princípios específicos para a avaliação ambiental e que são listados a seguir:

- Parar a perda líquida (no net loss): A perda da biodiversidade deve ser evitada e perdas já ocorrentes devem ser compensadas. Onde for possível agir contra a perda de biodiversidade, esta deve ser identificada e suportada.
- O princípio da precaução: Este princípio age nos casos aonde não podem ser previstos e onde há incertezas sobre as medidas de mitigação. Se um impacto da biodiversidade não pode ser estabelecido com suficiente certeza, a atividade desenvolvida deve parar até que se tenham as informações disponíveis ou na pior das hipóteses, cenários devam ser adotados, considerando-se o impacto na biodiversidade, juntamente com propostas para implantação e manejo para reduzir os riscos ao mínimo aceitável;
- Conhecimento local, tradicional e indígena: são usados na avaliação ambiental para prover um completo e confiável cenário de temas pertinentes a biodiversidade.
- Participação: Diferentes grupos ou indivíduos na sociedade têm interesse na manutenção e uso da biodiversidade. Consequentemente o valor da biodiversidade e dos serviços do ecossistema pode ser negociado com os segmentos da sociedade.

Para a EEA (2010), as mudanças do uso do solo agrícola é a maior causa do declínio da biodiversidade na Europa. Enquanto os sistemas agrícolas têm se intensificado sobre os melhores solos, solos pobres têm sido abandonados ou desmatados. O tradicional sistema agrícola de baixa intensidade com alto valor natural tem gradual e regularmente desaparecido. A biodiversidade do solo é a mais desconhecida e negligenciada. A riqueza das espécies abaixo da superfície do solo é certamente bem maior do que acima da superfície, mas a maior parte dos organismos de solo é ainda desconhecida. EEA (2010) apud Turbé et al.(2010), estimou numa investigação que apenas 1% das espécies de microrganismos de solo são conhecidas. Esta biodiversidade sustenta processos e serviços do ecossistema que são essenciais para a agricultura, como a formação do solo, a manutenção da fertilidade do solo, a regulação do ciclo hidrológico e do controle de pragas. O valor ecológico e econômico preciso destes serviços ainda é amplamente desconhecido. Ademais, conforme indica EEA (2010), o nível de deterioração da biodiversidade nos ecossistemas agrícolas tem tido consequências para a qualidade e quantidade de serviços dos ecossistemas mantidos por estes.

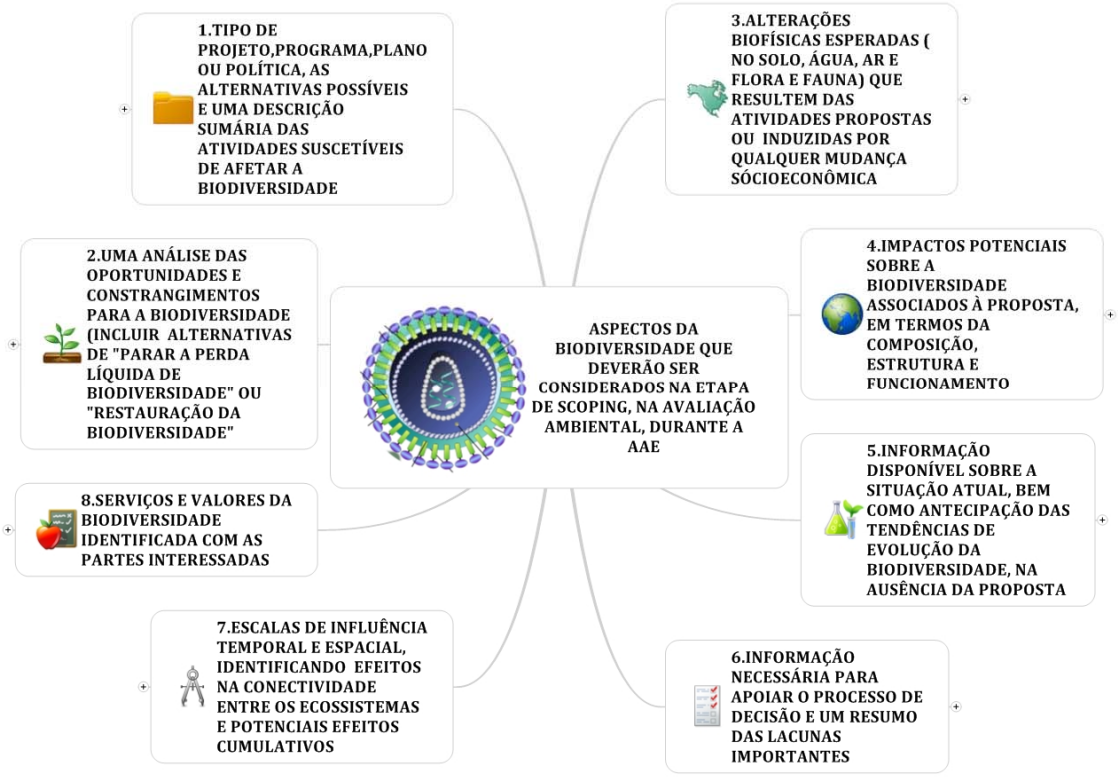
A *International Association for Impact Assessment* (IAIA, 2005), desenvolveu ações relacionando o uso da biodiversidade nos planejamentos estratégicos. Para isto este órgão redatou um guia metodológico para inserir a biodiversidade nas etapas da **“seleção de ações” (***screening),* **“definição do âmbito”** (*scoping*), no **“estudo de impacto e preparação do relatório”**, na “**mitigação**”, na “**revisão para tomada de decisão**”, na “**tomada de decisão**”

e na “**gestão, monitorização, avaliação e auditoria**”. Para cada etapa há indicações precisas de critérios a serem utilizados. Para a etapa de *screening*, por exemplo, a IAIA (2005), recomenda os seguintes critérios, denominados pela entidade de “indicadores de alerta”:

- Impactos potenciais sobre áreas protegidas ou áreas que suportem espécies protegidas.
- Impactos sobre outras áreas, não protegidas, mas importantes para a biodiversidade.
- Atividades que apresentem ameaças específicas para a biodiversidade (em termos do seu tipo, dimensão, localização, duração, calendarização, reversibilidade).
- Áreas que proporcionem importantes serviços da biodiversidade, incluindo reservas extrativistas, territórios de populações indígenas, zonas úmidas, áreas de reprodução de peixes, solos propensos à erosão, habitats característicos ou relativamente intactos, leitos de cheias, áreas de recarga de aquíferos, etc.

A etapa da “definição de âmbito” (*scoping)* conduz aos Termos de Referência da Avaliação Ambiental, definindo as questões a serem estudadas e os métodos a serem usados. Recomenda-se utilizar a “definição de âmbito” como uma oportunidade para sensibilização sobre as questões da biodiversidade e discutir alternativas que evitem ou minimizem impactos negativos sobre a biodiversidade. A elaboração de um relatório de definição de âmbito (*scoping*) para consulta constitui uma boa prática. Este deverá abordar os seguintes aspectos, conforme pode ser visto na figura 40.

Figura 40. Aspectos da biodiversidade que deverão ser considerados na etapa de *scoping*, durante a Avaliação de Impactos, na Avaliação Ambiental Estratégica.



Fonte: IAIA, 2005.

Para a IAIA (2005), a biodiversidade é um tema transversal importante para todos os campos da Avaliação Ambiental.

De acordo com a FAO (2004), a expansão da produção de mandioca tem resultado em deflorestação e queima anual da vegetação nativa. Esses fatores têm por seu turno contribuído para a erosão do solo, esgotamento do suprimento de nutrientes do solo e perda de biodiversidade. A contínua monocultura da mandioca na região semiárida do nordeste do Brasil, área geográfica aonde se insere esta tese, seguida de queimadas anuais da vegetação para preparo do solo de plantio, está ameaçando a biodiversidade, na qual se inclui a sobrevivência de sete espécies selvagens do próprio gênero *Manihot*, no qual pertence à mandioca, uma vez que estas espécies são componentes da vegetação nativa, conhecida como caatinga[10]. Para a FAO (2004), a caatinga tem perdido vegetação de cobertura para a agricultura em ritmo alarmante. Conforme o MMA (2011) um dos problemas da caatinga é o desmatamento causado pelo uso da madeira para energia. A lenha corresponde a um terço da energia da região. Para

10 Região do semiárido do nordeste do Brasil com área de 930.000 km2, 11% da superfície do país. Cerca de 100 municípios desta região têm precipitação anual abaixo de 500 mm e não raro entre 0-250 mm.

este ministério do meio ambiente do Brasil, a conservação da Caatinga também está intimamente associada ao combate da desertificação, processo de degradação ambiental que ocorre em áreas áridas, semiáridas e subsumidas secas. No Brasil, 95% das áreas suscetíveis à desertificação estão na Caatinga. Por isso, combater o desmatamento e ampliar atividades sustentáveis são focos de ações para conter a desertificação e proteger a caatinga. De acordo com Sampaio (2003), já se observa, neste bioma, perdas irrecuperáveis da biodiversidade florística e faunística, aceleração do processo de erosão e declínio da fertilidade do solo e da qualidade da água pela sedimentação. No que se refere à vegetação, pode-se afirmar que acima de 80% da caatinga são sucessionais, cerca de 40% são mantidos em estado pioneiro de sucessão secundária e a desertificação já se faz presente em, aproximadamente, 15% da área. Os dados mais atuais, de 2008, sugerem que o bioma caatinga atingiu o valor recorde de 59% de sua área destruída (OPALC, 2008).

Desta forma, o plantio e o beneficiamento da mandioca exercem no bioma caatinga forte pressão antrópica, caracterizada por um conjunto de práticas de impacto direto na destruição da vegetação. Exemplos de impactos sobre a caatinga é mostrado na figura 41.

Figura 41. Exemplos de impactos sobre o bioma caatinga, na área geográfica, objeto da tese.



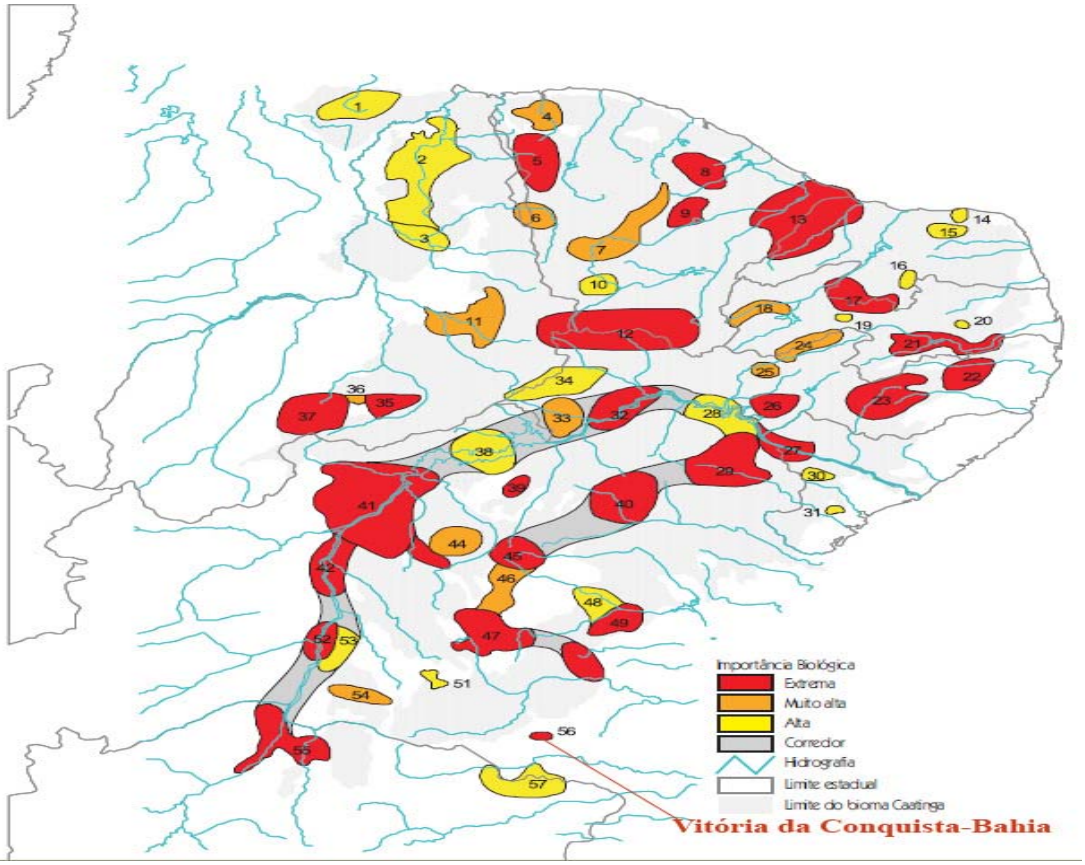
Fonte: Elaboração própria, 2013.

A figura 41 mostra a ação do desmatamento para plantio de mandioca, a retirada de madeira do bosque nativo para uso energético em fornos de processamento de mandioca, problema de selamento de solos em áreas de plantio desta raiz, que pode estar relacionado com

a ocorrência de erosão laminar e com possíveis impactos na diminuição da biodiversidade microbiana do solo e por fim, no canto superior direito da figura, a retirada da floresta nativa para conversão da madeira em carvão.

As áreas de estudo que estão inseridas neste bioma, compreendendo o planalto de Vitória da Conquista estão entre as que merecem a máxima atenção devido ao risco de elevadas perdas biológicas (Cardoso et al., 2003). A figura 42 evidencia esta situação.

Figura 42. Áreas de risco do bioma caatinga submetido às pressões antrópicas, com potencial de elevadas perdas na biodiversidade.



Fonte: Cardoso et al, 2003.

Outro ponto crítico nesta cadeia produtiva diz respeito ao resíduo líquido tóxico, que acumula glicosídeos cianogênicos, gerado nas indústrias de processamento de mandioca. Quando da fabricação da farinha de mesa faz-se necessária à retirada da água de constituição das raízes, o que é feito por compressão, cuja finalidade é a economia de combustível na secagem. O resíduo gerado é composto pela mistura da água captada pela indústria com o líquido de constituição da raiz da mandioca e é denominado de manipueira (Pinho, 2007).

A manipueira é um dos resíduos mais prejudiciais ao ambiente, não só por possuir elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) como também pela alta concentração de ácido cianídrico. Quando aplicados ao solo, pode ocasionar, dentre outros efeitos, o desequilíbrio dos cátions básicos no solo, devido ao aumento de saturação desse elemento e da predisposição à lixiviação de cálcio e magnésio e liberação de grande quantidade de sedimentos nocivos ao meio ambiente, a maioria solúveis, incluindo a linamarina, responsável pela liberação do cianeto da mandioca (Fioretto, 2001).

Acrescente-se aos problemas ambientais críticos, problemas relativos à microescala econômica da mandioca. Diversos aspectos que influenciam negativamente a comercialização da mandioca (na área da tese) relacionam-se com a falta de mercado interno na própria região para o excedente de oferta que ultrapasse os limites do consumo *in natura* e a reduzida capacidade industrial de transformação da raiz e seus derivados. Trata-se de um sistema caracterizado pela ausência de qualquer forma legal de contrato ou convênio de cooperação. O agricultor é, simultaneamente, agricultor, fabricante de farinha, comerciante em fracos pontos de vendas, aonde o balcão da barganha favorece mais ao consumidor (Santos, 2001). Para Cardoso (2003), pode-se dizer que o nível tecnológico do produtor de mandioca estagnou desde os anos 1930, uma vez que o rendimento físico desta raiz no Brasil, por unidade de área, usados por este autor como indicador de “nível tecnológico”, não mudou desde aquela década. Santos (2001), relata que os agricultores de mandioca desta microrregião trabalham nos limites da sobrevivência. A sobrevivência destes agricultores se dá na medida em que toda a família contribui no esforço de trabalho, incluindo as mulheres e crianças. Do universo pesquisado de produtores de mandioca, em nove localidades desta região, este autor obteve os dados de que 34% das mulheres combinam dois tipos de trabalho (doméstico e rural), 18% fazem todos os trabalhos requeridos no preparo e plantio de mandioca, realizando inclusive o extenuante trabalho de roçagem, atividade normalmente exercida por homens. Estes dados e as observações de campo sugerem que cada indivíduo da família não percebe remuneração adequada ao trabalho despendido e, possivelmente, ganha bem menos do que o salário mínimo vigente no país.

O uso da Avaliação Ambiental Estratégica para a cadeia produtiva da mandioca, em vista do exposto, pode ser justificado pelas seguintes razões:

- Apresenta impactos ambientais, sociais e econômicos de larga escala que não podem ser resolvidos apenas pelo uso de técnicas. Para Cardoso (2003), as pesquisas têm ação

limitada na solução dos problemas de deficiência dos recursos naturais para a agricultura, mesmo que executadas segundo normas cientificamente recomendadas.

- Gottret et al. (2003), em investigação realizada com comunidades de pequenos produtores de mandioca, na Colômbia, citam três fatores necessários para que as intervenções em comunidades agrícolas atinjam os objetivos propostos:
- 1. Integração do mercado e pós-colheita e desenvolvimento dentro de uma agenda de pesquisa tecnológica;
- 2. O uso das parcerias interinstitucionais, aonde cada instituição disponibiliza profissionais com autonomia para responder as demandas de organizações comunitárias e individuais;
- 3. Promoção de uma íntima rede entre instituições e organizações sociais locais e individuais, construindo sobre a existência local, um capital social e humano.
- A maior parte dos impactos ambientais da cadeia produtiva da mandioca é cumulativa e sinergística, não podendo ser abordado pela AIA. Por exemplo: quando a floresta seca é queimada para depois se plantar mandioca, os processos erosivos podem se intensificar pelo aumento da hidrofobicidade do solo devido às temperaturas de superfície mais altas. A hidrofobicidade pode estar se juntando a outros fatores como o selamento dos solos, dentre outros, intensificando os processos erosivos. Deve-se também levar em consideração o efeito das temperaturas de queimadas sobre a textura do solo.
- Ao relacionar intrinsecamente Planejamento Estratégico e Biodiversidade, conforme recomendação expressa da International Association for Impact Assessment (IAIA, 2005), a Avaliação Ambiental Estratégica torna-se uma das poucas oportunidades existentes de desenvolver ações estratégicas com vistas à manutenção/ampliação da biodiversidade na área territorial objeto desta tese;
- As recomendações e objetivos desejáveis elaborados pela FAO (2004), na sua Avaliação Ambiental Estratégica para a cadeia produtiva da mandioca podem não somente serem replicados em distintas áreas, como ampliadas.

Estas recomendações/objetivos da FAO (2004), para planejadores e tomadores de decisão, são:

- Ajudar os produtores de mandioca a reduzir a erosão e manter a produtividade do solo;
- Conter a retirada das florestas na qual ocasiona a perda da biodiversidade;

- Impedir o desmatamento das florestas em ampla escala para aumentar as áreas de produção da mandioca, para salvaguardar a biodiversidade nativa, nestes ecossistemas;
- Salvaguardar espécies selvagens do gênero Manihot contra sua possível extinção;
- Estabelecer guias de ajuda (guidelines) e regulações para processadores de mandioca que permitam reduzir o impacto negativo do resíduo líquido oriundo do processamento da mandioca sobre o ambiente e apoiar pesquisas e desenvolvimento sobre adição de valor agregado aos produtos originados da mandioca;
- Encorajar as indústrias de amido da mandioca a reduzir o consumo de água e produção de resíduo líquido pela instalação de eficientes sistemas de reciclagem;
- Identificar áreas críticas de poluição por resíduos líquidos e sólidos da mandioca (hotspots), aonde se concentram numa relativa e pequena área geográfica um grande número de pequenos e médios processadores. Nestes locais o lençol subterrâneo de água deverá ser monitorado em relação à qualidade e reclamações públicas. A FAO (2004) assinala que este é um problema potencial de difícil controle, uma vez que estes processadores não têm recursos financeiros e conhecimentos técnicos para obedecer às leis existentes de controle de poluição;
- Tratar os resíduos líquidos antes de descarregar em fontes de água. A TNCPB (tolerance limits for discharge of trade effluents) na superfície da água é de 30mg/l para DBO (Demanda bioquímica de Oxigênio), 250 mg/l para DQO (Demanda Química de Oxigênio) e 0,2 mg/l11 para o cianeto. No Brasil a DBO da manipueira deve ser reduzida em 80%, antes de ser descarregada no ambiente;
- Incentivar o uso de tecnologia adicional. Caso não haja vantagens econômicas para o uso da tecnologia, elas nunca serão adotadas;
- Regular gestão de resíduos. Na Índia, por exemplo, as indústrias de amido devem ter acesso a 2 ha de solo para a deposição do resíduo líquido da mandioca e uma taxa média de 86m3/ha/dia; as instalações de processamento devem se localizar a alguma distância de cursos d'água importantes. Na Índia os processadores são impedidos de estabelecerem uma indústria dentro de um quilômetro de mananciais, rios ou fontes de água potável do município.

1.7 REFERÊNCIAS

[11] *Novo valor dado pela Resolução nº 397/08 do CONAMA (2008)reduziu o índice do cianeto de 0,2 mg/l para 0,1 mg/l, o mesmo padrão da União Europeia.*

ALMEIDA, J.R.; SOARES, P.S.M. (ed.). (2008). Análisis y Evaluaciones de Impactos Ambientales. CETEM/MCT. Rio de Janeiro. 360 pp.

AU, E.; KLAM, KC. (2008). International Experience on Strategic Environmental Assessment. In "Strategic Environmental Assessment and the Spatial Planning Process in the Hong Kong Special Administrative Region. (Ed. ELVIS,W. K.A; LAM, K.C; PARTIDÁRIO, M; ZHU,T). Center of Strategic Environmental Assessment for China. The Chinese University of Hong Kong. Hong Kong Institute of Environmental Impact Assessment. Research Centre for Strategic Environmental Assessment. Nankai University. China. pp. 42-56.

BARKIN, D. (2005). Riqueza, Pobreza y Desarrollo Sustentable. Editorial Jus y Centro de Ecología y Desarrollo. Mexico. 46 pp.

BINA, O. (2008). International Experience on Strategic Environmental Assessment. In "A Context-specific Interpretation of SEA in China". (Ed. ELVIS,W. K.A; LAM, K.C; PARTIDÁRIO, M; ZHU,T). Center of Strategic Environmental Assessment for China. The Chinese University of Hong Kong. Hong Kong Institute of Environmental Impact Assessment. Research Centre for Strategic Environmental Assessment. Nankai University. China. pp. 57-78.

BINA, O. (2008). Strategic Environmental Assessment. In "Innovation in Environmental Policy? Integrating the Environment for Sustainability". (Ed. JORDAN, A.J). Edward Elgar Publishing Limited. Cheltenham, Glos (UK). pp. 134-156.

BINA, O. (2007). A critical review of the dominant lines of argumentation on the need for strategic environmental assessment. Environmental Impact Assessment Review, 27 (7): 585-606.

BINA, O.; CARATTI, P.; MACGILLIVRAY, A.; NILSSON, M.; TAMBORRA.; M.; TARQUINI, R. (2004). Analyzing Strategic Environmental Assessment: Towards Better Decision-Making. In "ANSEA's steps". (Ed. CARATTI, P.; DALKMANN, H.; JILIBERTO, R). MPG Books Ltd. Bodmin, Cornwall, England. pp. 53-105.

CALDERÓN, J. J. T. (2009). Análisis Constructivo del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia: Propuestas de Mejora. Tesis doctoral. Universidad de Granada. 416 pp. [in espanhol].

CARATTI, P.; DALKMANN, H.; JILIBERTO, R. (Ed). (2004). Analyzing Strategic Environmental Assessment: Towards Better Decision-Making. MPG Books Ltd. Bodmin, Cornwall, England. 198 pp.

CARDOSO, J.M.; TABARELLI, M.; DA FONSECA, M.T.; LINS, LV. (2003). Biodiversidade da Caatinga: Fatores Abióticos. Ed. MMA & Universidade Federal de Pernambuco. Brasília DF. 22 pp.

CARDOSO, C. A. L. (2003). Competitividade Tecnológica na Cadeia de Fécula do Brasil. Tese. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. São Paulo. 188 pp. [in portuguese].
CASSATELLA, C.; PEANO, A. (Ed). (2011). Landscape Indicators: Assessing and Monitoring Landscape Quality. Springer. Dordrecht, Heidelberg, London, New York (Italy). 222 pp.

COOPASUB (2005). Impactos Ambientais da Cultura da Mandioca na Microrregião Sudoeste da Bahia. [on line]. Disponível em: www.coopasub.com.br [última consulta 1 de maio].
CRONIN, J.; KENNEDY, R. F. J. R. (1997). The Riverkeepers. Scribner. New York. pp. 37-175.

DALAL-CLAYTON, B.; SADLER, B. (2005). Strategic Environmental Assessment: A Sourcebook and Reference Guide to International Experience. Earthscan. London-Sterling-Vancouver. 470 pp.

DIETZ, T.; C. STERN, P.C. (Ed). (2008). Public Participation in Environmental Assessment and Decision Making. The National Academies Press. Washington, DC. 305 pp.
DUFFY, P. (2004). Agriculture, forestry and fisheries: the orphans of environmental impact assessment. Impact Assessment and Project Appraisal, 22(3): 175-176.

ECCLESTON, C.H. (2008). NEPA and Environmental Planning: Tools, Techniques, and Approaches for Practitioners. CRC Press. London and New York. 390 pp.

EDWARDS, A.R. (2005). The Sustainability Revolution. New Society Publishers. Canada. 205 pp.

EEA (2010). 10 messages for 2010: Agricultural ecosystems. European Environment Agency. Guidelines. Copenhagen. 13 pp.
FAO (2004). Strategic Environmental Assessment: An Assessment of the Impact of Cassava Production and Processing on the Environment and Biodiversity. Food and Agriculture Organization of the United Nations &International Fund for Agricultural Development. Rome. 154 pp.

FIORETTO, R.A. (2001). Uso direto da manipueira em fertiirrigação. In: Manejo, Uso e Tratamento de Subprodutos da Industrialização da Mandioca. Fundação CARGILL. São Paulo. pp. 67–79.

FISCHER, T.B. (2007). The Theory and Practice of Strategic Environmental Assessment: Towards a More Systematic Approach. Earthscan. Taylor & Francis Group Ltd, Abingdon, Oxford (UK). 185 pp.

GAUTHIER, M.; SIMARD, L.; WAAUB, J.P. (2011). Public participation in strategic environmental assessment (SEA): Critical review and the Quebec (Canada) approach. Environmental Impact Assessment Review, 31(1): 48-60.

GOTTRET, M.V.; RAYMOND, M. (2003). Agricultural research and poverty reduction: Some issues and evidence. In: Analysis of a Cassava Integrated Research and Development Approach: Has it Really Contributed to Poverty Alleviation? (Ed. S. Mathur; D. Pachico.) CIAT. Colombia. 268 pp.

HAQ, G. (2004). Analyzing Strategic Environmental Assessment: Towards Better Decision-Making. In “Background and context of a strategic environmental assessment". (Ed. CARATTI, P.; DALKMANN, H.; JILIBERTO, R). MPG Books Ltd. Bodmin, Cornwall, England. pp. 5-15.

HERRERA, R. J.; MADRIÑÁN, M. B. (2009). Guía de evaluación ambiental estratégica. Nações Unidas. Chile. 191 pp.

HERRERA, R. J.; MADRIÑÁN, M. B. (Ed). (2008). Guía de Evaluación Ambiental Estratégica: Guía Práctica para Formular Evaluaciones Ambientales Estratégicas en Colombia. Ministerio de Medio Ambiente de España. Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Colombia. Colômbia. 217 pp.

IBGE. (2008). Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**.** [on line]. Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=99&z=t&o=11&i=P [última consulta 2 de abril de 2011].

IAIA. (2005). Biodiversity in Impact Assessment. Special Publication Series, n. 3. INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT, USA. pp. 1-4.

ICEM (2009). MRC SEA for Hydropower on the Mekong Mainstream. INCEPTION REPORT. International Centre for Environmental Management. 127 pp.

JOÃO, E. (2005). Key Principles of SEA: Implementing Strategic Environmental Assessment. Springer. Dordrecht, Heidelberg, London, New York. pp. 3-13.

MAVDT (2008). Evaluación Ambiental Estratégica de Políticas, Planos y Programas de Biocombustibles en Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia. 129 pp.

MAVDT. (2006). Lineamientos y Recomendaciones para el Programa Caficultura Sostenible en el Marco de Evaluaciones Ambientales (del) Estratégicas según Metodología del Departamento Nacional de Planeación. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Colombia. 70 pp.

MCCLUSKEY, D.; JOÃO, E. (2011). The promotion of environmental enhancement in Strategic Environmental Assessment. Environmental Impact Assessment Review, 31(3): 344-351.

MMA (2011). Sustentabilidade para o desenvolvimento da Caatinga. [on line].Disponível em: http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=ascom.noticiaMMA&idEstrutura=8&codigo=6643. [última consulta 28 de abril].

MOREAU, V.; GONDRAN, N.; LAFOREST, V. (2011). Integrating Environmental Assessment Methods: Development of a New Approach. In: Functional Thinking for Value Creation (Ed. Hesselbach, J.; Herrmann, C.). Springer. Heidelberg. Dordrecht. London. New York. pp. 272-277.

OCDE. (2007). Evaluación Ambiental Estratégica: Una guía de buenas prácticas en la Cooperación para el Desarrollo. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. Paris. 162 pp.

OÑATE, J. J.; PEREIRA, D.; SUÁREZ, F.; RODRÍGUEZ, J. J. and CACHÓN, J. (2002). Evaluación Ambiental Estratégica: La evaluación ambiental de políticas, planes y programas. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 382 pp.

OPALC (2008). "Bioma pobre", caatinga já perdeu 59% de sua área. junho de 2008. [on line]. Disponível em: http://www.opalc.org.br/index.php?option=com_content&task=view&id=771&Itemid=2. [última consulta 18 de maio, 2010].

PARTIDÁRIO, M. R. (2007). Guia de Boas Práticas para Avaliação Ambiental Estratégica: Orientações Metodológicas. Lisboa. Agência Portuguesa do Ambiente. 59 pp.

PEREIRA, D.; OÑATE, **J. J.**, RODRÍGUEZ, J. J. (2006). La Evaluación Ambiental Estratégica en la lucha contra el hambre y la pobreza. Em: Trueba, I. (Ed.) El fin del Hambre en 2025. Un desafío para nuestra generación, pp. 865-885. Mundi-Prensa, Madrid. ISBN: 84-8476-283-1.

PINHO, M. M. C, DE. A, N. dos S. C. (2007). Reaproveitamento de resíduo do processamento da mandioca (manipueira): avaliação de impactos químicos e microbiológicos no solo e utilização como fertilizante. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Brasil, 65 pp. [In portuguese].

PIZELLA, D. G. (2010). As Contribuições da Avaliação Ambiental Estratégica para Tomada de Decisões sobre a Liberação Comercial de Plantas Geneticamente Modificadas no Brasil. Tese. Universidade Federal de São Carlos. Brasil. pp. 243. [in portuguese].

RODRIGUES, G. S.; DE ALMEIDA, B. C. C.; DIAS, A.; FLAVIO, A. (2010). An Environmental Impact Assessment System for Agricultural Research and Development II: Institutional Learning Experience at Embrapa. Journal of Technology Management & Innovation, Santiag, v. 5, n. 4. Disponible en

<http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27242010000400004&lng=es&nrm=iso>. Accedido en 06 abr. 2011. doi: 10.4067/S0718-27242010000400004.

SAMPAIO, Y.; BATISTA, J. E. M. (2003). Biodiversidade da Caatinga: Desenvolvimento Regional e Pressões Antrópicas no Bioma. Caatinga. Ed. MMA & Universidade Federal de Pernambuco. Brasília. DF. pp. 331.

SANTOS, A. (2001). Possibilidades e Perspectivas para a sustentabilidade do cultivo da mandioca no Planalto de Conquista. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Brasil. 124 pp. [In portuguese].
SCOTTISH EXECUTIVE (2005). A Practical Guide to the Strategic Environmental Assessment Directive. ODPM Publications. Ireland. 105 pp.

SCHMITZ, O. J. (2010). Linkages of Sustainability. In: Perspectives on Sustainability of Ecosystem Services and Functions (Ed. Graedel, T.E.; Voet, E.V.D.). The Mit Press. Cambridge, Massachusetts, London, England. pp. 35-36.

SLOOTWEG, R., KOLHOFF, A., VERHEEM, R., HOFT, R. (Ed). (2006). Biodiversity in EIA and SEA. Commission for Environmental Assessment. The Netherlands. 81 pp.

THERIVEL, R. (2005). Sea of Agriculture, Food and Rural Development: Issues for IAIA'05. Conference on Ethics and Quality. EEUU. pp. 4. www.iaia.org].

THERIVEL, R. (2004). Strategic Environmental Assessment in Action. Earthscan. London-Sterling-Va. 276 pp.

THEESFELD, I.; SCHLEYER, C.; HAGEDORN, K.; CALLOIS, J-M. (2011). The Institutional Dimension in Policy Assessment. In- Environmental and Agricultural Modelling: Integrated Approaches for Policy Impact Assessment, (Ed. Brouwer, F.M; Martin, V.I). Springer. Dordrecht – Heidelberg - London - New York. pp. 41-44.

TURBÉ, A.; DE TONI, A.; BENITO, P. ; LAVELLE, P.; LAVELLE, P. ; RUIZ, N.; VAN DER PUTTEN, W. H.; LABOUZE, E. AND MUDGAL, S.,(2010). Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers. Contract 07.0307/2008/517444/ETU/B1. Final report. Bio Intelligence Service, IRD, and NIOO report for the European Commission. European Commission, Brussels. Available at: http://ec.europa.eu/ environment/soil/pdf/biodiversity_report.pdf[Accessed 24 March 2010].

WALLINGTON, T.; BINA, O; THISSEN, W. (2007). Theorizing strategic environmental assessment: Fresh perspectives and future challenges. Environmental Impact Assessment Review 27(7): 569-584.

WIGGINS, S.; WIGGINS, M.; COLLINS, J.; SHAW, S. (2009). Sostenibilidad Ambiental: Como Responder Frente a Cambios en el Medio Ambiente y en el Clima. Tearfund. Inglaterra. 96 pp.

WORLD BANK (2011). Strategic Environmental Assessment in Policy and Sector Reform: Conceptual Model and Operational Guidance (Environment and Development). World Bank Publications. Washington DC. 240 pp.

WORLD BANK (2008). Environmental Sustainability: An Evaluation of World Bank Group Support. The World Bank. Washington, D.C. 181 pp.
Disponível em:http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1463/82 [22 de maio de 2010].

WIRUTSKULSHAI, U.; SAJOR, E; COOWANITWONG, N. (2011). "Importance of context in adoption and progress in application of strategic environmental assessment: Experience of Thailand." Environmental Impact Assessment Review 31(3): 352-359.

WU,J.,I. S. CHANG, et al. (2011). "Strategic environmental assessment implementation in China - Five-year review and prospects." Environmental Impact Assessment Review 31(1): 77-84.

2 ELENCO DE METODOLOGIAS APLICÁVEIS

2.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO E UNIDADES AMOSTRAIS DA PESQUISA

As áreas de pesquisa deste trabalho estão inseridas nos municípios de Cândido Sales, Tremedal e Vitória da Conquista e Belo Campo, no Estado da Bahia. O centro de toda esta região é a cidade de Vitória da Conquista que forma juntamente com outros municípios uma microrregião sudoeste.

A altitude média, precipitação média, tipo de clima, PIB a preços correntes, PIB *per capita*, e densidade demográfica dos quatro municípios são apresentados na tabela 5.

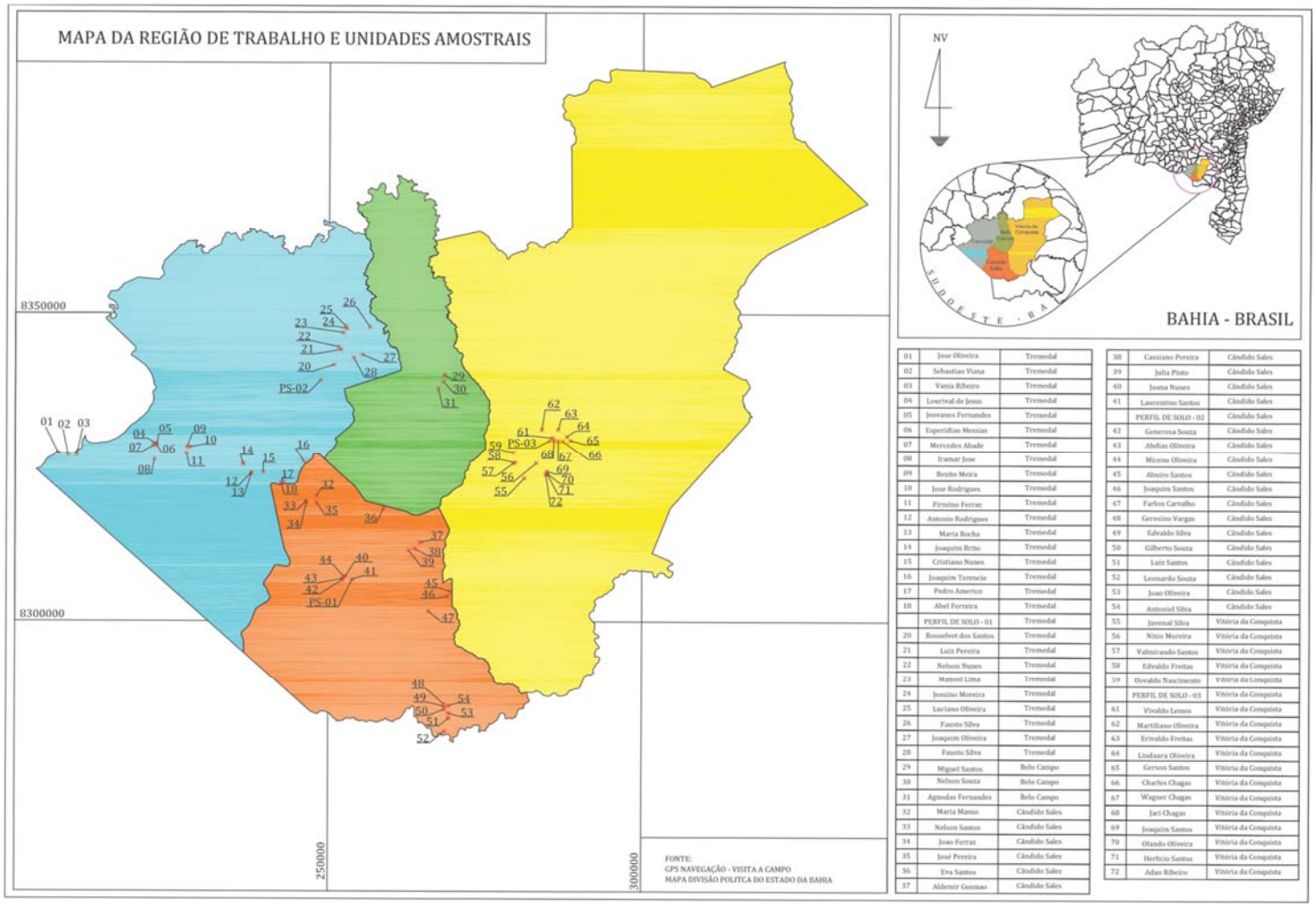
Tabela 5. Características geográficas e do Produto Interno Bruto a preços correntes dos quatro municípios da pesquisa.

Município	**Altitude média (m)**	**Precipitação média anual (mm)**	**Tipo de clima**	**PIB 2010**		**Hab/km^2 (2010)**
				A preços Correntes (1000 R$)	*Per capita* (R$)	
Vitória da Conquista	911	862	1-Semiárido; 2-subúmido a seco 3-úmido	3.469.179	11.323	90,11
Cândido Sales	668	779	Subsumido seco	107.383	3.846	17,26
Tremedal	569	636	1-Semiárido 2-Subúmido a seco	63.137	3.706	10,14
Belo Campo	756	872	1-Semiárido 2-Subúmido a seco	63.824	3982	25,47

Fonte: Adaptado do IBGE (2012) & ANA (2013) &SEI (2010) &Google Earth Pro (2013).

O mapa do Estado da Bahia com a localização da área de trabalho, unidades amostrais e nome dos agricultores cooperados são apresentados na Figura 43.

Figura 43. O mapa do Estado da Bahia com a localização da área de trabalho, unidades amostrais e nome dos agricultores cooperados. Escala Gráfica.



01	Jose Oliveira	Tremedal
02	Sebastiao Viana	Tremedal
03	Vania Ribeiro	Tremedal
04	Lourival de Jesus	Tremedal
05	Jeovanes Fernandes	Tremedal
06	Esperidiao Messias	Tremedal
07	Mercedes Abade	Tremedal
08	Iramar Jose	Tremedal
09	Benito Meira	Tremedal
10	Jose Rodrigues	Tremedal
11	Firmino Ferrari	Tremedal
12	Antonio Rodrigues	Tremedal
13	Maria Rocha	Tremedal
14	Joaquim Brito	Tremedal
15	Cristiano Nunes	Tremedal
16	Joaquim Terencio	Tremedal
17	Pedro Americo	Tremedal
18	Abel Ferreira	Tremedal
	PERFIL DE SOLO - 01	Tremedal
20	Rooselvet dos Santos	Tremedal
21	Luiz Pereira	Tremedal
22	Nelson Nunes	Tremedal
23	Manoel Lima	Tremedal
24	Jesuino Moreira	Tremedal
25	Luciano Oliveira	Tremedal
26	Fausto Silva	Tremedal
27	Joaquim Oliveira	Tremedal
28	Fausto Silva	Tremedal
29	Miguel Santos	Belo Campo
30	Nelson Souza	Belo Campo
31	Agnodas Fernandes	Belo Campo
32	Maria Manso	Cândido Sales
33	Nelson Santos	Cândido Sales
34	Joao Ferrari	Cândido Sales
35	Jose Pereira	Cândido Sales
36	Eva Santos	Cândido Sales
37	Aldemir Gusmao	Cândido Sales

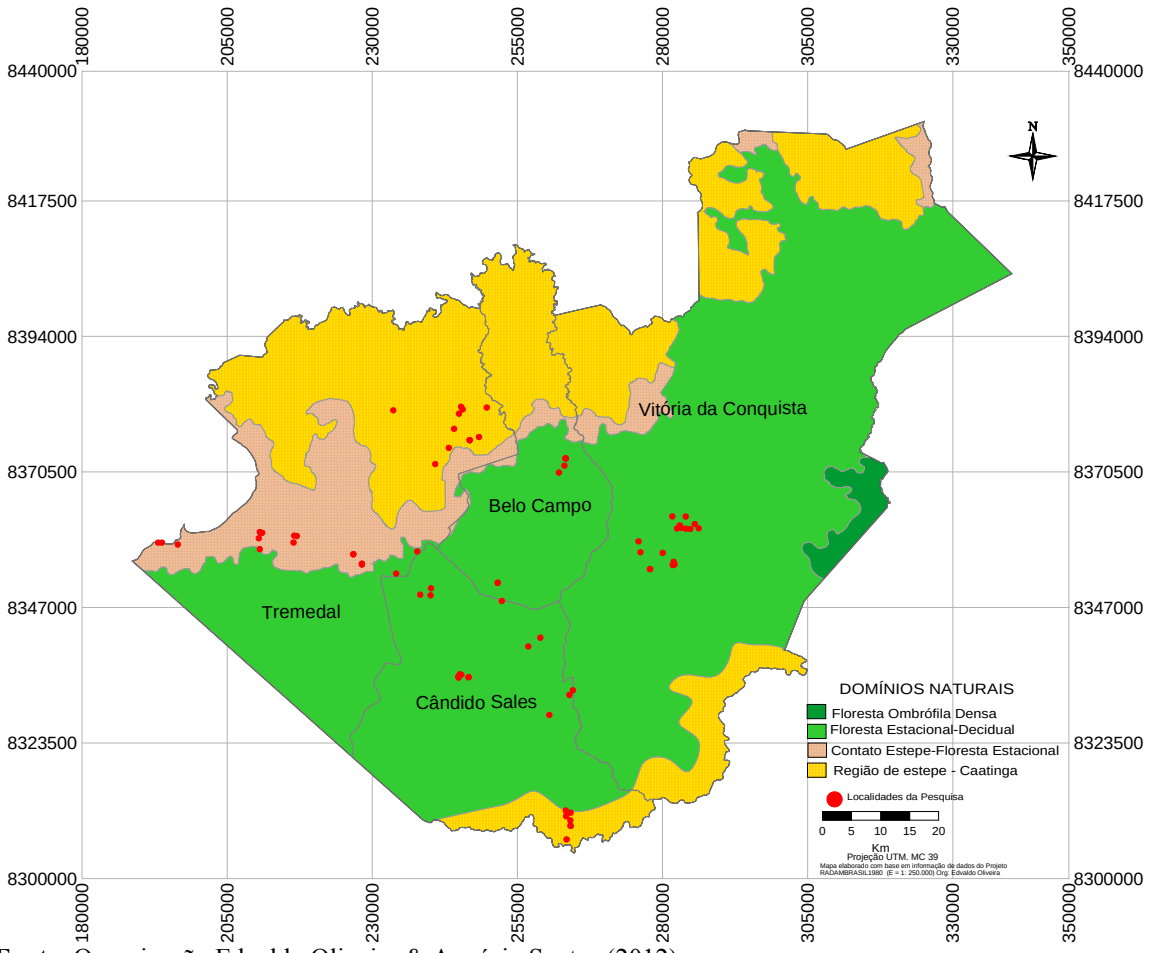
38	Cassiano Pereira	Cândido Sales
39	Julia Pinto	Cândido Sales
40	Joana Nunes	Cândido Sales
41	Laurentino Santos	Cândido Sales
	PERFIL DE SOLO - 02	Cândido Sales
42	Generosa Souza	Cândido Sales
43	Abdias Oliveira	Cândido Sales
44	Micena Oliveira	Cândido Sales
45	Almiro Santos	Cândido Sales
46	Joaquim Santos	Cândido Sales
47	Farlon Carvalho	Cândido Sales
48	Gerusino Vargas	Cândido Sales
49	Edvaldo Silva	Cândido Sales
50	Gilberto Souza	Cândido Sales
51	Luiz Santos	Cândido Sales
52	Leonardo Souza	Cândido Sales
53	Joao Oliveira	Cândido Sales
54	Antoniel Silva	Cândido Sales
55	Jurenal Silva	Vitória da Conquista
56	Nizio Moreira	Vitória da Conquista
57	Valmirando Santos	Vitória da Conquista
58	Edvaldo Freitas	Vitória da Conquista
59	Osvaldo Nascimento	Vitória da Conquista
	PERFIL DE SOLO - 03	Vitória da Conquista
61	Vivaldo Lemos	Vitória da Conquista
62	Martiliano Oliveira	Vitória da Conquista
63	Erivaldo Freitas	Vitória da Conquista
64	Lindaura Oliveira	Vitória da Conquista
65	Gerson Santos	Vitória da Conquista
66	Charles Chagas	Vitória da Conquista
67	Wagner Chagas	Vitória da Conquista
68	Jaci Chagas	Vitória da Conquista
69	Joaquim Santos	Vitória da Conquista
70	Olando Oliveira	Vitória da Conquista
71	Herlicio Santos	Vitória da Conquista
72	Adao Ribeiro	Vitória da Conquista

Fonte: Elaboração própria

2.2 INSERÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM NOS DOMÍNIOS NATURAIS DA ÁREA DE PESQUISA

A figura 44 apresenta a localização dos pontos de amostragem inseridos nos domínios vegetais da área de pesquisa.

Figura 44. Domínios Naturais dos Municípios da Pesquisa e Propriedades Agrícolas Amostradas. Escala Gráfica



Fonte: Organização Edvaldo Oliveira & Armínio Santos (2012).

Os domínios naturais apresentam-se como Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Decidual, Contato Estepe Floresta Estacional e a Caatinga. A *Floresta ombrófila densa* é uma mata perenifólia, com dossel de até 50 m, com árvores emergentes de até 40 m de altura, possuindo densa vegetação arbustiva, composta por samambaias, arborescentes, bromélias e palmeiras e tendo um máximo de 4 meses secos no ano (IBGE, 1992). A maior parte da área dos quatro municípios está enquadrada como *Floresta Estacional Decidual.* Esta

formação florestal recebe na região de estudo, conforme aponta Oliveira (2012), a denominação de Mata de Cipó que se caracteriza por um sub-bosque denso com altura de árvores entre 2 e 5 metros, caducifólia com perdas de folhas na estação seca. Esta formação florestal apresenta precipitação da ordem de 700 mm/anuais que de acordo com este autor é a precipitação mínima capaz de suportar uma floresta, mesmo sendo ela de pequeno porte. O período de seca para este tipo de floresta é de 5 a 6 meses. A formação *Contato Estepe Floresta Estacional*, representa a faixa de transição da floresta estacional com a estepe, representando áreas de tensão ecológica, devido ao contato entre duas regiões (IBGE, 1992). Por último tem-se a região da *caatinga* que é, de acordo com Oliveira (2012), uma vegetação típica de áreas com deficiências hídricas acentuadas.

A metodologia apresentada nesta tese segue o roteiro adaptado de Sadler and Verheem (1996), por Abaza et al.(2004), conforme apresentado na tabela 6.

Tabela 6. Métodos e o seu uso na Avaliação Ambiental Estratégica (AAE).

Etapas	Métodos
Linha de Base *(Baseline)*	Relato sobre Estado inicial do Ambiente e documentos semelhantes Listagem de Ações Ambientais e Recursos Existentes "Pontos de Referência" para avaliar componentes do ecossistema
Seleção de ações *(screening)* **Definição do âmbito"** (*scoping*)	Análise Ambiental Análogos ou Comparação de Casos Listas de verificação (*checklists*) e redes (*networks*) de causa-efeito Consulta Pública ou a Especialistas
Formulação de Opções	Políticas, Estratégias, Planos e Compromissos Precedentes
Análise de Impactos	Desenvolvimento de Cenários Análise de Riscos Análise de Vulnerabilidade Análise Multicritério Análises de Custo e Outras Técnicas de Valoração Econômica Indicadores de Sustentabilidade e Critérios Matriz de Impactos Políticos Modelos de Predição e Simulação Sistema de Informação Geográfica (SIG), Capacidade Ambiental

Fonte: Therivel (2010).

2.3 BASELINE

Nesta etapa metodológica da AAE, o baseline segue a descrição da tabela 7, conforme Therivel (2010), guardando completa coerência com Sadler & Verheem (1996) e Abaza et al. (2004).

Tabela 7. Descrição do *Baseline* Ambiental.

Estágios da AAE -	O Que Decidir	O Que Relatar
1.Identificação de temas ambientais, impactos ambientais e objetivos AAE; 2. Métodos usados na pesquisa; 3. Tendências do Ambiente da pesquisa;	Quais temas de sustentabilidade e ambientais e restrições devem ser consideradas durante a tomada de decisão.	1.Listas de temas ambientais e de sustentabilidade relevantes e restrições. 2.Dados do baseline ambiental;

Fonte: Therivel (2010).

Serão usadas no baseline as descrições de Therivel (2010) para medir as futuras tendências do ambiente de estudo. Os aspectos relevantes do estado atual do ambiente e a sua provável evolução sem a ação estratégica serão descritas. Para este autor é possível prever o futuro estado do ambiente baseado nas tendências passadas e no julgamento de especialistas. Na AAE se requer uma descrição do *baseline* ambiental com grande foco sob áreas que sofreram significantes impactos para uma melhor identificação de problemas (matrizes ambientais e recursos). Desta forma as características ambientais de áreas prováveis de serem significativamente afetadas devem ser descritas em detalhes.

2.3.1 Identificação de temas ambientais, impactos ambientais e objetivos AAE, na etapa de baseline

Os temas ambientais, impactos ambientais e objetivos AAE, da etapa do Baseline são apresentados na 8.

Tabela 8. Temas AAE, identificação de impactos ambientais e objetivos AAE, no baseline.

Temas AAE	Impactos Ambientais identificados	Objetivos AAE
Dimensão ambiental		
Recursos naturais:		

Solo e águas	↓ Uso do fogo no primeiro preparo do solo para plantio	↓ Salvaguardar a perda e a qualidade do solo
	↓ Erosão do solo	
	↓ Cultivo sucessivo da mandioca sem rotação de culturas	
	↓ Enfraquecimento do solo	↓ Manter ou aumentar a qualidade química do solo
	↓ Uso do fogo em plantios subsequentes	↓ Manter ou aumentar a qualidade biológica do solo
	↓ Plantio sem uso de análise do solo	↓ Quantidade adequada de umidade do solo é suprida
	↓ Plantio sem uso de qualquer adubação	↓ Função de regulação de inundação/escorrimento de água do agro-ecossistema é mantido ou aumentado
	↓ Plantio sem uso de correção do solo (calcário)	
	↓ Plantio sem uso de técnicas de conservação do solo	
	↓ Observação da fertilidade natural dos solos (E) *	
	↓ Condições de cobertura dos solos (E)	
Atmosfera	↓ Poluição do ar causada por queimadas (E)	↓ Manter ou aumentar a qualidade do ar ↓ Velocidade do vento adequadamente interceptada
Biomassa/ combustíveis fósseis	↓ Uso da biomassa da floresta como fonte de energia para o processamento da mandioca	Resistência e resiliência do agro-ecossistema são mantidas ou aumentadas
	↓ Origem da biomassa, usada como fonte de energia, da floresta regional	
	↓ Uso da biomassa não-renovável para a atividade da carvoaria (E)	
Fluxos energéticos (solar, eólica.)	↓ Aporte energético para produção e processamento da mandioca (E) ↓ Saída de energia via exportação de raízes de mandioca, resíduos líquidos (manipueira)(E) ↓ Produção de lagos de manipueira despejados "*in natura*", no ambiente circundante	↓ Otimizar o balanço dos fluxos energéticos: a. Adequada quantidade de energia solar é suprida; b. Fluxo de energia é adequadamente protegido
Espaço físico (suporte de atividades)	↓ Degradação do espaço físico (erosão, queimadas, introdução do plantio de eucaliptos, carvoaria, ausência de medidas de conservação do solo) - E	↓ Resistência e resiliência do agro-ecossistema são mantidas ou aumentadas

Paisagem	✚ Degradação da paisagem (E)	✚ Manter ou aumentar a qualidade da paisagem: ✚ Diversidade de habitats é mantido ou aumentado
Biodiversidade, flora e fauna	✚ Desmatamento ✚ Destruição da floresta para plantio de mandioca ✚ Diminuição dos animais silvestres ✚ Ausência de uso de materiais alternativos disponíveis para uso como fonte energética, em *mulching* ou na alimentação animal, próximo dos locais de produção (E)	✚ Biodiversidade planejada é mantida ou aumentada ✚ Parte herdada da biodiversidade natural é mantida ou aumentada ✚ Diversidade de habitats é mantido ou aumentado ✚ Qualidade funcional de habitats é mantido ou aumentado
Dimensão sociocultural	**Impactos identificados**	**Objetivos AAE**
	✚ Alfabetização insuficiente (analfabeto ou assina apenas o nome) ✚ Trabalho de membros da família do agricultor em outros Estados ✚ Trabalho de membros da família do agricultor em outras cidades ✚ Trabalho do agricultor e membros da sua família fora da propriedade agrícola ✚ Trabalho do agricultor e membros da sua família dentro da sua propriedade agrícola ✚ Trabalho de mulheres com idade menor do que 18 anos ✚ Participação das mulheres nas OS** apenas como ouvintes ✚ Cultura (E) ✚ Desigualdades (E)	❖ Capacidade de produção é compatível com a demanda social pela raiz in natura ou subprodutos da mandioca ❖ Diversidade de alimentos e produtos in natura é mantido ou aumentado ❖ Manutenção do agricultor e da sua família na propriedade agrícola é mantida ou aumentada ❖ Otimizar condições de trabalho e uso do maquinário chamado descascador da raiz para liberar trabalho exaustivo da mulher ❖ Educação de agricultores e trabalhadores agrícolas é otimizado ❖ Situação familiar incluindo igualdade na relação homem-mulher é aceitável ❖ Acesso familiar para uso de infraestrutura social e de serviços é aceitável ❖ Método de produção é aceitável ❖ Equidade é mantida ou aumentada ❖ Envolvimento de todos os atores da cadeia produtiva da mandioca (stakeholder) é mantido ou aumentado

		❖ Educação e valor científico são garantidos ou aumentados
	✚ Conhecimentos e habilidades (técnicas e geral) (E)	
Dimensão econômica		
	✚ Garantia de preço do produto (raiz in natura, e produtos oriundos do processamento da raiz)	❖ Garantir o rendimento da propriedade agrícola ❖ Tornar a atividade agrícola economicamente eficiente ❖ Intensificar o funcionamento da fecularia como forma de garantir preços justos e constantes à produção ❖ Otimizar o treinamento profissional do agricultor ❖ Adaptabilidade do agricultor é suficiente

Fonte: Elaboração própria baseado em Therivel 2010 e Sauvenier et al. (2006;2006).

2.3.2 Métodos Usados na descrição da linha de base

Coleta e Análise de Solos

As coletas de solos foram realizadas em propriedades de cooperados da COOPASUB no ano de 2010, de acordo com a tabela 9.

Tabela 9. Municípios do trabalho, número de análises de solo e percentual de relação análises de solo versus cooperados da Coopasub.

Municípios do trabalho	1. Belo Campo[1]	2. Cândido Sales	3. Tremedal	4. Vitória da Conquista	Total
Nº de Análises do Solo	3	25	28	18	75
Cooperados da Coopasub	-	456	228	418	1102

Fonte: Elaboração própria.

[1] Três propriedades que devido à disputas de limites de municípios eram consideradas pertencer a Cândido Sales, foram incluídas devido às determinações de coordenadas legalmente aceitas, no município de Belo Campo.

Perfis de Solos

O trabalho de campo foi executado com a ajuda do Professor Eduardo Inácio, doutor em física dos solos, nas localidades de Cândido Sales, Tremedal e Vitória da Conquista, utilizando-se trado tipo caneco e efetuando-se tradagens até a profundidade de 200 cm, para determinar características dos solos como: espessura, textura, cor, profundidade efetiva e outras para possibilitar a classificação dos solos ocorrentes na área e posterior delimitação das unidades de mapeamento. Após identificação, procedeu-se a abertura de uma trincheira, até a profundidade de 2 m, e nestas realizaram-se as descrições morfológicas dos horizontes do solo e a coleta de amostras, usando-se martelos, pás e sondas, tendo em vista a caracterização física e química em laboratório (ver figura 45).

O mapa de solo gerado com a localização dos três perfis foi feito na escala de 1: 500.000. As descrições e a coleta de amostras foram realizadas de acordo com as normas estabelecidas pela EMBRAPA/CNPS e SBCS.

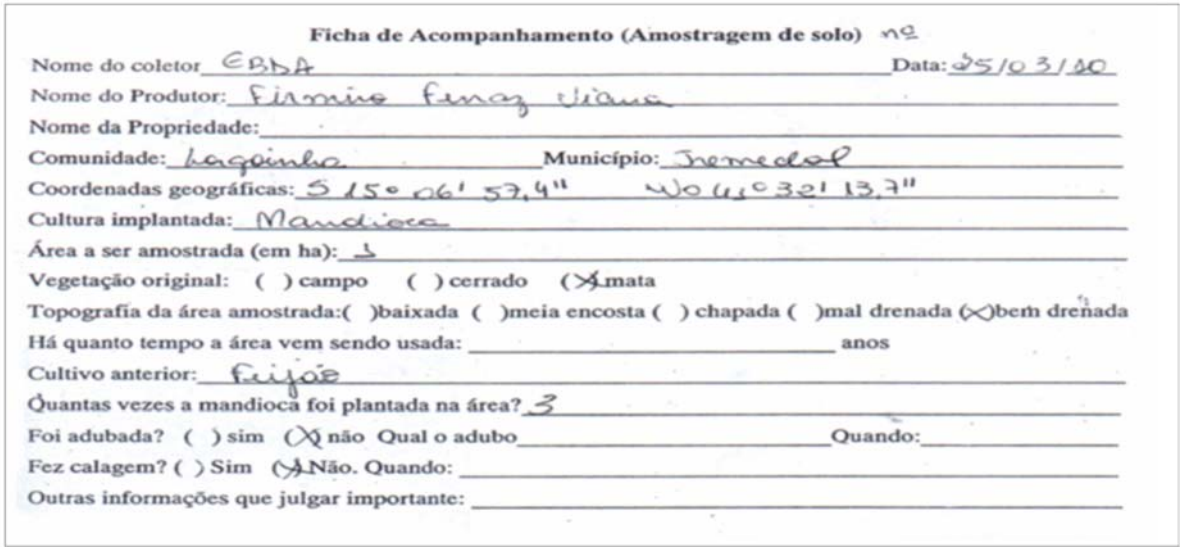
Figura 45. Exemplo do trabalho de campo para coleta de amostras do perfil de solo e encaminhamento das mesmas para análises físico-químicas.



Fonte: Elaboração própria.

A coleta foi realizada seguindo-se os padrões agronômicos, nos primeiros 20 cm de solo. Foi submetida uma ficha a ser respondida por cada produtor (ver Figura 46).

Figura 46. Ficha preenchida por cooperados durante a coleta de solos para análise.



Ficha de Acompanhamento (Amostragem de solo) nº

Nome do coletor EBDA Data: 25/03/20

Nome do Produtor: Firmino Fraz Viana

Nome da Propriedade:

Comunidade: Lagoinha Município: Jeremoabo

Coordenadas geográficas: S 15° 06' 57,4" W 038° 32' 13,7"

Cultura implantada: Mandioca

Área a ser amostrada (em ha): 1

Vegetação original: ( ) campo ( ) cerrado (X) mata

Topografia da área amostrada: ( ) baixada ( ) meia encosta ( ) chapada ( ) mal drenada (X) bem drenada

Há quanto tempo a área vem sendo usada: _____ anos

Cultivo anterior: feijão

Quantas vezes a mandioca foi plantada na área? 3

Foi adubada? ( ) sim (X) não Qual o adubo _____ Quando: _____

Fez calagem? ( ) Sim (X) Não. Quando: _____

Outras informações que julgar importante: _____

Fonte: Elaboração própria.

Análise dos Solos

Os métodos descritos abaixo seguiram as referências da EMBRAPA (1988) e EMPRAPA (1997).

Pré -tratamentos

Separação das frações do solo seco ao ar ou estufa a 40ºC por tamisação, para determinação da proporção destas frações e seu encaminhamento para fins de análises físicas, químicas e mineralógicas.

Procedimento

· Colocar a amostra depois de protocolada em tabuleiro de madeira (40 x 60 x 8 cm), espalhar e destorroar os torrões existentes manualmente.

· Deixar em local ventilado e seco até completa dessecação ao ar.

· Pesar e anotar o peso da amostra que vai ser preparada.

· Proceder ao destorroamento colocando a amostra sobre peça de couro de 60 x 60 cm e 4 a 5 mm de espessura, separando para um lado a fração grosseira. Pressionar manualmente um rolo de madeira até desfazer os torrões maiores. Ter o cuidado para não quebrar pedras ou concreções.

· Verter a amostra destorroada para um conjunto de 2 peneiras, uma em cima, de malha de 20 mm e outra em baixo com malha de 2mm.

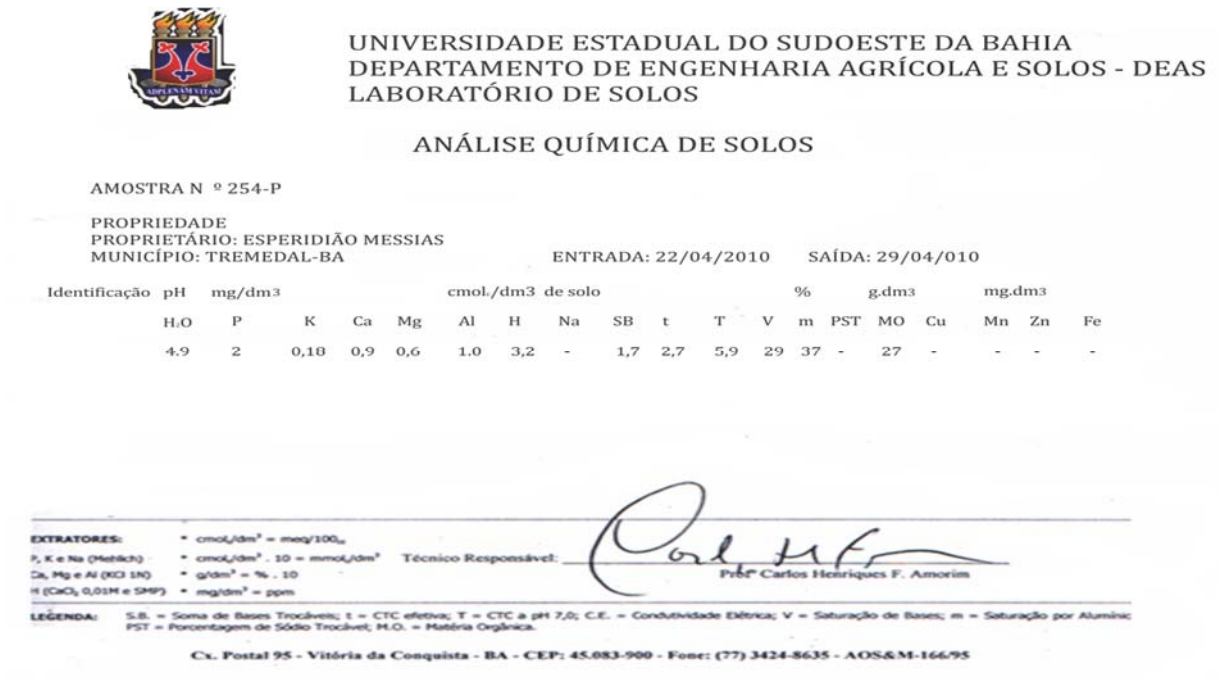
· O material retido na peneira de 20 mm (calhaus) e na de 2mm (cascalho) deve ser colocado em cápsula de porcelana com água, mais 10 mL de NaOH 1N, agitando com auxílio de um bastão várias vezes durante o dia e mantido por uma noite nesta solução.

· Lavar bem estes materiais sobre peneira com malha de 2 mm.

· Deixar secar em estufa, esfriar e pesar cada fração. Colocar o material em sacos plásticos com etiquetas identificadoras das amostras e enviar para a análise mineralógica.

As coletas de solos foram encaminhadas para análise química dos principais parâmetros no laboratório de solos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em Vitória da Conquista, conforme é mostrada na figura 47.

Figura 47. Exemplo de boletim de resultado de análise de solo realizada com os cooperados da Coopasub, no município de Tremedal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E SOLOS - DEAS
LABORATÓRIO DE SOLOS

ANÁLISE QUÍMICA DE SOLOS

AMOSTRA N º 254-P

PROPRIEDADE
PROPRIETÁRIO: ESPERIDIÃO MESSIAS
MUNICÍPIO: TREMEDAL-BA ENTRADA: 22/04/2010 SAÍDA: 29/04/010

Identificação	pH	mg/dm3		cmol./dm3 de solo							%		g.dm3		mg.dm3		
	H2O	P	K	Ca	Mg	Al	H	Na	SB	t	T	V	m	PST	MO	Cu	Mn	Zn	Fe
	4.9	2	0,18	0,9	0,6	1.0	3,2	-	1,7	2,7	5,9	29	37	-	27	-	-	-	-

EXTRATORES: P, K e Na (Mehlich) · Ca, Mg e Al (KCl 1N) · H (CaCl2 0,01M e SMP)
• cmol$_c$/dm^3 = meq/100$_g$
• cmol$_c$/dm^3 . 10 = mmol$_c$/dm^3
• g/dm^3 = % . 10
• mg/dm^3 = ppm

Técnico Responsável: Prof Carlos Henriques F. Amorim

LEGENDA: S.B. = Soma de Bases Trocáveis; t = CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; C.E. = Condutividade Elétrica; V = Saturação de Bases; m = Saturação por Alumínio; PST = Porcentagem de Sódio Trocável; M.O. = Matéria Orgânica.

Cx. Postal 95 - Vitória da Conquista - BA - CEP: 45.083-900 - Fone: (77) 3424-8635 - AOS&M-166/95

Fonte. Laboratório de Solos da UESB (2010).

Os métodos usados na análise de solos, com a exceção da condutividade elétrica, seguiu a referência de Silva et al. (1998), da EMBRAPA SOLOS.

a. P, K, Na e micronutrientes

As amostras de solos foram analisadas com o uso da extração com solução de Mehlich 1 para fósforo, potássio, sódio e micronutrientes. A solução extratora de Mehlich1, também chamada de solução duplo-ácida ou de Carolina do Norte, é constituída por uma mistura de

HCl 0,05M + H_2SO_4 0,0125M. O emprego dessa solução como extratora de fósforo, potássio, sódio e micronutrientes do solo baseia-se na solubilização desses elementos pelo efeito de pH, entre 2 e 3, sendo o papel do cloro o de restringir o processo de reabsorção dos fosfatos recém-extraídos. Para os micronutrientes a relação solo: extrato usada foi de 1:5; enquanto para os demais elementos foi de 1:10.

Ca e Mg

O Ca e o Mg trocáveis foram extraídos por KCl 1M, em conjunto com o Al trocável, titulando-se numa fração do extrato o alumínio com NaOH, na presença de azul de bromotimol como indicador. Em outra fração do extrato, foram titulados o cálcio e o magnésio por complexometria com EDTA, usando-se como indicador o negro de eriocromo-T. Numa terceira alíquota foi feita a determinação de cálcio por complexometria com EDTA e ácido calconcarbônico como indicador.

Matéria Orgânica

A matéria orgânica analisou-se em quinze amostras. Os teores de matéria orgânica foram convertidos posteriormente em Carbono Orgânico, dividindo-se pelo fator de conversão 1.72.

Usou-se o método volumétrico pelo dicromato de potássio. O carbono da matéria orgânica da amostra foi oxidado a CO_2 e o cromo (Cr) da solução extratora foi reduzido da valência +6 (Cr^{+6}) à valência +3 (Cr^{3+}). Na sequência, faz-se a titulação do excesso de dicromato de potássio pelo sulfato ferroso amoniacal.

As quinze amostras são representadas no mapa da figura 43, quanto à localização geográfica, pela seguinte numeração: Vitória da Conquista: 63, 64, 66, 67e 68; Cândido Sales: 40, 41,42, 44, 49; Tremedal: 5, 8, 11, 25, 28.

pH

Mediu-se a concentração efetiva de íons H+ na solução do solo, eletronicamente, por meio de eletrodo combinado, imerso em suspensão solo: água na proporção de 1: 2,5.

Condutividade Elétrica

O método utilizado foi o IAC (De Camargo et al. 2009). A salinidade foi medida pela condutividade elétrica do extrato. Para a estimativa da salinidade do solo, usou-se o método de preparar o extrato, ou seja, a proporção água: solo para estabelecer relações com o crescimento da planta (mandioca) foi a mais próxima das condições de campo. O chamado

extrato de saturação foi obtido através de uma pasta de solo saturado usando-se uma proporção água solo de 1:1. A condutividade elétrica foi determinada através de um aparelho denominado Medidor de Condutividade de Bancada – CAAL – Casa Americana. Modelo MCA 150, colocando-se a solução entre dois eletrodos de geometria constante, separados por uma distância conhecida. Um potencial elétrico foi então aplicado e a quantidade da corrente elétrica variou diretamente com a concentração total de sais dissolvidos.

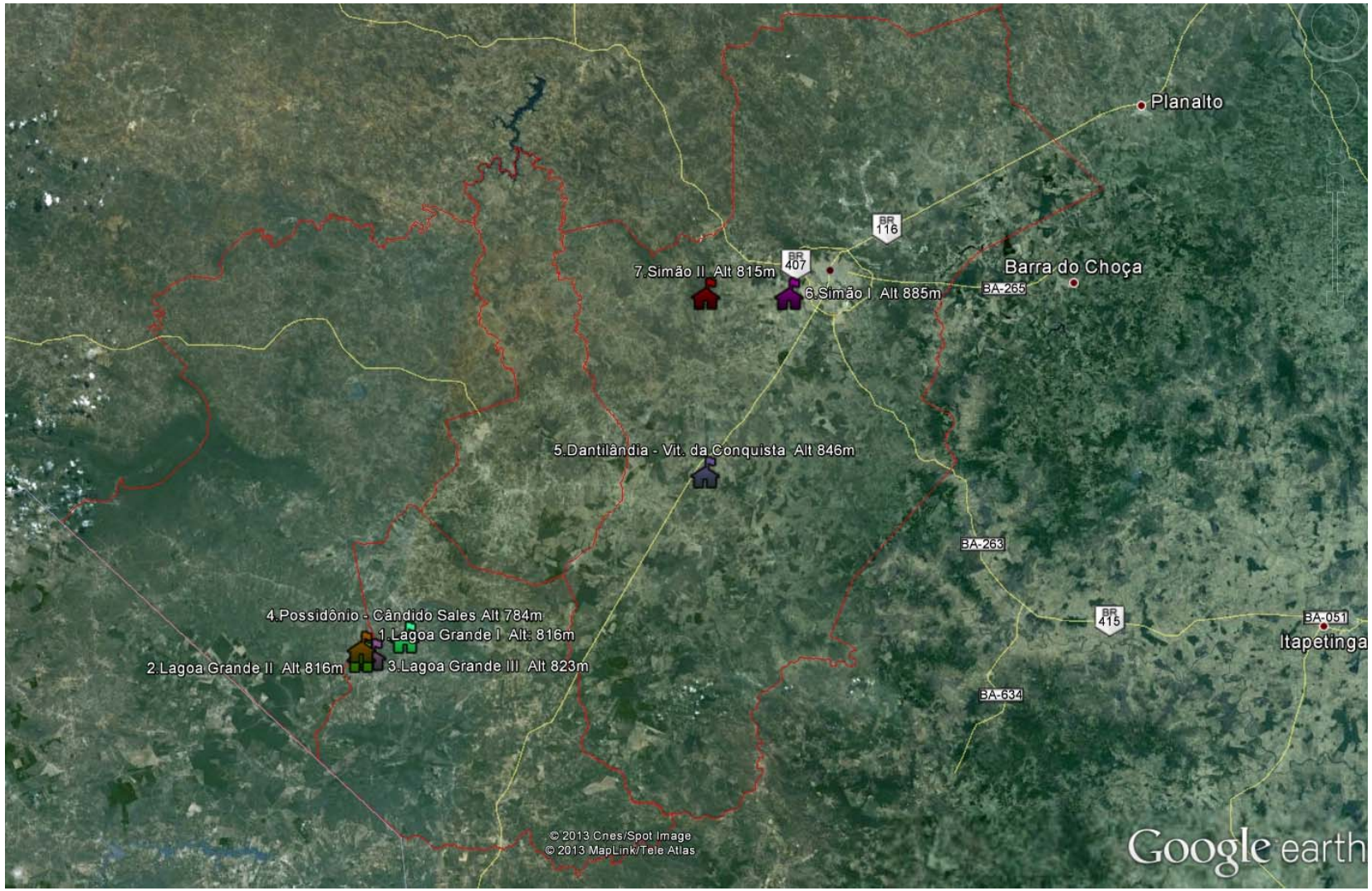
Coleta e Análise Físico-Química da Manipueira

O trabalho foi realizado no período de abril de 2010 a junho de 2011. Visitaram-se indústrias de farinha situadas nos municípios de Cândido Sales e Vitória da Conquista, BA. As amostras de manipueira foram coletadas mensalmente, observando-se as variedades processadas, bem como o estado de massa da mandioca (integral, mista ou lavada) e a utilização ou não de corante Artificial. A localização das indústrias na área de trabalho é apresentada na figura 48.

Para caracterização físico-química as amostras foram enviadas ao laboratório da Universidade Federal da Bahia (UFBA), para determinação de cálcio (Ca^{++}), potássio (K^{+}), fósforo (P), enxofre (S^{-}), magnésio (Mg^{++}), sódio (Na^{+}), cobre (Cu^{+}), ferro (Fe^{++}), manganês (Mn^{++}), zinco (Zn^{+}) e cianeto (CN^{-}).

As análises de potencial hidrogeniônico (pH), Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Sólidos Sedimentáveis (S.S.) foram realizadas pela Empresa Baiana de Saneamento e Águas (EMBASA).

Figura 48. Localização das casas de farinha na área de estudo.



Fonte: Elaboração própria a partir de arquivo *shape* do SEI e da base do Google Earth Pro. 2013.

Os detalhes da coleta são mostrados na figura 49, com as seguintes etapas: amostragem em frascos plásticos esterilizados (A) e (B), frascos identificados (C) e armazenamento dos frascos em caixas térmicas resfriadas (D).

Figura 49. Detalhe da coleta de manipueira em casas de farinha: Vitória da Conquista, 2011.



Fonte: Coopasub (2011).

Apenas na casa de farinha em Dantilândia foram realizadas coletas em cada tanque do sistema de decantação de manipueira, composto por três tanques. No primeiro tanque, a manipueira é armazenada logo após a prensagem da massa. Assim que se preenchia o primeiro tanque, a manipueira se deslocava para o segundo tanque que a retinha até se encher, passando, em seguida, ao terceiro tanque conforme é indicado na figura 50. O tempo de permanência da manipueira no sistema foi variável, pois a limpeza não ocorria com periodicidade regular.

Figura 50. Detalhe dos tanques de decantação de manipueira da casa de farinha Comunitária em Dantilândia:



Fonte: Coopasub (2011).
Tanque 1 (A), Tanque 2 (B) e Tanque 3 (C). Vitória da Conquista, 2011.

A manipueira coletada e conservada no frio foi levada para os dois laboratórios em prazos inferiores ou iguais a 3 horas. Acrescente-se que os laboratórios iniciaram os trabalhos de análise imediatamente após o recebimento da manipueira. Um dos boletins das análises realizadas na EMBASA é mostrado na figura 51.

Figura 51. Análise realizada com a manipueira nos laboratórios da EMBASA.

embasa — empresa baiana de águas e saneamento s.a.	ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA	COORDENAÇÃO DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA E ESGOTO DA USV
INTERESSADO: Armínio Santos - COOPASUB / UESB		
PROCEDÊNCIA: Dantilândia – Distrito de Vitória da Conquista		TIPO DE EFLUENTE: Manipueira
DATA DA COLETA: 13/05/10		DATA DA ANÁLISE: 13/05/10
COLETOR: O Interessado		TEMPO: Bom

LOCAL DE COLETA	HORA	S.S. (ml/l)	pH	OD (mg/l)	DBO (mg/l)	DQO (mg/l)
Casa de farinha 1 – Tanque de decantação 1	07:15	1,8	5,45	0,0	367,0	120.000
Casa de farinha 2 – Tanque de decantação 2	07:25	54,0	3,72	0,0	387,0	81.500
Casa de farinha 3 – Tanque de decantação 3	07:35	13,0	3,61	0,0	407,0	55.500

OBS:

DATA: 19 / 05 / 2010	DATA: 19 / 05 / 2010
TÉCNICO RESPONSÁVEL Sirleda Medeiros Silva	QUÍMICO RESPONSÁVEL

Fonte: Embasa (2010).

Os métodos usados pela EMBASA para estas análises foram os seguintes:

- DBO: Método por incubação a 20 ºC por 5dias.
- DQO: Método por digestão com bloco reator.
- OD: Método por titulometria.

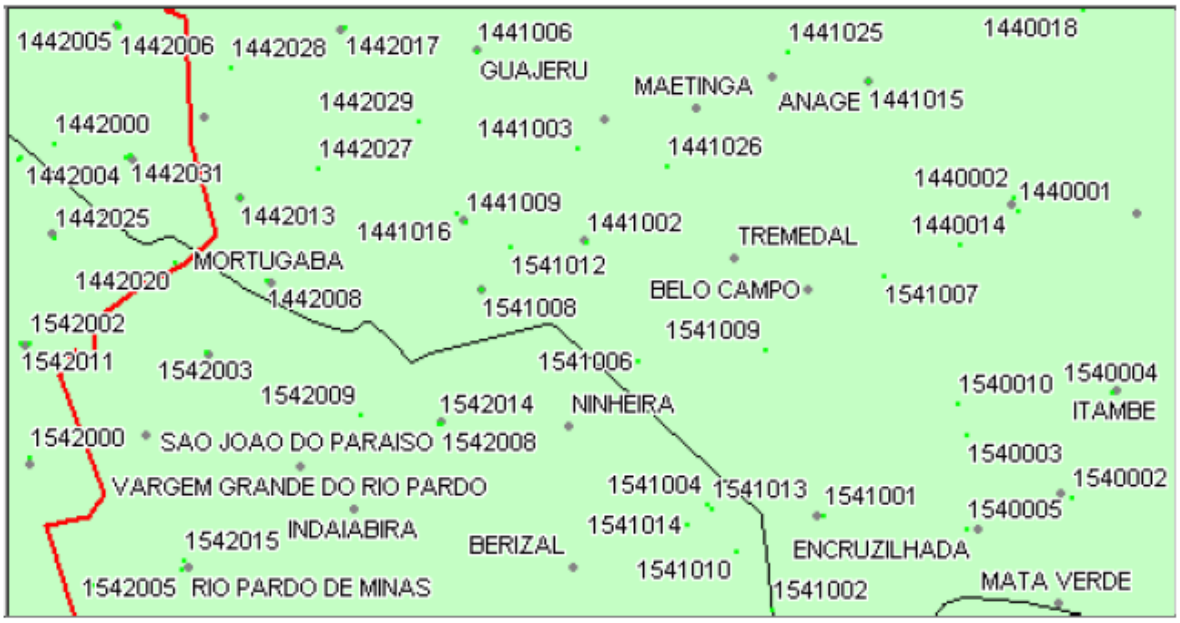
As análises efetuadas no laboratório de química da Universidade Federal da Bahia obedeceram aos seguintes métodos:

- Determinação de sódio e potássio: Digestão das amostras seguida de leitura em fotômetro de chama.
- Determinação de macro e microelementos (Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu): Digestão completa da amostra seguida de leitura direta em espectrofotômetro de absorção molecular.
- Determinação de Enxofre: Método de turbidimetria de sulfato de bário, conforme descrito por Malavolta, 1997.
- Determinação de Fósforo: Método colorimétrico de azul de molibdênio por redução com ácido ascórbico, conforme descrito pela ABNT, NBR 12772, 1992.
- Determinação de Cianeto: Análise colorimétrica de cianeto livre conforme descrito por Essers, 1993.

Condições Pluviométricas

Os dados pluviométricos das séries históricas utilizadas neste trabalho foram obtidos diretamente do órgão governamental federal denominado Agência Nacional das Águas – ANA (2013). Os dados de diversas estações, tanto da área de pesquisa como de regiões adjacentes foram enviadas por este órgão, dispostas num plano conforme a figura 52.

Figura 52. Estações pluviométricas incluídas na área de estudo e adjacências identificadas por números e municípios próximos das estações.



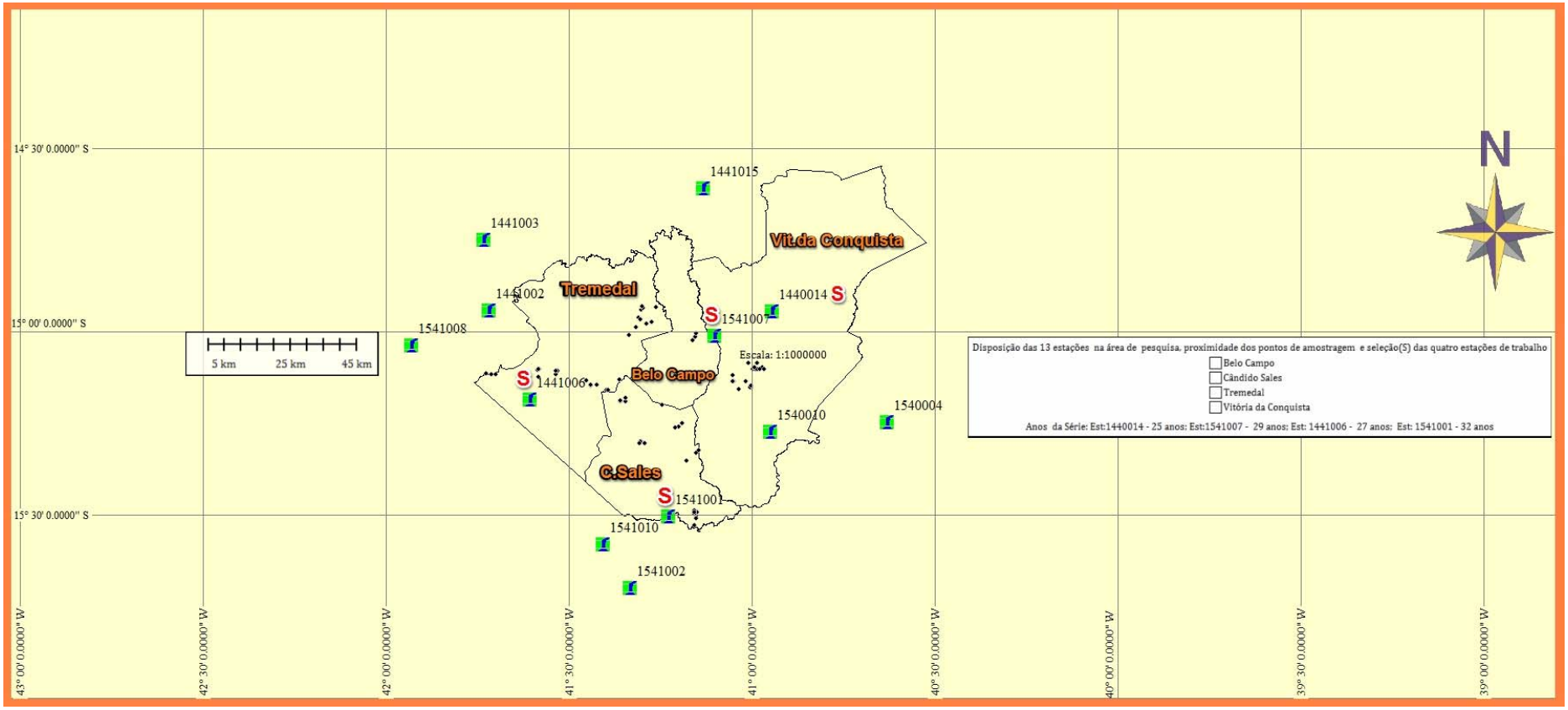
Fonte: ANA (2013).

Estas estações foram submetidas a uma triagem e localizadas num mapa da área de pesquisa, considerando a proximidade das propriedades agrícolas amostradas. Desta primeira triagem selecionou-se 12 estações e, no final, trabalhou-se com quatro estações localizadas dentro de cada município da área de pesquisa. As quatro estações selecionadas foram:

1. Estação 1541007- Belo Campo
2. Estação 1441006 - Tremedal
3. Estação 1440014 – Vitória da Conquista
4. Estação 1541001 – Cândido Sales

Procurou-se usar os dados das estações mais próximas das propriedades dos agricultores e também um número de anos da série histórica não inferior a 25 anos, ver Figura 53.

Figura 53. Disposição das 13 estações na área de pesquisa, proximidade dos pontos de amostragem, seleção das quatro estações de trabalho (S) e anos da série histórica. Escala 1: 1000.000.



Fonte: Elaboração própria a partir do software GlobalMapper 13.0.

Os dados de cada estação foram classificados e organizados em planilhas Excel para posterior análise estatística em software específicos. As variáveis consideradas em relação à série histórica foram: 1. Meses da Série; 2. Nº de Dias de Chuvas; 3. Precipitação Média Mensal; 4. Precipitação Média Diária; 5. Precipitação Média Anual. Esta última variável foi apenas apresentada para cada uma das estações de trabalho, sem ser analisada. Neste caso considerou-se a precipitação média anual de pouca valia, uma vez que não é possível estimar a distribuição pluviométrica. As análises de dados pluviométricos visaram as seguintes determinações:

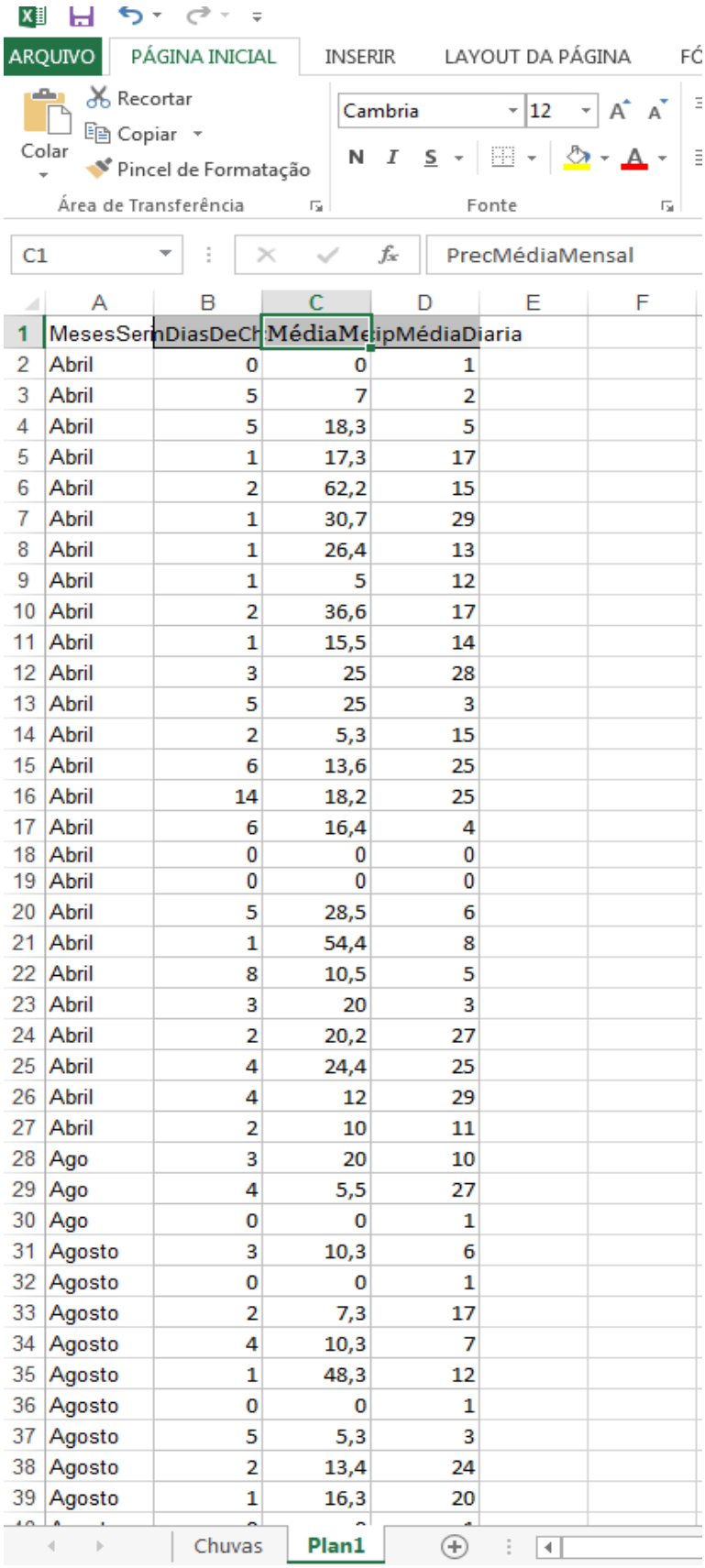
1. Determinar sequencialmente os meses da série histórica com maior e menor distribuição pluviométrica;
2. Determinar comparativamente as distribuições pluviométricas mês a mês dos quatro municípios da pesquisa.
3. Determinar para cada município e comparativamente entre os quatro municípios a significância ou não do Nº de Dias de Chuva, Precipitação Média Diária e Precipitação Média Mensal. Posteriormente se substituiu a Precipitação Média Diária pela Precipitação Máxima Mensal por se ajustar melhor às análises realizadas.

Estas determinações foram usadas para responder as seguintes questões estratégicas para a área de estudo:

1. O perfil climático dos municípios da pesquisa é heterogêneo ou homogêneo?
2. Existem diferenças entre os meses secos e de chuvas entre as quatro localidades?
3. Existem diferenças entre as localidades quanto à coincidência do maior período de absorção de nutrientes da mandioca com os meses de chuva?
4. Existem diferenças na área de estudo quanto à distribuição de chuvas?
5. Existem diferenças entre as localidades quanto à severidade da seca?
6. É possível se aumentar o rendimento ou a produtividade da raiz de mandioca nas condições pluviométricas existentes na região?

A análise estatística foi realizada com o software denominado Statistica Versão 10.0. No exemplo que segue, as figuras apresentam as etapas metodológicas do uso do software. Na primeira etapa se inseriu os dados da planilha Excel, classificados e organizados, conforme o exemplo da figura 54.

Figura 54. Exemplo de dados pluviométricos classificados e organizados para entrada no software estatístico.



	A	B	C	D	E	F
1	MesesSeri	nDiasDeCh	MédiaMe	ipMédiaDiaria		
2	Abril	0	0	1		
3	Abril	5	7	2		
4	Abril	5	18,3	5		
5	Abril	1	17,3	17		
6	Abril	2	62,2	15		
7	Abril	1	30,7	29		
8	Abril	1	26,4	13		
9	Abril	1	5	12		
10	Abril	2	36,6	17		
11	Abril	1	15,5	14		
12	Abril	3	25	28		
13	Abril	5	25	3		
14	Abril	2	5,3	15		
15	Abril	6	13,6	25		
16	Abril	14	18,2	25		
17	Abril	6	16,4	4		
18	Abril	0	0	0		
19	Abril	0	0	0		
20	Abril	5	28,5	6		
21	Abril	1	54,4	8		
22	Abril	8	10,5	5		
23	Abril	3	20	3		
24	Abril	2	20,2	27		
25	Abril	4	24,4	25		
26	Abril	4	12	29		
27	Abril	2	10	11		
28	Ago	3	20	10		
29	Ago	4	5,5	27		
30	Ago	0	0	1		
31	Agosto	3	10,3	6		
32	Agosto	0	0	1		
33	Agosto	2	7,3	17		
34	Agosto	4	10,3	7		
35	Agosto	1	48,3	12		
36	Agosto	0	0	1		
37	Agosto	5	5,3	3		
38	Agosto	2	13,4	24		
39	Agosto	1	16,3	20		

Fonte: Elaboração própria a partir da planilha Excel 2013.

Os dados foram classificados na planilha Excel, por meses do ano em ordem alfabética e a planilha de dados foi inserida no software Statistica 10.0, rodando-se o teste estatístico de Escalonamento Multidimensional.

Evapotranspiração Total, Balanço Hídrico

Calculou-se a evapotranspiração total dos solos do município de Cândido Sales, mês a mês, pelo método de Evapotranspiração de Thornthwaite. Este método correlaciona as informações de latitude e mês do ano com a variável temperatura e possibilita a estimativa da evapotranspiração através da seguinte equação:

$$ETP = Fc\ (10.\ T/2)^{1,514}$$

Onde: ETP - evapotranspiração potencial mensal (30 dias e 12 h de luz) (mm/mês); T – temperatura média do ar (ºC); Fc - fator de correção em função da latitude e o mês.

O motivo específico da escolha do método de Thornthwaite residiu na escassez de dados disponíveis para esta região a exemplo do método Penman-Monteith que exige dados de temperatura máxima, mínima, insolação, velocidade dos ventos, umidade relativa, fotoperíodo e radiação solar líquida.

Foram utilizados registros diários da temperatura e precipitação, obtidos junto à Agência Nacional e Águas – ANA (2013). As temperaturas disponíveis de séries históricas foram obtidas apenas para a estação 1541001, de Cândido Sales. Para o cálculo do balanço hídrico climatológico utilizou-se os dados de temperatura e precipitação do período de 2001 a 2012 e da Capacidade de Água Disponível (CAD) de 85 mm. Para se chegar a este resultado do CAD usaram-se os dados da tabela abaixo:

Figura 55. Valores aproximados para algumas características físico-hídricas dos solos, segundo a sua classe textural.

Textura do solo	VIB[1] (cm/h)	Densidade (g/cm³)	CC[2] (%peso)	PMP[3] (%peso)	CAD[4] (%peso)	CAD[5] (mm/m)
Arenoso	5 (2,5–22,5)	1,65 (1,55-1,80)	9 (6-12)	4 (2-6)	5 (4-6)	85 (70-100)
Franco-arenoso	2,5 (1,3-7,6)	1,50 (1,40-1,60)	9 (6-12)	6 (4-8)	8 (6-10)	120 (90-150)
Franco	1,3 (0,8-2,0)	1,40 (1,35-1,50)	22 (18-26)	10 (8-12)	12 (10-14)	170 (140-190)
Franco-argiloso	0,8 (0,25-1,5)	1,35 (1,30-1,40)	27 (25-31)	13 (11-15)	14 (12-16)	190 (170-220)
Silto-argiloso	0,25 (0,03-0,5)	1,30 (1,25-1,35)	31 (27-35)	15 (13-17)	16 (14-18)	210 (190-230)
Argiloso	0,05 (0,01-0,1)	1,25 (1,20-1,30)	35 (31-39)	17 (15-19)	18 (1620)	230 (200-250)

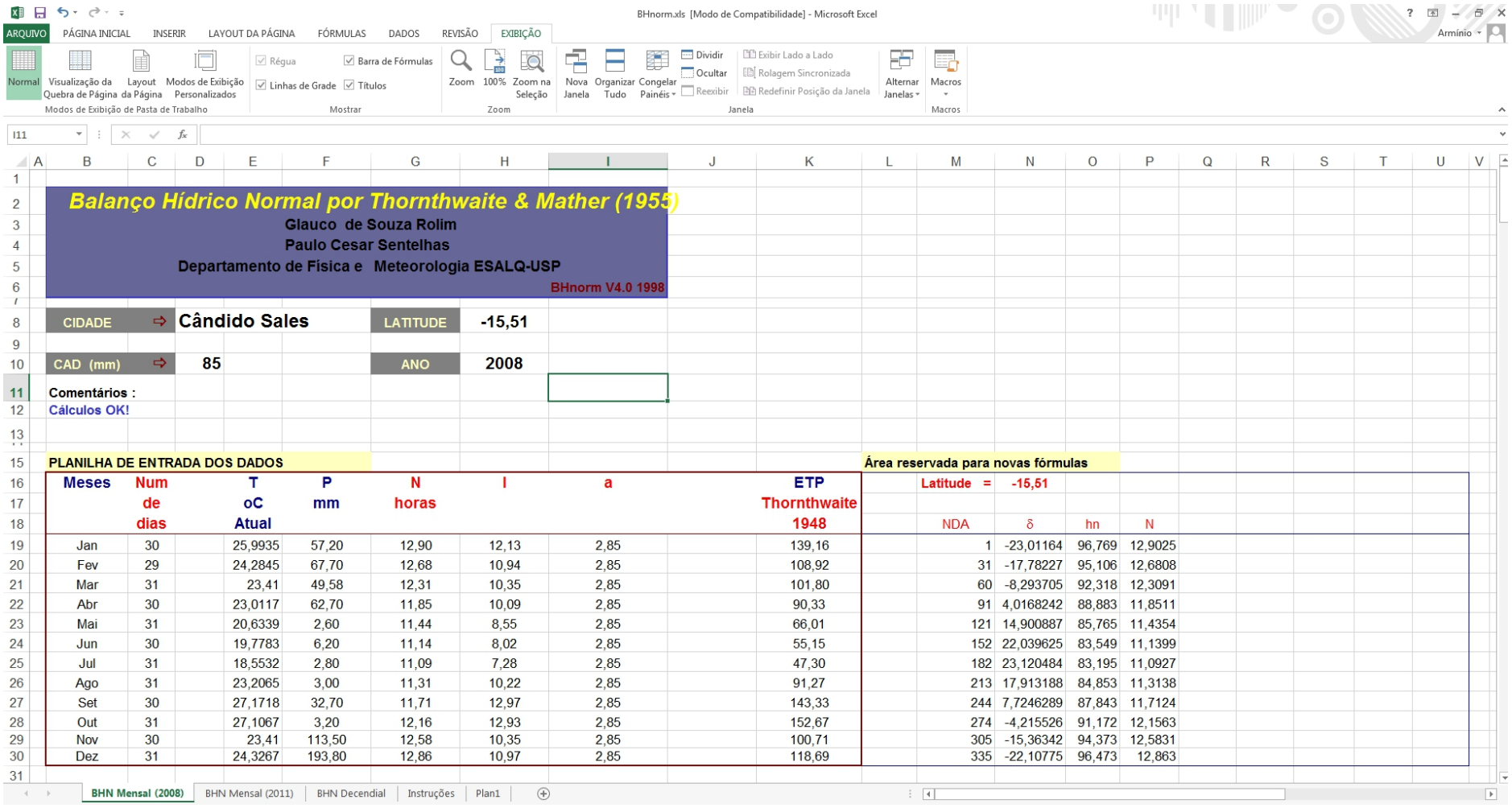
* Primeiro valor representa a média e os valores entre parênteses representam a faixa de variação.
1 VIB = velocidade de infiltração básica
2 CC = umidade do solo na capacidade de campo
3 PMP = umidade do solo no ponto de murcha permanente
4 CAD = água total disponível = (CC – PMP)
5 CAD em lâmina de água por profundidade de solo

Fonte: Vermeiren & Jobling (1997).

Os solos de Cândido Sales, quanto à textura, foram enquadrados na figura 55 como textura arenosa, obtendo-se o valor de 85 mm.

Os procedimentos para obtenção do balanço hídrico foram realizados a partir do método proposto por Thornthwaite e Mather (1955), usando-se o software desenvolvido em planilhas eletrônicas do excel por Rolim& Sentelhas (1998), ver Figura 56.

Figura 56. Software BHnorm elaborado em planilha Excel para balanço hídrico normal por Thornthwaite & Mather (1955).



BHnorm.xls [Modo de Compatibilidade] - Microsoft Excel

Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite & Mather (1955)

Glauco de Souza Rolim
Paulo Cesar Sentelhas
Departamento de Física e Meteorologia ESALQ-USP
BHnorm V4.0 1998

CIDADE	Cândido Sales	LATITUDE	-15,51
CAD (mm)	85	ANO	2008

Comentários :
Cálculos OK!

PLANILHA DE ENTRADA DOS DADOS

Meses	Num de dias	T oC Atual	P mm	N horas	I	a	ETP Thornthwaite 1948
Jan	30	25,9935	57,20	12,90	12,13	2,85	139,16
Fev	29	24,2845	67,70	12,68	10,94	2,85	108,92
Mar	31	23,41	49,58	12,31	10,35	2,85	101,80
Abr	30	23,0117	62,70	11,85	10,09	2,85	90,33
Mai	31	20,6339	2,60	11,44	8,55	2,85	66,01
Jun	30	19,7783	6,20	11,14	8,02	2,85	55,15
Jul	31	18,5532	2,80	11,09	7,28	2,85	47,30
Ago	31	23,2065	3,00	11,31	10,22	2,85	91,27
Set	30	27,1718	32,70	11,71	12,97	2,85	143,33
Out	31	27,1067	3,20	12,16	12,93	2,85	152,67
Nov	30	23,41	113,50	12,58	10,35	2,85	100,71
Dez	31	24,3267	193,80	12,86	10,97	2,85	118,69

Área reservada para novas fórmulas

Latitude = -15,51

NDA	δ	hn	N
1	-23,01164	96,769	12,9025
31	-17,78227	95,106	12,6808
60	-8,293705	92,318	12,3091
91	4,0168242	88,883	11,8511
121	14,900887	85,765	11,4354
152	22,039625	83,549	11,1399
182	23,120484	83,195	11,0927
213	17,913188	84,853	11,3138
244	7,7246289	87,843	11,7124
274	-4,215526	91,172	12,1563
305	-15,36342	94,373	12,5831
335	-22,10775	96,473	12,863

BHN Mensal (2008) | BHN Mensal (2011) | BHN Decendial | Instruções | Plan1

Fonte: Rolim et al. (1999).

Na planilha EXCEL tem-se na tela (figura 56), o balanço hídrico da localidade escolhida (Cândido Sales). No cabeçalho da planilha, constam o nome do município, latitude (com valores negativos para a latitude Sul e longitude Oeste), o valor da CAD adotada, e os índices ***I*** e ***a*** utilizados pelo método de Thornthwaite (1948) na estimativa da ETP (Evapotranspiração Potencial). O ETP corrigido, conforme Romero & González (2003) é obtido pela fórmula:

ETP corrigido = ETP sem corrigir x Fator de Fotoperíodo (δ),
parâmetro representado no software pela coluna letra a.
A ETP sem corrigir é obtida da seguinte forma:
ETP sem Corrigir = 1,6 [10 x temperatura de cada mês/ $\sum i]^{\delta}$,
no qual i= índice calórico mensal.
O cálculo de δ é obtido por:
$67{,}510^{-8}\ I^3 - 7{,}7110^{-6}\ I^2 + 0{,}01791I + 0{,}492$

Para a coluna a, do software o seu valor, no exemplo da figura 56, um dos municípios da pesquisa, equivale a 2,85 (adimensional).

A partir deste ponto se calcula o i= índice calórico de cada mês, a partir da seguinte fórmula

$$i = [\ \text{Temperatura de cada mês}/\ 5\ ]^{1{,}514}$$

A partir destes procedimentos o software faz o cálculo automático da Evapotranspiração potencial e do balanço hídrico.

Logo em seguida, num primeiro quadro, denominado “Entrada de Dados”, são mostrados dados mensais de T (temperatura média mensal do ar) e P (chuva total média mensal) do local, e o resultado dos cálculos do fotoperíodo (N) e da ETP, para cada mês. Logo abaixo está o quadro denominado “Resultados”, no qual são apresentados os resultados do balanço hídrico climatológico. Nesta planilha, o usuário não pode efetuar alterações já que as células deste quadro estão vinculadas às do quadro “Entrada de Dados”.

As representações gráficas do balanço hídrico apresentadas nas planilhas seguiram as recomendações de Camargo & Camargo (1993), sendo automaticamente elaboradas as figuras do extrato do balanço hídrico (DEF – Déficit Hídrico e EXC- Excedente Hídrico) e dos valores de P (Precipitação), ETP (Evapotranspiração Potencial) e ETR (Evapotranspiração Real) na forma de linhas e de barras, apresentando, além da DEF e do EXC, as áreas de

retirada de água do solo e de reposição de água no solo. A planilha apresentou, ainda, a figura de variação do ARM (Armazenamento de Água no Solo) ao longo do ano.

Investigou-se o gasto de lenha no processamento de farinha e a quantidade de hectares desmatados para suprir com madeira os fornos de beneficiamento de farinha. A metodologia é apresentada na tabela 10. Os cálculos foram realizados a partir dos dados do IBGE. No exemplo, abaixo, tomou-se os dados do (2008) e obtiveram-se os seguintes resultados explicitados na tabela 10.

Consumo de Recursos Naturais: Lenha de Floresta Nativa

Tabela 10. Método de cálculo da lenha e da quantidade de hectares necessários para suprir de madeira os fornos de processamento de farinha da produção de raiz de mandioca. Exemplo do município de Cândido Sales.

DADOS 2008			
Área Plantada (ha)	16.000		
Produtividade (t ha^{-1})	18		
Produção raízes (t)	162.000		
Quantidade média de madeira do bioma caatinga (t ha^{-1})	73,8 (Sampaio, 1999).		
Consumo de lenha (t)	24.096,24		
CÁLCULOS		**VALOR**	**UNIDADES**
162.000 ton de raiz	5 x 4 x 12 = 240 dias trabalho	675	t de raiz / dia trabalho
% de raiz destinado a fabricação de farinha 85 %	85% de 675	573,75	t de raiz / dia trabalho
1 ton de raiz *in natura* = 250 kg de farinha	25% de 573,75	143,43	t de raiz / kg de farinha
Relação Consumo lenha / produção de farinha 0,7 Kg de lenha / kg de farinha.	143.430 kg x 0,7	100,4	t de lenha / dia
Ha de caatinga necessários para suprir o consumo de lenha / ano	24.096,24 / 73,8	326,5	ha / ano

Fonte: Elaboração própria.

Os dados como % de raiz destinado a fabricação de farinha, taxa de conversão de tonelada de raiz de mandioca para kg de farinha, e relação consumo de lenha para produção de 1 kg de farinha foram obtidas por dados dos pesquisadores referenciados acima. No exemplo metodológico apresentado utilizou-se no ano de 2008, no município de Cândido Sales, 24.096 toneladas de lenha, consumindo neste processo o equivalente de 326 ha de floresta derrubada. Calculou-se o consumo de lenha de todos os municípios da pesquisa por um período de quatro anos.

Percepção Social: Seminários e Questionários

Foram elaborados questionários que foram aplicados junto à entidades parceiras da Coopasub (Fundação Banco do Brasil - FBB, UESB, Embrapa, Articulação do Semiárido - ASA, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - Sebrae, Comissão Pastoral da Terra - CPT, Movimento dos Pequenos Agricultores - MPA, Instituto Mata de Cipó - IMC, Prefeitura Municipal de Vitória da Conquista - PMVC, Prefeitura Municipal de Cândido Sales - PMCS e Prefeitura Municipal de Tremedal - PMT), os produtores foram mobilizados e reunidos em um seminário para cada município da pesquisa. As atividades do seminário foram: a. informações sobre o objetivo da realização do seminário; b. Debates em grupos; c. Aplicação dos questionários.

Estes seminários tiveram a participação das comunidades envolvidas com o cultivo da mandioca nos respectivos municípios. Na ocasião, foram aplicados um total de 344 questionários nos municípios da pesquisa. Ao final dos seminários municipais, constatada a ausência de comunidades representativas, foram aplicados questionários de campo em visitas a estas comunidades de forma a manter a representatividade dos produtores de mandioca de cada município. O número de participantes por município é mostrado na tabela 11.

Tabela 11. Número de questionários aplicados a produtores de mandioca por município.

Município	Número de questionários
Belo Campo	46
Cândido Sales	134
Tremedal	77
Vitória da Conquista	87

Fonte: Elaboração própria

O conteúdo do questionário foi sobre impactos ambientais, sociais e econômicos da cadeia produtiva da mandioca. A análise dos dados foi realizada pela entidade parceira da

Coopasub: a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, setor de mandiocultura. Usou-se planilha Excel e análise de frequência simples, expressa através de gráficos.

2.3.3 Tendências futuras do ambiente da pesquisa sem uma AAE

Duas dificuldades se apresentaram neste tópico: 1. Os fenômenos seguem a lógica do ecossistema entrelaçando-se componentes bióticos e abióticos e somando-se impactos que redundam em processos complexos a serem analisados. 2. De acordo com Therivel, são poucas as fontes de dados capazes de predizer as tendências futuras; este autor aponta a solução de se predizer o futuro estado do ambiente baseado nas tendências do passado que é a solução escolhida nesta seção. Embora em outras AAE, as análises sejam realizadas através de tabelas de dados e matrizes, no contexto agrícola desta tese não é possível tal simplificação. Seguindo a recomendação de Therivel de que na análise ambiental de tendências futuras, sem a AAE, vários aspectos do ambiente devem ser analisados, selecionaram-se os principais aspectos que mais impactam este sistema estudado e analisado a partir de dados disponíveis e aproximados (proxys), descrevendo-se os impactos até então ocorrentes na região geográfica da pesquisa.

Nesta tese, as tendências são medidas por períodos comparativos, como por exemplo o aumento ou diminuição de focos de queimadas entre duas épocas separadas, no caso específico, por um período de 10 anos. A novidade deste método consiste em selecionar o impacto ambiental principal, que funciona como eixo irradiador para a maioria dos demais impactos. No presente caso, o desmatamento da área de estudo pelas queimadas para plantio de mandioca exerce plenamente esta função. Uma outra forma de inferir a tendência futura, sem a AAE, apresentada neste *baseline* é avaliar como a produtividade do cultivo da mandioca a partir de uma série histórica se alterou. Caso a produtividade se mantivesse constante ao longo da série seria possível inferir que novos aportes tecnológicos não foram adotados por parte dos agricultores e possivelmente não houve mudanças de perfil quanto à adoção de novas tecnologias e/ou a assistência técnica e pesquisa não conseguiram alterar significativamente as formas de produção histórica. A clareza destas tendências vão definir quais temas ambientais e de sustentabilidade além das restrições devem ser consideradas durante à tomada de decisão.

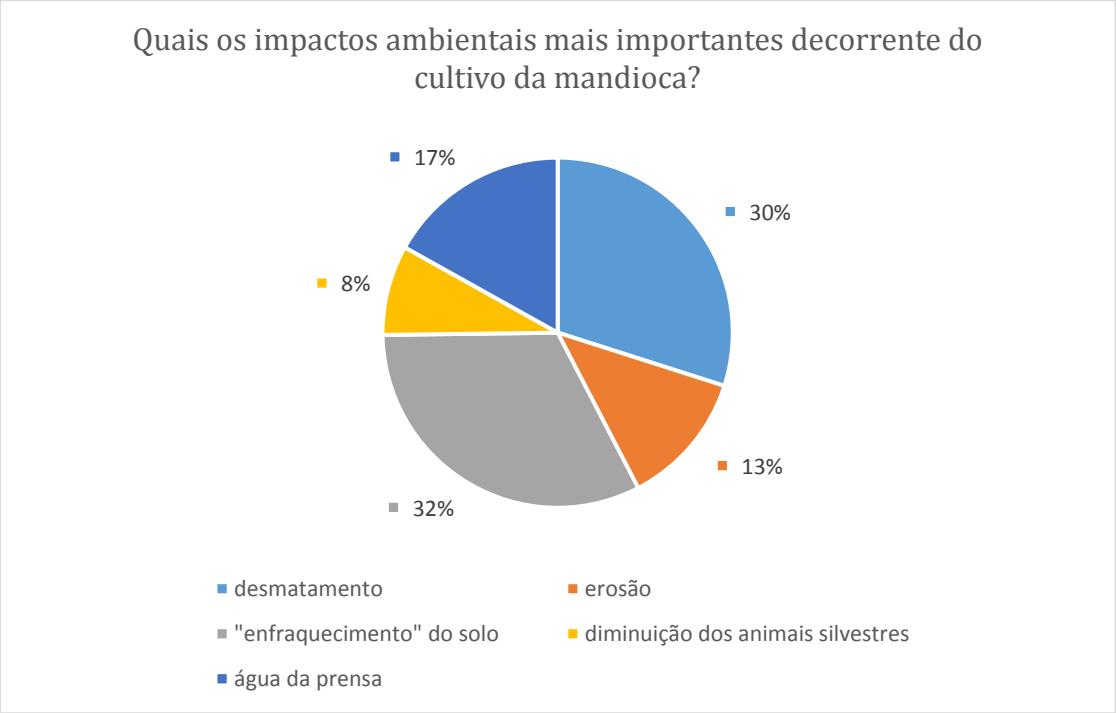
a. Impactos Ambientais relativos à base de suporte de cultivo da mandioca

É necessário acrescentar que os impactos ambientais oriundos da extração de nutrientes pela mandioca nos solos desta microrregião de pesquisa, como também em toda a região norte e nordeste do Brasil, são agravadas pela convicção da maior parte dos agricultores de que não se deve adubar a mandioca.

b. Listagem dos principais Impactos Ambientais decorrentes do cultivo da mandioca

Os dados da pesquisa demonstram que a base de suporte do cultivo da mandioca tem provocado impactos ambientais distintos que são listados pelos agricultores conforme a figura 57 abaixo.

Figura 57. Quais os impactos ambientais mais importantes decorrentes do cultivo da mandioca?



Fonte: Coopasub (2005)

75% dos agricultores citam o "enfraquecimento do solo", o "desmatamento" e a "erosão" como os principais problemas existentes no plantio de mandioca. Todos os três impactos ambientais mantêm uma relação de diminuição da fertilidade do solo. 17% selecionam a água da prensa (resíduo líquido "manipueira") e 8% a diminuição dos animais

silvestres. Considerando que o enfraquecimento do solo seja mais uma consequência de vários impactos somados e não propriamente um impacto em si mesmo, o desmatamento provocado pelas queimadas assume a classificação de impacto número 1 no ecossistema desta microrregião.

c. O efeito das queimadas nas alterações do solo

A figura 58 apresenta a queimada das florestas nativas para o plantio de mandioca, prática amplamente praticada na região da pesquisa.

Figura 58. Área de floresta queimada para plantio de mandioca. Cândido Sales-Ba.



Fonte: Elaboração própria

A figura 58 mostra a situação padrão das queimadas nos municípios desta investigação: a floresta seca é queimada para depois se plantar mandioca. Os processos erosivos podem se intensificar pelo aumento da hidrofobicidade devido às temperaturas de superfície mais altas, como se pode extrapolar da observação da tabela 12.

Tabela 12. Modificações do solo de acordo com as temperaturas alcançadas nas queimadas (ºC).

40- 70	1.Degradação de proteínas e morte do tecido biológico
48-54	2.Desidratação e morte de determinadas raízes
70-90	3.Morte de determinadas sementes
50-21	4.Morte de microrganismos edáficos
180-300	5.Destilação destrutiva e combustão ao redor de 85% do horizonte orgânico
200-250	6.Aumento da hidrofobicidade do solo mineral
200-315	7.Inicia-se a destilação da matéria orgânica do solo
270-300	8.Destruição da hidrofobicidade do solo
200-400	9.Inicia-se a destilação dos nutrientes, especialmente N
>300	10.Os horizontes orgânicos superficiais do solo são inteiramente consumidos
420	11.Perda de água dos minerais da fração argila
450	12.Completo consumo da matéria orgânica
600	13.Máximas perdas de P e K, oxidação de ligações metálicas
800	14.Oxidação do enxofre
980	15.Modificações irreversíveis nos minerais de argilas
1240	16.Volatização do cálcio

Fonte: Úbeda (2001)

Uma série de medidas usando-se o termômetro infravermelho de precisão foram feitas e escolheu-se como parâmetro *proxy* a temperatura mínima. A figura 59 apresenta o instrumento utilizado.

Figura 59. Medições mínimas e máximas da temperatura do forno de processamento de raiz, queimando espécies de lenha da floresta nativa.



Fonte. Elaboração própria.

As temperaturas máximas e mínimas obtidas da fornalha foram 395 º C e 310 ºC. (intermediária de 378 º C). Considerou-se como aproximação das temperaturas ocorrentes nas queimadas de matas nativas em campo para plantio, a temperatura mínima de 310 ºC. Por esta aproximação pelo menos oito alterações na estrutura do solo, retiradas da tabela 12, foram evidenciadas e identificadas, conforme pode ser visto na tabela 13:

Tabela 13. Oito alterações evidenciadas na estrutura do solo como decorrentes da queimada da floresta nativa para plantio de mandioca, retiradas selecionadas da tabela 13 na microrregião de estudo.

1. Degradação de proteínas e morte do tecido biológico
2. Desidratação e morte de determinadas raízes
3. Morte de determinadas sementes
4. Morte de microrganismos edáficos
5. Destilação destrutiva e combustão ao redor de 85% do horizonte orgânico
6. Aumento da hidrofobicidade do solo mineral
7. Inicia-se a destilação da matéria orgânica do solo
8. Destruição da hidrofobicidade do solo

Fonte: Elaboração própria a partir de Úbeda (2001).

d. Derrubada da floresta nativa para obtenção de lenha nos fornos de processamento de raiz de mandioca

Uma das principais limitações do plantio e beneficiamento da mandioca, na microrregião sudoeste da Bahia é a disponibilidade de lenha para ser usado nos fornos de casa de farinha, uma vez que não há formas alternativas de energia para substituição da mesma. Em várias localidades desta região, a exemplo de Dantilândia, município de Vitória da Conquista, já há uma restrição clara à atividade de beneficiamento da mandioca devido à escassez de lenha para fazer funcionar os fornos (figura 60).

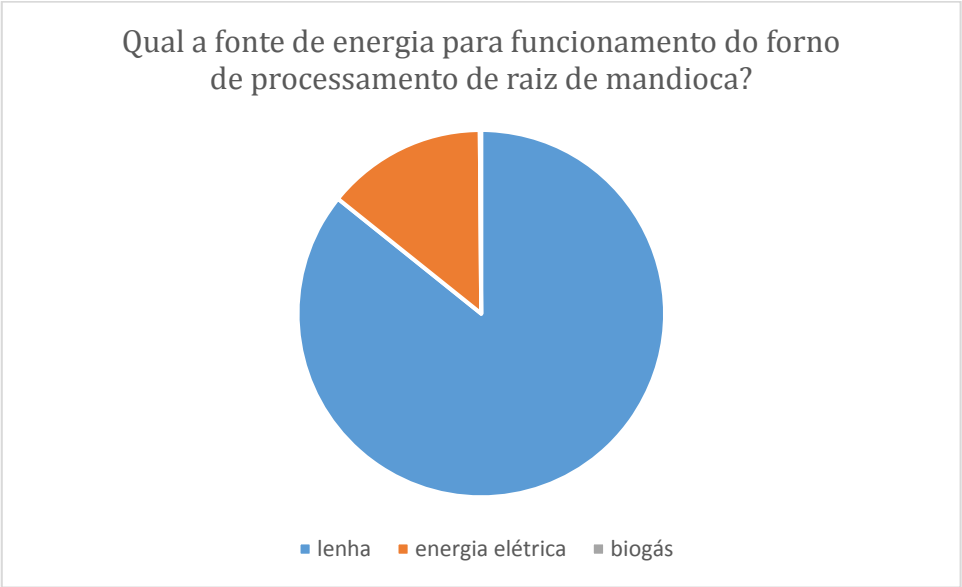
Figura 60. Uso de lenha para fornos de beneficiamento da mandioca – Cândido Sales.



Fonte: Elaboração própria

Esta lenha é retirada predominantemente da mata nativa, em detrimento a outras fontes de energia, conforme se pode ver na figura 61.

Figura 61. Qual a fonte de energia para funcionamento do forno de processamento de raiz de mandioca?



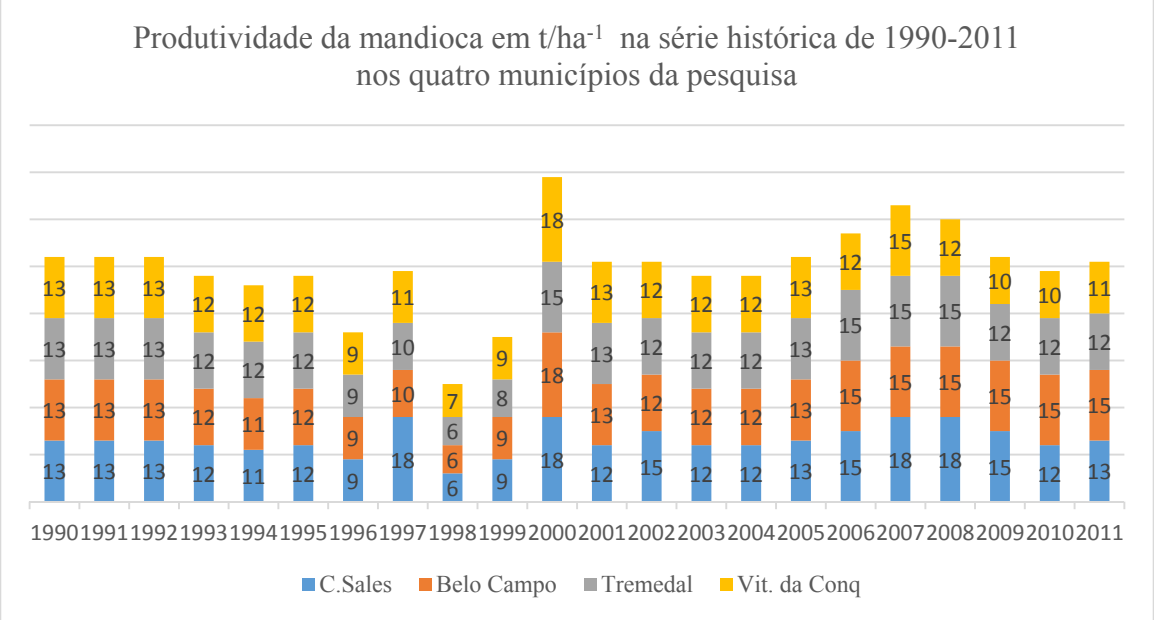
Fonte: Coopasub 2005.

e. A situação passada e atual do ambiente na área de estudo e a sua futura tendência sem a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE).

Alguns aspectos do atual *baseline* ambiental podem continuar dentro do futuro, mas é improvável que todos os aspectos sofram modificações. Poucas são as fontes de dados capazes de predizer tendências futuras. Desta forma é necessário que se selecione e compreenda-se as principais tendências, causas destas tendências, ligações de tecnologias futuras com estas tendências, ações estratégicas e projetos. As tendências principais incluem deslocamento no uso do solo, melhoramento ou deterioração da qualidade do ar, perdas de biodiversidade, diminuição do estoque de peixes em rios, mudança no nível de água em aquíferos, mudanças climáticas. Estas tendências podem ser identificadas pela revisão do *baseline* do passado, dados de monitoramento e extrapolação destes dados para o futuro. Estas tendências podem também ser identificadas através de registros de planos oficiais e avaliações ambientais, seguros, taxas e outros registros, mapas de fotos e em discussões com residentes da área de estudo.

Os dados da série histórica de 1990-2011, da produtividade da cultura da mandioca nos quatro municípios de estudo, são apresentados na figura 62.

Figura 62. Produtividade da mandioca em t/ha^{-1} na série histórica de 1990-2011 nos quatro municípios da pesquisa.

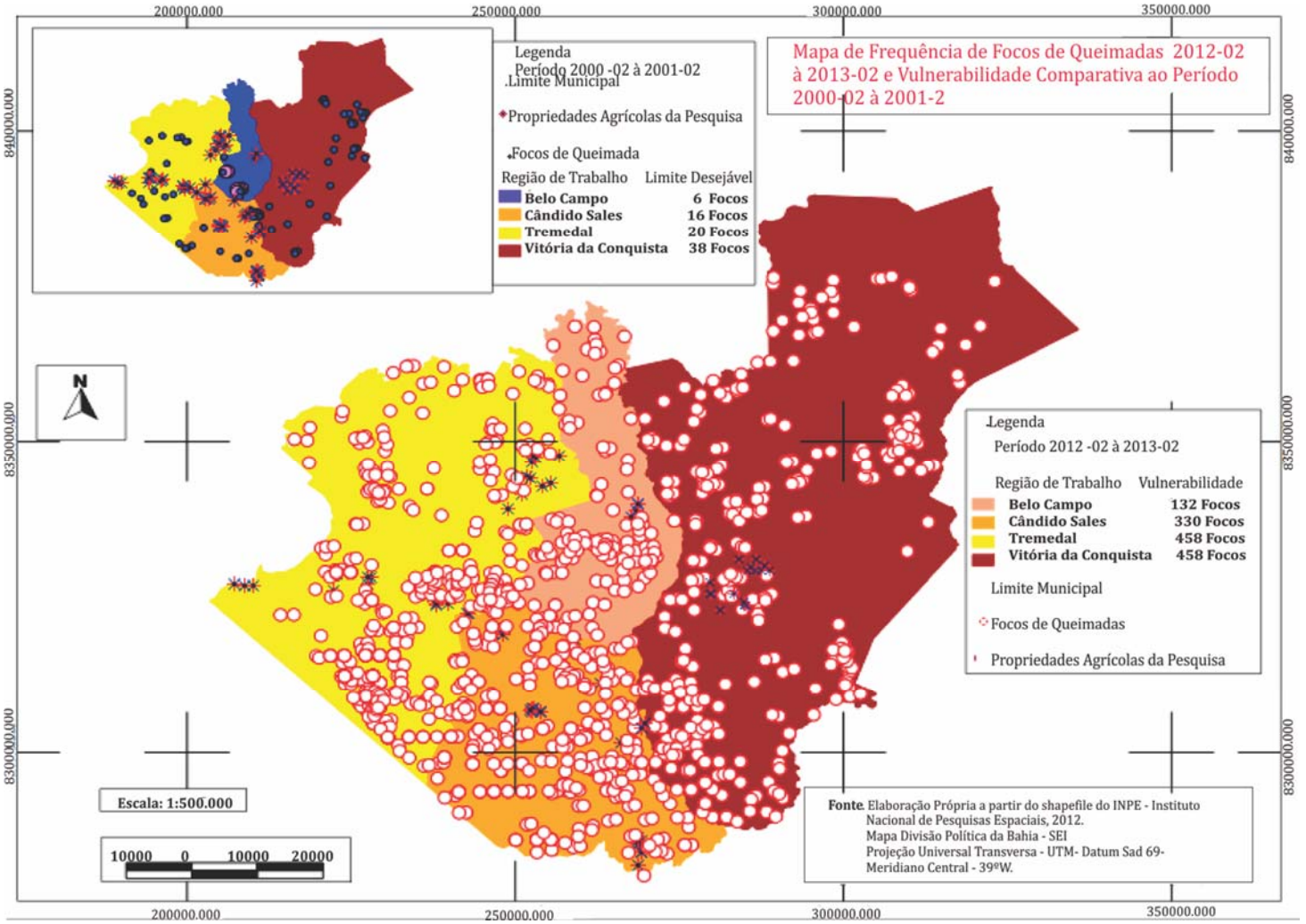


Fonte: IBGE (2012).

Pelos dados da figura 62 é possível visualizar que não houve variações significativas na produtividade deste cultivo do período analisado de 1990 à 2011. O conhecimento empírico do autor, em contato regular com agricultores desta microrregião, permite afirmar

que nos anos de 2012 e 2013 não houve qualquer mudança de tecnologia ou intervenções capazes de modificarem estas tendências. Ao contrário pode-se concluir que estas tendências se agravaram, conforme mostra o mapa de focos de queimadas apresentado na figura 63, comparando dois períodos distintos: 2000-2001 à 2012-2013.

Figura 63. Mapa de frequência de queimadas 2012-02 à 2013-02 e vulnerabilidade comparativa ao período 2000-02 à 2001-02.



Fonte: Elaboração própria.

A figura 63 apresenta um significativo aumento das queimadas entre os dois períodos citados. Mostra também que as propriedades agrícolas da amostragem da pesquisa estão concentradas na quase totalidade em cima dos pontos de focos de queimadas. A variação percentual entre os dois períodos é apresentado na tabela 14.

Tabela 14. Variação percentual do número de focos de queimadas entre os períodos de 2000-02 à 2001-02 e 2012-02 à 2013-02.

NÚMERO DE FOCOS DE QUEIMADAS			
LOCALIDADES	2000-02 à 2001-02	2012-02 à 2013-02	Variação (%)
Belo Campo	6	132	2100%
Cândido Sales	16	330	1962,5%
Tremedal	20	458	2190%
Vitória da Conquista	38	458	1105%

Fonte: Elaboração própria.

Os dados da tabela 14 permitem, portanto, medir uma tendência de agravamento dos impactos ambientais decorrentes das queimadas para plantio de mandioca, sem o uso da AAE na área de pesquisa. Permitem também indicar que as condições de fertilidade química do solo, práticas de cultivo inadequadas por parte dos agricultores irão continuar.

2.4 SELEÇÕES DE AÇÕES (*SCREENING*) E ESCOPO (*SCOPING*)

A seleção de ações (screening) e escopo (scoping) seguem Sadler& Verheem (1996) e Therivel (2010), conforme apresentado na tabela 15 abaixo.

Tabela 15. Descrição das seleções de opções da AAE (screening) e escopo (*scoping*).

Estágios da AAE -	O Que Decidir	O Que Relatar
Screening: 1.É necessário usar a AAE?	1.Por que, quando, e onde avaliar o processo de tomada de decisão?	1. Lista dos critérios.
2.Identificar alternativas (mais) sustentáveis para lidar com os problemas e implementar os objetivos da ação estratégica. *Scoping*: Relatório do escopo	2.Quais alternativas ou opções a serem consideradas?	2.Alternativas
	3.O que incluir no relatório?	3.Eliminação de critérios menos significativas que não sejam objetos da AAE e documentar as razões da eliminação

3. Formulação de opções: identificar opções à lista de critérios do plano que não sejam passíveis da aplicação do AAE	1.Quais opções devem ser consideradas para cada critério 2.Existem políticas, estratégias, planos e compromissos precedentes na área de estudo?	3. a Consulta à Coopasub sobre o escopo e o nível de informações incluídas. 3.b Dificuldades e incertezas encontradas. 4. Lista de opções para cada critério do plano 5. Políticas, Estratégias, Planos e Compromissos Precedentes da área de estudo

Fonte: Sadler & Verheem (1996); Therivel (2010).

Nas seleções das ações, de acordo com Therivel (2010) e Sadler &Verheem (1996), é necessário tomar as seguintes medidas: 1. Decidir se há a necessidade de se usar a AAE; 2. Decidir se é possível antecipar e prevenir ou eliminar as dificuldades através de efetivas medidas sem a necessidade de AAE; 3. Verificar se não há planos semelhantes para a região de estudo; 4. Listar os critérios; 5. Verificar possíveis alternativas existentes. Na tabela 16 adaptada de Therivel (2010), Sadler &Verheem (1996) são apresentadas os princípios e critérios usados ligados ao marco metodológico de indicadores de sustentabilidade SAFE - *Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework* (Van Cauwenbergh & Biala, et al.2007) desenhado especificamente para a área agrícola, objeto desta tese. É importante destacar que os objetivos AAE foram elaborados ligados a estes critérios, dentro do marco metodológico citado. Esta metodologia usada mantém a ligação e coerência entre si dos Princípios, critérios, objetivos AAE e indicadores de sustentabilidade. Esta ligação e coerência são fornecidas pelo marco metodológico SAFE.

Tabela 16. Princípios, critérios, escore e alternativas possíveis dentro da etapa de seleção e formulação de opções.

Princípios	**Critérios**	**Há alternativas a AAE?**	**Lista de Opções**
Função de regulação da estabilidade do ecossistema	Resistência e resiliência do agro-ecossistema são mantidas ou aumentadas	Sim **Não**	
Função de interceptação do fluxo do ar	Velocidade do vento adequadamente interceptada	**Sim**[1] Não	Elaboração de mapa eólico e uso de faixas de vegetação com fins de interceptação do ar
Função de manutenção da qualidade do ar	Qualidade do ar mantida ou aumentada	Sim **Não**	

Função estoque do solo (suprimento)	Salvaguardar a perda e qualidade do solo	Sim **Não**	
Função qualidade do estoque do solo (suprimento)	Manter ou aumentar a qualidade química do solo	Sim **Não**	
	Manter ou aumentar a qualidade biológica do solo		
Função de suprimento de água	Quantidade adequada de umidade do solo é suprida	Sim **Não**	
Função de armazenamento de água	Função de regulação de inundação/escorrimento de água do agro-ecossistema é mantido ou aumentado	Sim **Não**	
Função de suprimento de energia	Adequada quantidade de energia é suprida	Sim **Não**	
Função de manutenção do fluxo de energia	Fluxo de energia é adequadamente protegido	Sim **Não**	
Princípio: Função estoque de recursos bióticos	Biodiversidade planejada é mantida ou aumentada	Sim **Não**	
	Parte funcional da biodiversidade natural é mantida ou aumentada		
	Parte herdada da biodiversidade natural é mantida ou aumentada		
Princípio: Função estoque de habitat	Diversidade de habitats é mantido ou aumentado	Sim **Não**	
Princípio: Função estoque da qualidade do habitat	Qualidade funcional de habitats é mantido ou aumentado	Sim **Não**	
Função Econômica	Garantir o rendimento da propriedade agrícola	Sim **Não**	
	Tornar a atividade agrícola economicamente eficiente	Sim Não	
	Intensificar o funcionamento da fecularia como forma de garantir preços justos e constantes à produção	**Sim**[2] Não	Ajustes administrativos e econômicos elaborados por administradores e economistas da Coopasub
	Otimizar o treinamento profissional do agricultor	**Sim**[3] Não	Treinamento dos agricultores feitos pela Coopasub
	Adaptabilidade do agricultor é suficiente	**Sim**[4] Não	Ações governamentais pontuais nas áreas de educação, saúde, estradas e lazer na área de estudo
Função de produção do agro-ecossistema (Segurança alimentar & Segurança)	Capacidade de produção é compatível com a demanda social pela raiz *in natura* ou subprodutos da mandioca	**Sim**[5] Não	Ajustes administrativos e econômicos elaborados por administradores e economistas da Coopasub para o segmento específico da fécula
	Diversidade de alimentos e produtos in natura é mantido ou aumentado		

Função de fixação na propriedade agrícola (Segurança)	Manutenção do agricultor e da sua família na propriedade agrícola é mantida ou aumentada	**Sim**[6] Não	Otimização da estrutura de comercialização da fecularia da Coopasub para a compra de raiz a preços justos, aliado a investimentos públicos em educação, saúde e lazer
Função de bem estar físico da comunidade agrícola	Otimizar condições de trabalho	**Sim**[7] Não	Melhorias pontuais, por parte da Coopasub e entidades parceiras, com novas tecnologias de produção. Exemplo: introdução de novos maquinários que substituam trabalhos exaustivos dos cooperados
	Otimizar o uso do maquinário chamado descascador para liberar trabalho exaustivo da mulher		
Função de bem estar psicológico da comunidade agrícola	Educação de agricultores e trabalhadores agrícolas é otimizado	**Sim**[8] Não	Programas de incentivos à educação dos trabalhadores, pela Coopasub e entidades parceiras, com a possibilidade de se usar redes de educação agrícola à distância de órgãos governamentais
	Situação familiar incluindo igualdade na relação homem-mulher é aceitável		
	Acesso familiar para uso de infraestrutura social e de serviços é aceitável		
Função social de bem estar	Método de produção é aceitável	Sim **Não**	
	Equidade é mantida ou aumentada		
	Envolvimento de todos os atores da cadeia produtiva da mandioca (stakeholder) é mantido ou aumentado		
Função de progresso educacional	Educação e valor científico são garantidos ou aumentados	**Sim**[9] Não	Programas de incentivos à educação científica dos trabalhadores, pela Coopasub e entidades parceiras, com a possibilidade de se usar cursos e seminários da Universidade Estadual parceira da Coopasub.

Fonte: Adaptada de Therivel (2010), Sadler & Verheem (1996).

- ✓ Políticas, estratégias, planos e compromissos precedentes da área de estudo.

Em relação à Avaliação Ambiental Estratégica na área de pesquisa, a extensa pesquisa bibliográfica na internet, em órgãos públicos atuantes na região, além de contatos realizados com professores de universidades do Estado da Bahia, consultas à Seagri- Secretaria de Agricultura do Estado da Bahia, permite afirmar que nunca foi realizado uma AAE para esta região da pesquisa. O levantamento de pesquisa até onde foi possível investigar, mostrou que

no Estado da Bahia, no presente ano de 2013 só existe uma aplicação de AAE denominada: Estudo de Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) do Programa Multimodal de Transporte e Desenvolvimento Minero-Industrial da Região Cacaueira, Estado da Bahia. A pesquisa na literatura em diversos bancos de dados (ScienceDirect, Scirus, Springer), mostrou haver registrado no mundo, apenas um caso de Avaliação Ambiental Estratégica aplicada à cadeia produtiva da mandioca elaborada pela FAO em 2001, de natureza territorial e não setorial como ocorre na presente investigação. Na pesquisa realizada, nenhuma das AAE agrícolas encontradas eram setoriais. Desta forma, pode-se afirmar com elevado grau de confiança que nunca houve a aplicação da Avaliação Ambiental Estratégica na área agrícola de pesquisa desta região de estudo, restando apenas ações e projetos pontuais, muitas vezes desarticuladas com as entidades parceiras da Coopasub atuante nesta região, aplicadas por órgãos governamentais, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, localizada em Vitória da Conquista-Ba, pelas prefeituras de cada um dos municípios da pesquisa e pela própria Coopasub. Dentre as principais ações e projetos realizados antes do atual trabalho, pode-se listar:

- Câmara Setorial da Mandioca: Esta câmara foi fundada por iniciativa da Secretaria de Agricultura do Estado da Bahia – SEAGRI, em 2012, como "fóruns organizacionais e permanentes de caráter público e de natureza privada com a finalidade de harmonizar as partes atuantes, aumentando a eficiência das cadeias produtivas e a eficácia das políticas públicas no Estado, conduzindo a sua maior competitividade".

- No município de Vitória da Conquista, a prefeitura disponibilizou um terreno situado no distrito de Corta Lote, em 2009, com área de 10 hectares para construção da Unidade de Processamento de fécula, com capacidade instalada de 100 toneladas/dia; Unidade de Padronização e embalagem de farinha de mandioca e 01 Armazém Central, e instalação do viveiro de mudas além de disponibilizar técnicos para elaboração de projetos.

- Produção de 55 mil mudas de plantas com finalidade de uso energético, nos fornos de beneficiamento, incluída na produção o plantio de 25 mil mudas de espécies nativas para ser usadas como reflorestamento de áreas devastadas pelos sucessivos plantios de mandioca, no âmbito de atuação da Coopassub. Esta ação foi responsabilidade do autor desta tese que concluiu a produção e a distribuição das mudas em março de 2010.

- I Simpósio Nacional da Manipueira: Este simpósio nacional, realizado no período de 2-4 de setembro de 2008, coordenado pelo autor desta tese, teve o objetivo de permutar experiências sobre este resíduo líquido com profissionais e agricultores de várias regiões do Brasil.
- Ação de implantação tijolos semi-refratários usados em fornos de processamento de farinha com a finalidade de maximizar o aproveitamento da energia como também o de diminuir significativamente as perdas de dissipação de calor, reduzindo, portanto, a quantidade de lenha a ser usada nos fornos, com ganhos ambientais diretos. Para aumento da eficiência energética nos fornos das casas de farinha usou-se acoplado aos tijolos semi-refratários, grelhas inseridas dentro do forno. Este projeto foi elaborado e coordenado pelo autor da tese e os tijolos mais as grelhas foram implantados em 10 indústrias de processamento de raiz em farinha de mandioca em outubro de 2007.

Em janeiro de 2006 foi assinado convenio entre a COOPASUB e o MTE (Ministério do Trabalho e Emprego, órgão do governo federal), no valor de R$960.325,00 (aproximadamente U$$ 465 mil), para aquisição de 07 tratores com implementos agrícolas e 01 caminhão. Através de pregão eletrônico, em maio de 2006, foram adquiridos os tratores e implementos agrícolas com o objetivo de realizar os serviços de preparo do solo, correção e adubação do solo, plantio e colheita. O caminhão serviu para apoiar a comercialização da produção de mandioca e derivados dos cooperados, através da disponibilização de transporte para a produção;

- Assistência técnica aos cooperados pela Coopasub:

Em dezembro de 2005 a COOPASUB, contratou 02 engenheiros agrônomos, 04 técnicos em agropecuária, 01 administradora, 01 auxiliar de contabilidade e 01 assessor contábil e adquiriu 04 veículos populares e 01 utilitário. Em janeiro de 2006, os (a) técnicos (a) iniciaram as visitas de assistência técnica nas unidades produtivas dos (as) cooperados (as).

2.5 ANÁLISE DE IMPACTOS

2.5.1 Desenvolvimento de Cenários

✓ Análise de Vulnerabilidade

A metodologia usada na primeira parte da análise de vulnerabilidade foi quantitativa a partir de dados SIG (apresentados na parte correspondente desta tese) baseado na seleção dos principais impactos ambientais da região de estudo. Seguiu-se, portanto, na seleção de impactos a metodologia descrita por De Lange et al. (2010), direcionada em consultas a agricultores, diretoria da Coopasub e especialistas para a escolha destes impactos, descrita de forma detalhada no item "análise multicritério", desta tese. Estes dados SIG foram usados na elaboração dos seguintes mapas e classes de vulnerabilidade:

- Mapa de Capacidade Hídrica e Classes de vulnerabilidade: a. Águas subterrâneas; b. Águas de superfície → Classes de vulnerabilidade
- Mapa de Declividade e classes de vulnerabilidade: Declividade → Classes de vulnerabilidade;
- Mapa de Solos e classes de vulnerabilidade: Tipos de solos → Classes de vulnerabilidade
- Mapas de áreas susceptíveis à desertificação: Suscetibilidade à desertificação → Vulnerabilidade
- Mapa de Frequência de Focos de Queimadas 2012-2013 e Vulnerabilidade comparativa ao período 2000- 2001:
  Região de trabalho → vulnerabilidade
- Mapa de Variações do Índice de Vegetação por Diferença Normatizada (NDVI) do satélite Landsat 5, bandas 3 e 4, entre 2001-2009 da área de estudo:
  NDVI → Classes de vulnerabilidade
- Mapa de vulnerabilidade ambiental: clima – relevo – solos → classes de limitação;
- Mapa de Geomorfologia → Classes de vulnerabilidade
- Mapa de vulnerabilidade eólica → Classes de Vulnerabilidade

Na elaboração dos mapas de vulnerabilidade, em relação aos temas: geomorfologia, solos e clima, procedeu-se conforme Tricart (1977). De acordo com Maia (2004), Tricart introduziu conceitos e metodologias com o objetivo de integração do ambiente. Desta forma,

ele propôs uma classificação ecodinâmica dos meios ambientes para identificar as modificações desencadeadas pelas intervenções sobre o ecossistema ou geossistema, no que diz respeito às condições de estabilidade ou instabilidade, geradas pela ação da morfogênese e/ou pedogênese. Os resultados expressam o grau de vulnerabilidade em cada unidade geoambiental de acordo com a tabela abaixo.

Tabela 17. Base de abordagem dos mapas de vulnerabilidade em geomorfologia, solos e clima.

Temas	Critério
Geomorfologia	Modelados de dissecação associados a significativos gradientes de declividade estão mais susceptíveis a erosão e favorecem a morfogênese. Modelados de aplainamento associado a baixos gradientes de declividade favorecem a pedogênese.
Solos	Solos mais desenvolvidos são indicadores de processos pedogenéticos; solos pouco desenvolvidos indicam a atuação de processos morfogenéticos.
Clima	Precipitações mais concentradas favorecem a morfogênese enquanto chuvas bem distribuídas diminuem o risco de erosão, favorecendo os processos pedogenéticos.

Fonte: Tricart (1977).

Para o tema vegetação, adotou-se a metodologia NDVI, explicada na parte de SIG. Da mesma forma se procedeu com os temas geomorfologia, solos e clima.

Em relação às classes de vulnerabilidade seguiu-se uma adaptação de Ross & Rosa (1999) e Ross (1996), que estabeleceram a classificação de vulnerabilidade de acordo com as tabelas abaixo:

- Tipos de solos:

Tabela 18. Classes de vulnerabilidade para tipos de solos.

Categoria	Tipos de solos
Muito fraca	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho Escuro e Vermelho Amarelo textura argilosa.
Fraca	Latossolo Amarelo e Vermelho Amarelo textura média/argilosa.
Média	Latossolo Vermelho Amarelo, Nitossolos, Argissolo Vermelho Amarelo textura média/ argilosa.
Forte	Argissolos Vermelho Amarelo textura média/arenosa, Cambissolo.
Muito Forte	Argissolos com cascalho, Neossolos.

Fonte. Ross (1996).

- Declividade

Tabela 19. Classes de vulnerabilidade para declividade.

Categoria	Classes de declive
Muito fraca	<6%
Fraca	6-12%
Média	12-20%
Forte	20-30%
Muito Forte	>30%

Fonte: Adaptação de Ross (1996) e Incra (2012).

Tabela 20. Classes de vulnerabilidade para o clima.

Categoria	Índice Efetivo de Umidade
Muito fraca	60 a 20
Fraca	20 a 0
Média	0 a -20
Forte	-20 a -40
Muito Forte	< -40

Fonte: Ross (1996).

O mapa de vulnerabilidade ambiental e de capacidade hídrica, por exemplo, apresentado em resultados baseou-se nas classes das tabelas 19, 20 e 21.

- Mapa de Geomorfologia

A classificação da vulnerabilidade no mapa de geomorfologia da região de estudo teve a base de abordagem em Tricart (1977), mas a classificação da intensidade de dissecação do relevo seguiu Ross (1996) que relaciona índices de dissecação à drenagem no desenvolvimento de processos e interflúvios. Estabeleceu-se, portanto, categorias de dissecação do relevo classificadas quanto à morfogênese em Muito Fraca, Fraca, Média, Forte e Muito Forte. Uma vez feita a classificação das unidades geomorfológicas na região de estudo, adaptado de Ross (1996), procedeu-se consultas diretas ao Departamento de Geografia Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, obtendo-se a validação destas categorias de classificação para a específica região de estudo. O motivo desta demanda foi devido a verificação de que algumas das unidades geomorfológicas apresentavam classificações distintas, conforme os Estados da Federação e das áreas geográficas.

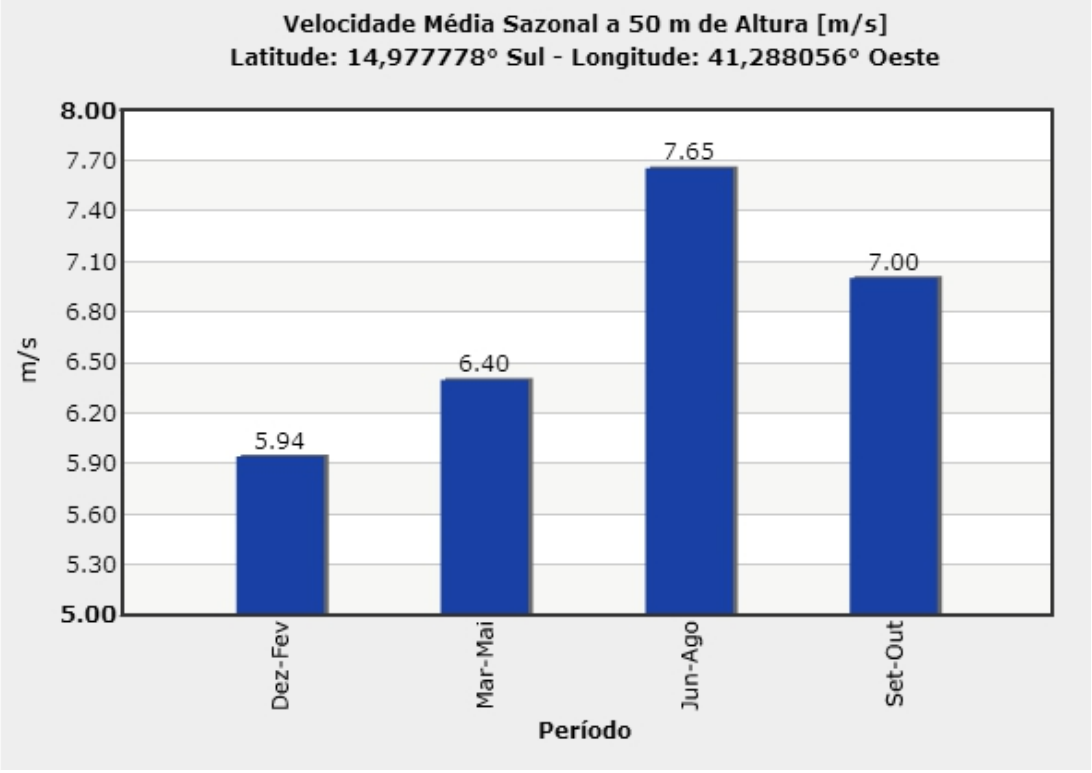
- Mapa de vulnerabilidade de áreas da pesquisa susceptíveis à desertificação

Este mapa foi elaborado a partir da base de dados do Ministério do Meio Ambiente – MMA (2013), especificamente com o arquivo KML. Neste caso o próprio arquivo KML do MMA já trouxe embutido as classificações de vulnerabilidade quanto á presença de áreas semiáridas, consideradas de vulnerabilidade alta e área sub úmida-seca considerada de vulnerabilidade média.

- Mapa de vulnerabilidade eólica

O mapa de vulnerabilidade eólica teve o objetivo de calcular as velocidades médias dos ventos, a partir de 50 m de altura do solo em cada uma das propriedades amostradas a partir do cálculo direto desta velocidade em software online específico do CRESESB & CEPEL (2013). Numa primeira etapa usou-se as coordenadas geográficas dos agricultores desta pesquisa para a obtenção das velocidades de ventos máximas correspondentes ao período de maior intensidade de ventos: 1. Jun-Ago a 50 m de altura, gerando um gráfico específico para cada um dos agricultores amostrados, conforme se pode ver na figura 64 abaixo, do agricultor da Coopasub Luiz Pereira.

Figura 64. Velocidade Média Sazonal dos ventos, a 50m de altura, da propriedade de pesquisa no município de Tremedal, do agricultor da Coopasub, Luiz Pereira.



Fonte: Cresesb & Cepel (2013).

As velocidades máximas correspondentes ao período jun-ago foram inseridas numa tabela de atributos, no software denominado GPS Track Maker Pro, versão profissional 3.8. Os pontos georeferenciados correspondentes as propriedades dos agricultores foram marcados no software e em seguida estes pontos foram transformados em arquivos shapefile. A partir deste arquivo procedeu-se a elaboração de um mapa eólico de vulnerabilidade relativo à velocidade de ventos a 50m de altura, usando-se o software SIG QuantumGis, versão 1.8.0. Classificou-se a vulnerabilidade quanto à possibilidade de ocorrência de ventos com maior ou menor velocidade na propriedades de cada agricultor no mapa, conforme o grau de intensidade capaz de causar movimentação de partículas do solo, segundo a escala de Beaufort e de acordo com a tabela 21. Graus menores de intensidade na velocidade dos ventos implicam menor vulnerabilidade.

Tabela 21. Escala de ventos de Beaufort.

Graus de intensidade	Designação	m/s	Km/h	Efeitos em terra
0	Calmo	< 0,3	<1	Fumaça sobe na vertical
1	Aragem	0,3 a 1,5	1 a 5	Fumaça indica a direção do vento
2	Brisa leve	1,6 a 3,3	6 a 11	As folhas das árvores movem; os moinhos começam a trabalhar
3	Brisa fraca	3,4 a 5,4	12 a 19	As folhas agitam-se e as bandeiras desfraldam ao vento
4	Brisa moderada	5,5 a 7,9	20 a 28	Poeira e pequenos papéis levantados; movem-se os galhos das árvores
5	Brisa forte	8 a 10,7	29 a 38	Movimentação de grandes galhos e árvores pequenas
6	Vento fresco	10,8 a 13,8	39 a 49	Movem-se os ramos das árvores; dificuldade em manter um guarda-chuva aberto; assobio em fios de postes
7	Vento forte	13,9 a 17,1	50 a 61	Movem-se as árvores grandes dificuldade de andar contra o vento
8	Ventania	17,2 a 20,7	62 a 74	Quebram-se galhos de árvores; dificuldade de andar contra o vento
9	Ventania forte	20,8 a 24,4	75 a 88	Danos em árvores e em pequenas construções; impossível andar contra o vento
10	Tempestade	24,5 a 28,4	89 a 102	Árvores arrancadas; danos estruturais em construções
11	Tempestade violenta	28,5 a 32,6	103 a 117	Estragos generalizados em construções
12	Furacão	>32,7	>118	Estragos graves e generalizados em construções

Fonte: Met Office (2012).

2.5.2 Análise de Risco ambiental

A metodologia de análise de risco foi elaborada através do cruzamento das tabelas de atributos da vulnerabilidade pela periculosidade dentro da interface SIG e também pela média combinada de múltiplas variáveis, seguindo Quassou et al. (2012) que recomenda combinar os mapas de periculosidade com os de vulnerabilidade e por Aronica et al.(2012), no qual explica que os mapas de risco no ambiente SIG podem ser obtidos através da combinação e da exposição/vulnerabilidade dos mapas de periculosidade, de acordo com uma relação entre a periculosidade e os elementos em situação de risco e o valor da unidade da vulnerabilidade[2]. Para as classes de vulnerabilidade e escalas de riscos usadas nos cruzamentos temáticos usou-se a metodologia de Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit – GTZ & Ministério do Meio Ambiente - MMA (2012) e a adaptação de Ross (1996) mostrada na tabela 22.

Tabela 22. Classes de vulnerabilidade e valor do risco.

Classes de vulnerabilidade	Valor do Risco GTZ&MMA (2012).	Valor do Risco Ross (1996).
Muito baixo (Muito Fraca)	0,2	1
Baixo (Fraca)	0,3	2
Médio (Média)	0,6	3
Alto (Alta)	0,8	4
Muito Alto (Muito Alta)	1,0	5

Fonte: GTZ&MMA (2012).

O esquema metodológico dos dados SIG foram cruzados para a elaboração dos seguintes mapas de risco:

1. **Mapa de Risco Ambiental**: Na elaboração deste mapa integrou-se os temas geomorfologia, chuvas, solos e declividade segundo o modelo de Ecodinâmica de Tricart (1977), para produzir um mapa de risco ambiental da área da pesquisa tendo em vista também a adequação ao plantio de mandioca, conforme pode ser visto na tabela 23.

[2] As classes de vulnerabilidade e valores adotados no item Análise de Vulnerabilidade estão de acordo com os autores seguidos no item Análise de Riscos.

Tabela 23. Integração de temas para elaboração de mapa de risco ambiental.

Unidades Geomorfológicas	Frequência de Chuvas	Relevo	Tipos de solos	Média	Risco
IA	4	1	2	2,3	M-Médio
IB	1	1	2	1,3	B-Baixo
IC	3	4	3	3,3	F-Forte
ID	2	4	3	3,0	M-Médio
IIA	4	3	4	3,6	F-Forte
IIB	4	4	3	3,6	F-Forte
IIIA	4	5	4	4,3	MF-Muito Forte
IVA	2	5	3	3,3	M-Médio

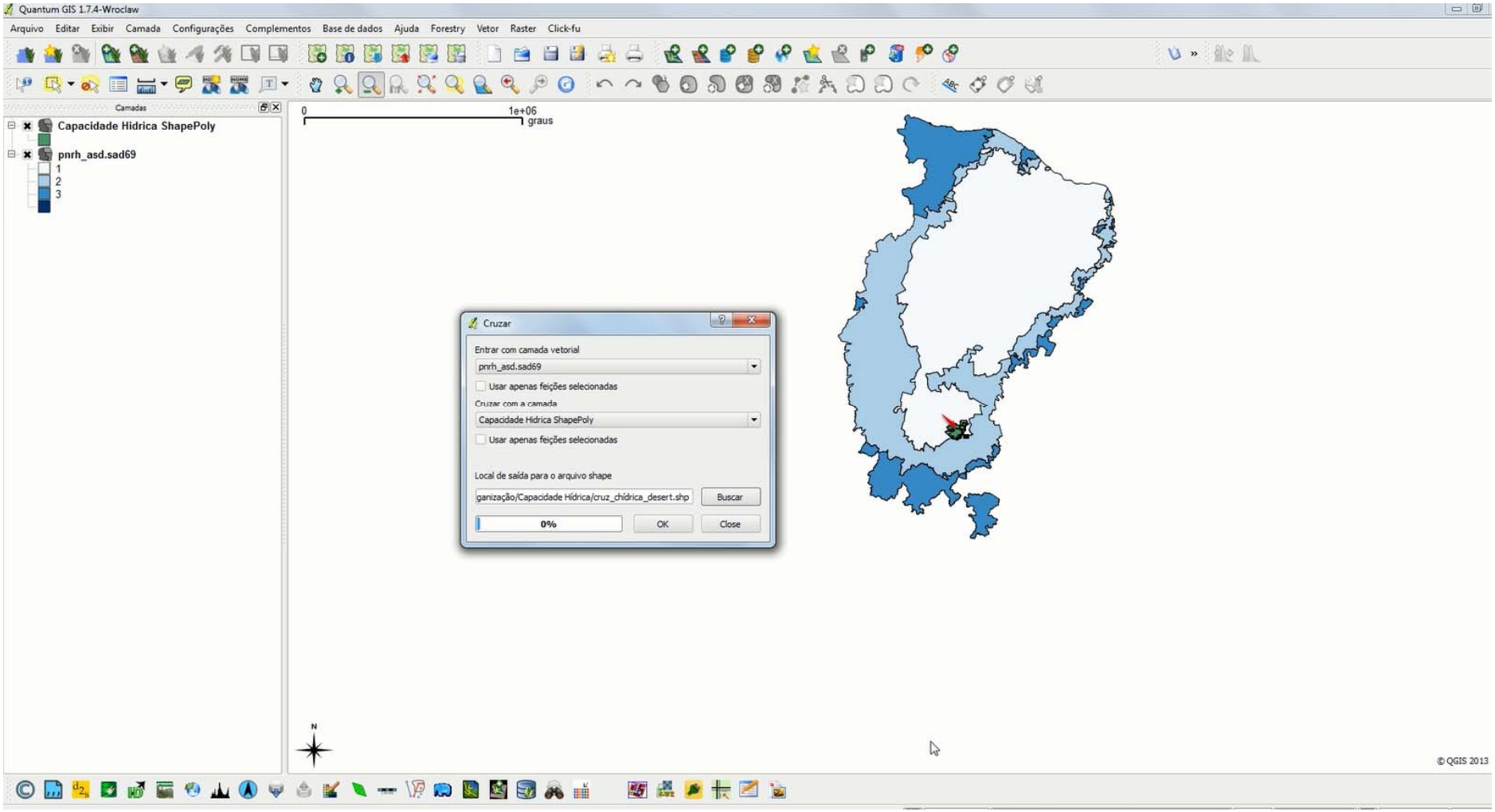
Fonte: Elaboração própria a partir de tabelas de atributos do projeto RadamBrasil (1981).

A escala utilizada de classes de risco na elaboração deste mapa, baseado em Ross (1996) foi: 0 a 1- MB – Muito baixo 1 a - B – Baixo; 2 a 3 – M – Médio; 3 a 4 – F – Forte; 4 a 5 – MF – Muito Forte.

Para a elaboração do mapa de risco ambiental (apresentado no item Resultados), houve o cuidado de verificação dos valores da escala com o Departamento de Geografia Física da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, especificamente com especialistas que desenvolvem trabalhos nesta área da presente pesquisa.

2. Mapa de Risco de Desertificação: este mapa foi elaborado com o cruzamento das tabelas de atributos dos mapas de Áreas Susceptíveis à Desertificação X Capacidade Hídrica (Águas Superficiais e Subterrânea) adicionado no mapa resultante os valores de carbono orgânico. O cruzamento foi efetuado pelo software SIG QuantumGis a partir de arquivos shapefiles do RadamBrasil (1981) conforme pode ser visto na figura 65.

Figura 65. Cruzamento dos arquivos *shapefile* de desertificação com os de capacidade hídrica, no software SIG Quantum Gis 1.8.0, para geração do mapa de risco.



Fonte: Elaboração própria a partir de arquivos *shapefiles* do RadamBrasil (1981)

A seta mostra o arquivo vetorizado shapefile inserido no arquivo vetorizado shapefile maior antes da ocorrência do cruzamento.

3. Mapa de Risco eólico

O mapa de risco eólico foi calculado a partir do mapa de vulnerabilidade calculando-se a partir da velocidade dos ventos a 50 m, por extrapolação, a velocidade de ventos para 1m acima da superfície do solo para cada uma das propriedades agrícolas da pesquisa, conforme metodologia da Wind Energy Association (2008). Esta metodologia é executada através da seguinte equação logarítmica:

$$V_z = V_r \, (\mathrm{LogN}(z/z_0) / \mathrm{LogN} \, (z_r/z_0)$$

Onde:

Vz = velocidade para a altura Z

Z = altura a ser extrapolada

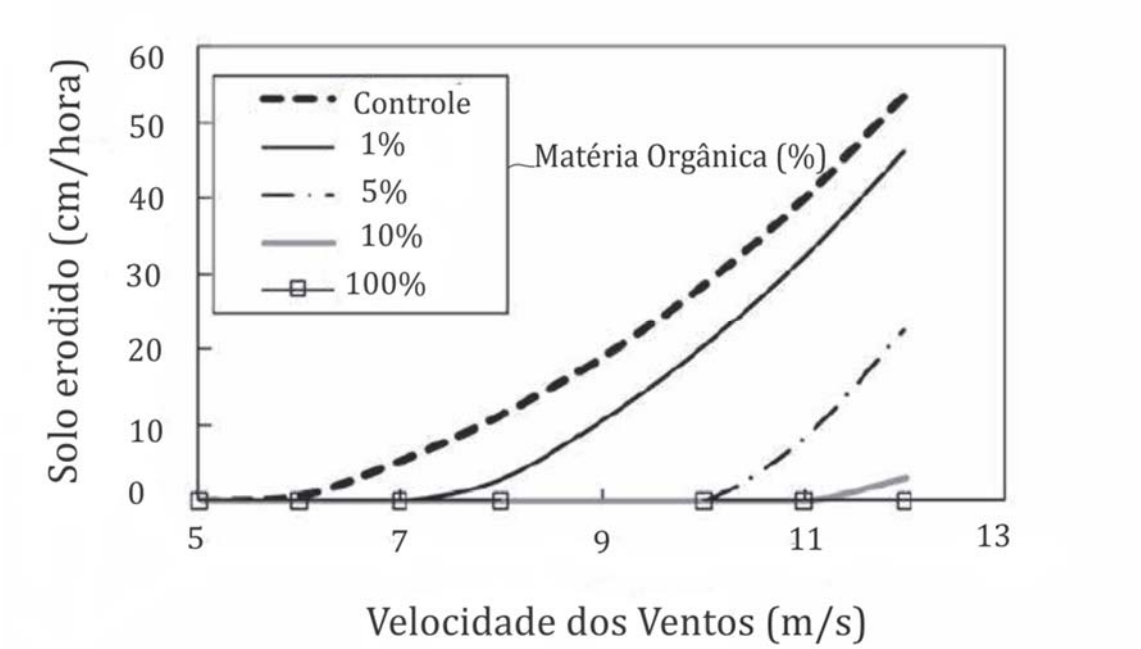
Zo = comprimento da rugosidade do solo

Vr = velocidade medida

Zr = altura onde a velocidade foi medida.

Após o cálculo desta velocidade seguiu-se a mesma metodologia descrita para a análise de vulnerabilidade: a partir da inserção das velocidades no software obteve-se o arquivo shapefile inserindo as velocidades na tabela de atributos do software GPS Track Maker Pro, versão profissional 3.8 e construiu-se o mapa de risco eólico das propriedades amostradas a 1 m do solo. A partir deste mapa classificou-se ainda o risco da velocidade dos ventos versus a erosão do solo relacionado com os teores de matéria orgânica existente na área, conforme a figura 66.

Figura 66. Velocidade dos ventos versus solo erodido versus teores de matéria orgânica existente no solo



Fonte: Moritani et al. (2011).

A tabela de rugosidade para a obtenção do valor Zo da equação eólica é apresentada abaixo.

Tabela 24. Classe de rugosidade, comprimento de rugosidade e tipo de panorama.

Classe de rugosidade	Comprimento de rugosidade (m)	Índice Energético (%)	Tipo de panorama
0	0,0002	100	Superfície da água
0,5	0,0024	73	Superfície completamente livre com cobertura suave, como pistas de concreto em aeroportos, gramado aparado
1	0,03	52	Áreas agrícolas abertas, sem muros ou sebes, com construções muito esparsas. Apenas colinas suaves
1,5	0,055	45	Áreas agrícolas com algumas casas e sebes de até 8 m de altura a uma distância aproximada de 1250m
2	0,1	39	Áreas agrícolas com algumas casas construções, arbustos e plantas, ou sebes de até 8 m a uma distância de aproximadamente 500 m.
2,5	0,2	31	Áreas agrícolas com muitas casas, arbustos e plantas, ou sebes de até 8 m a uma distância de aproximadamente 250 m.
3	0,4	24	Vilarejos, pequenas cidades, áreas agrícolas com muitas ou altas sebes, florestas e superfície muito acidentada.
3,5	0,8	18	Grandes cidades com altos edifícios
4	1,6	13	Metrópoles com altos edifícios e arranha-céus

Fonte: Wind Energy Association (2010).

2.5.3 Análise Multicritério

A análise multicritério seguiu Garfí et al. (2010), Da Silva (2007) e Silva (2008). Todos estes autores concordam que a análise multicritério pode ser vista como um conjunto de ferramentas de avaliação que ranqueia através de escores de desempenho contra múltiplos critérios social, ambiental e econômico, sendo, portanto, uma técnica matemática que qualifica pessoas para tomarem decisões envolvendo muitos tipos de opções, selecionando a melhor entre um número de cenários.

- **Contribuição do Método Prometheee II para o procedimento da AAE.**

A análise multicritério usada na tese foi baseada no Método Promethee II (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*), mediante uso de software específico, denominado Pradin.

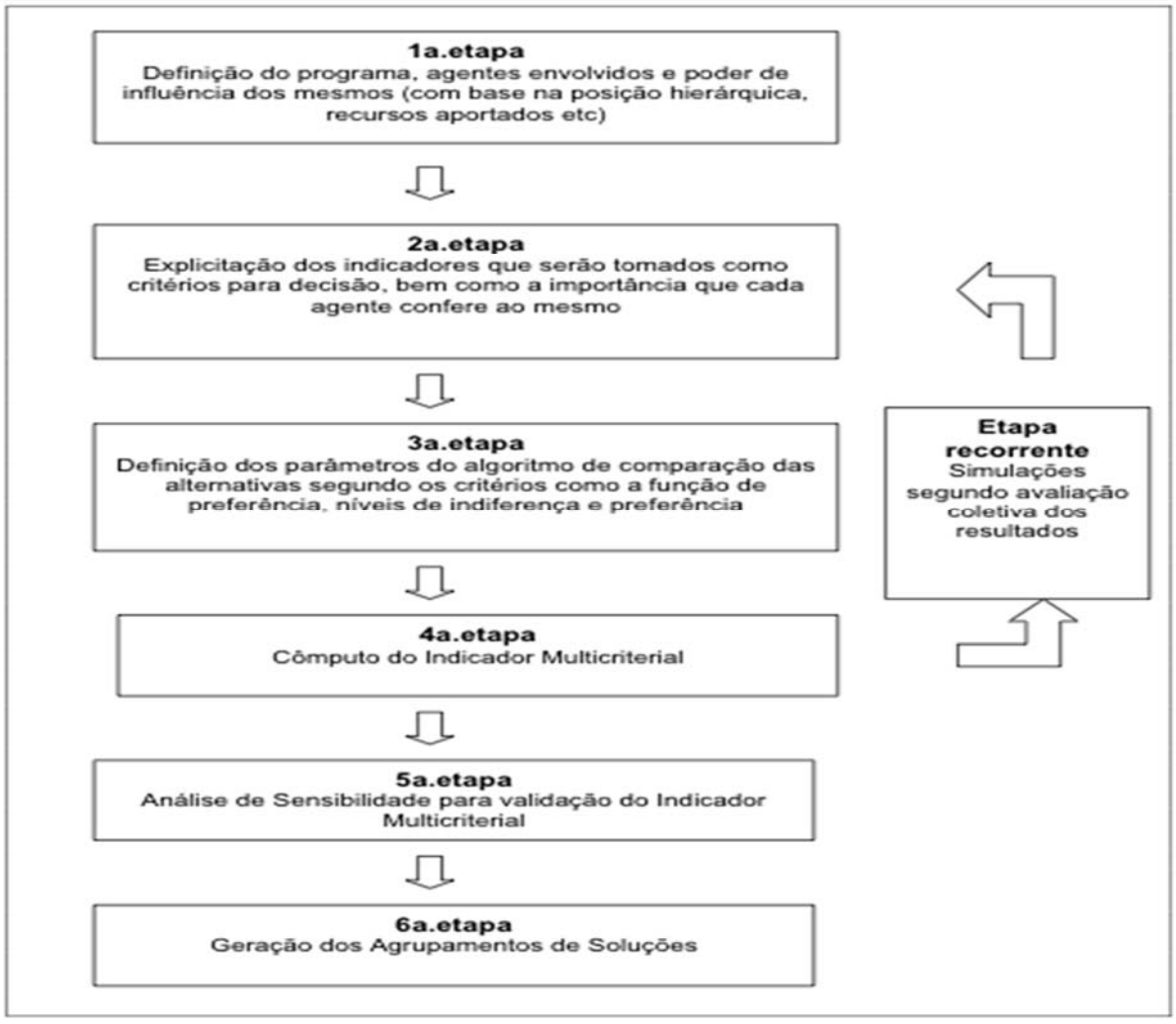
O método multicritério usado foi selecionado, levando-se em consideração a compatibilidade com a AAE, o contexto da tomada de decisão no âmbito da Cadeia Produtiva da Mandioca e o fácil entendimento do método por parte dos decisores, sendo considerado o mais intuitivo dentre os métodos multicritérios (Silva, 2008). A clareza e facilidade de entendimento por parte dos agentes decisórios é requisito fundamental para o processo da AAE, o método escolhido preservou este pré-requisito.

O método *Promethee II* se baseia, numa primeira etapa, na construção da relação denominada *de sobreclassificação* que representa as preferências dos decisores, e, numa segunda etapa, em explorar a *relação de sobreclassificação* com o objetivo de ajudar os decisores a resolver seus problemas. Para este autor, os métodos de sobreclassificação são os mais indicados para tratar de problemas relacionados a questões de energia e planejamento ambiental, uma vez que possibilitam aos decisores *insights* durante a estruturação do problema, além de modelarem de forma realista as estruturas de preferência dos decisores e poderem tratar as incertezas por meio de distribuição de probabilidade, conjuntos *fuzzy* e inclusão de limiares de preferência e indiferença.

Alguns métodos de sobreclassificação, a exemplo do ELECTRE III, são complicados e de difícil entendimento por parte dos decisores. Além do mais, o Promethee é completamente adequado ao problema de seleção de projetos, porque ele faz a modelagem de preferência de uma maneira simples e flexível. As etapas do método Promethee II, utilizadas pelo software usado na presente tese segue o modelo explicitado na figura 67, com algumas adaptações

explicadas abaixo.

Figura 67. Etapas da análise multicritério, do método Promethee II, usando-se o software multicritério, Pradin.



Fonte: Silva, 2008.

Etapas do Método Multicritério Promethee II

1 Software usado na análise multicritério

O software utilizado foi o Pradin 3.0, validado pelo Centro Nacional de Pesquisas Científicas do Brasil (CNPq), e desenhado especificamente para estes tipos de análises. Ver Figura 68.

Figura 68. Software Pradin 3.0 usado para análise multicritério.



Fonte: Pradin3.0

2 Definição do Programa

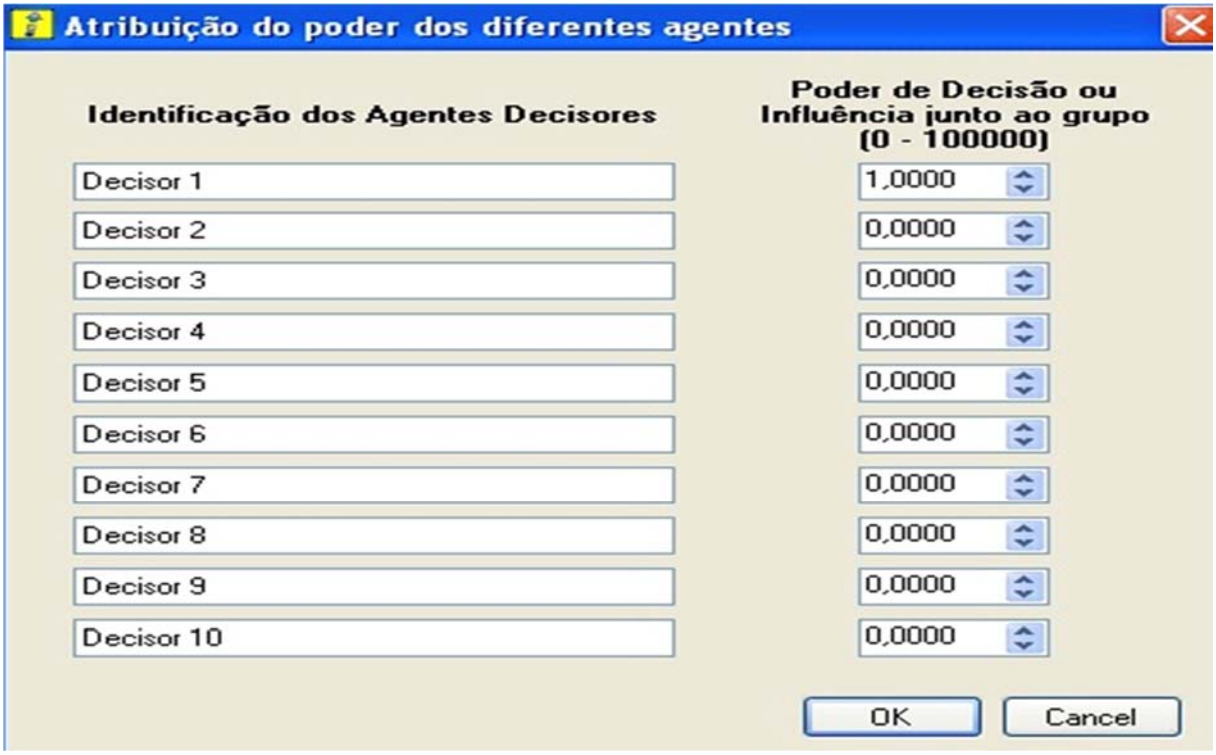
A análise multicritério foi realizada conforme as etapas descritas na figura 67 com adaptações adequadas ao contexto específico da microrregião de estudo. Na primeira etapa da figura 67, houve a participação de três categorias distintas: 1. Agricultores cooperados; 2. Especialistas; 3. Diretoria da Coopasub, incluído na diretoria o representante da Fundação Banco do Brasil, principal agência de aporte financeiro da fundação e organização da Coopasub e dos demais empreendimentos da cooperativa a exemplo da indústria de fécula, compra de tratores e contratação de técnicos e profissionais especializados.

3 Agentes Decisórios e poder de influência

As três categorias foram inicialmente comparadas quanto ao poder decisório a partir da experiência do autor e em consulta com outros profissionais que trabalham juntos à cooperativa. Observou-se a participação das categorias e dos seus respectivos membros, nas votações em reuniões de caráter decisório da Cooperativa. Neste caso específico verificou-se predomínio de influência da Diretoria da Coopasub nas apresentações de opções vencedoras por votos das categorias. Definiu-se, portanto, que as categorias dos agricultores e especialistas tinham o mesmo poder decisório e ambas inferior à categoria *Diretoria da*

Coopasub. Analisou-se que o poder de decisão dos membros destas duas categorias eram semelhantes. Para se chegar a estas conclusões verificou-se que todas as propostas consideradas importantes pela Diretoria da Coopasub eram defendidas e quase com nenhuma exceção, aprovadas. Com as demais categorias verificava-se que propostas que não coincidissem com as da *Diretoria da Coopasub* quase nunca tinham chances de aprovação, cenário agravado ainda pelas divisões de pontos de vistas entre os membros destas outras categorias que não raro manifestavam discordâncias nos seus próprios grupos. Entretanto, a Diretoria da Coopasub além de definir a maior parte das votações, estabelecia ainda diferenças quanto ao poder decisório entre os seus membros. Estas diferenças entre categorias decisórias e entre os membros de cada grupo foram consideradas e submetidas ao software de análise multicritério. A tela inicial do software com os campos de ponderação dos agentes decisórios são apresentados na figura 69.

Figura 69. Campo de identificação dos agentes decisórios e do poder de decisão do software de análise multicritério Pradin.



Fonte. Pradin 3.0.

Foram atribuídos notas de 1 a 5 para as categorias e também para os membros de cada categoria. Após o processamento realizado pelo software um diagrama radar foi produzido apresentando o poder decisório de cada membro por categoria.

A análise multicritério prosseguiu na elaboração dos indicadores de sustentabilidade, no âmbito da AAE e a metodologia está descrita neste item metodológico.

2.5.4 Análise Econômica

A análise econômica incidiu sobre a competitividade da cadeia de produção agroindustrial de fécula de mandioca, uma vez que é este segmento da indústria de fécula que recai a quase totalidade da ação econômica da Coopasub. A metodologia utilizada seguiu a mesma metodologia adotada por Cardoso (2003), específica para a indústria de fécula de mandioca. Os métodos de análises econômicas usados conforme recomendação deste autor, foram: a. O cálculo da Quase-Renda; b. O índice de Competitividade da indústria de fécula. Na análise realizada calculou-se a Quase-Renda Total (QR_t), o Custo de Oportunidade (W) e o Índice de Competitividade (IC) da Fecularia da Coopasub.

- **O cálculo da Quase-Renda Total (QRt), o Custo de Oportunidade (W) e o Índice de Competitividade (IC) da Fecularia da Coopasub.**

Cardoso (2003) evidenciou que o desempenho do segmento agrícola da cadeia de fécula de mandioca deveria ser avaliado por meio de um indicador de competitividade alternativo e bem adaptado a este tipo de segmento industrial, baseado no conceito de quase-renda. Este indicador é um instrumental com o qual se pode realizar predições quantitativas dos efeitos da adoção de políticas públicas e de decisões gerenciais internas de indústrias do segmento agrícola desta cadeia, conforme descrito no item Análise Econômica, desta tese, ajustando-se, portanto, ao tema AAE, objeto desta tese. A quase-renda (QRt) referente a indústria de fécula da Coopasub, no período t, pode ser calculada, conforme Cardoso (2003), pela diferença entre a receita total (RT_t) e o custo variável total (CVT_t). Desta forma tem-se:

$$QRt = RT_t - CVT_t \quad (1)$$

Sabe-se que:

$$RTt = Pt.Qt \quad (2)$$

onde:
P_t = preço recebido pelo produto no período t;

Qt = quantidade produzida (na unidade relevante, toneladas/ha) no período. Substituindo-se a eq. (2) na eq. (1) tem-se:

$$QRt = P_t . Qt - CVT_t \quad (3).$$

A eq. (3) foi comparada com um indicador de custo de oportunidade (W) calculado pela gerência financeira da fecularia da Coopasub, resultando no indicador de competitividade (IC,),

$$IC = QR/W \quad (4)$$

comparado com os índices da 26.

Tabela 25. Quadro de Competitividade.

ÍNDICE DE COMPETITIVIDADE (IC)	SITUAÇÃO
IC ≤ 0	Segmento agrícola não é competitivo
IC < 1	Segmento agrícola é marginalmente competitivo
IC > 1	Segmento Agricola é competitivo

Fonte. Cardoso (2003).

Também se calculou o custo de produção da fécula produzida no Estado brasileiro do Paraná relativo à competitividade da fécula produzida na Coopasub. A comparação econômica levou em conta os fatores indicados na tabela 26.

Tabela 26. Fatores de competitividade relativos entre a fécula do Paraná, vendida na microrregião sudoeste da Bahia e a fécula da Coopasub.

Fécula do Paraná	**Fécula da Coopasub**
Custo de produção para se produzir 1 t de fécula em 2011	Custo de produção para se produzir 1 t de fécula em 2011
Custo de energia *	Custo de energia
Gasto de lenha	Gasto de lenha
Transporte	Transporte
Organizações setoriais	Organizações Setoriais
Características do Sistema de Produção: • Disponibilidade de mão-de-obra • Cultivo intensivo mais dependência de mão-de-obra • Solo, clima e ciclo de produção da mandioca.	Características do Sistema de Produção: • Disponibilidade de mão-de-obra • Cultivo intensivo mais dependência de mão-de-obra • Solo, clima e ciclo de produção da mandioca
Estrutura de Mercado e concorrência	Estrutura do Mercado
Estruturação das Organizações dos produtores e acesso à informação econômica e tecnológica	Estruturação das Organizações dos produtores e acesso à informação econômica e tecnológica

Fonte: Coopasub (2012).
*Dólar cotado a R$ 1,85725.

Usou-se os dados de 2011 disponibilizados pela Coopasub e elaborou-se para cada variável de comparação a seguinte lista:

+ Fator de competição positivo: Favorável à indústria de fécula da Coopasub;

– Fator de competição negativo: Desfavorável a indústria de Fécula da Coopasub;

= Fatores equivalentes: fatores iguais entre as indústrias do Paraná e da Coopasub.

Foram obtidos junto ao setor econômico-financeiro da Coopasub, os seguintes dados gerenciais e econômicos, referentes ao ano de 2011, apresentados na tabela 27.

Tabela 27. Dados operacionais e econômicos da fecularia da Coopasub, relativos ao ano de 2011.

DIAS DE TRABALHO
MÉDIA DE RAÍZES PROCESSADAS P/DIA TRABALHADO (t)
MASSA DE RAÍZES PROCESSADAS (t)
DESEMBOLSO COM AQUISIÇÃO DE RAÍZES (R$)
VALOR MÉDIO PAGO P/TONELADA DE RAÍZ (R$)
QUANTIDADE DE FORNECEDORES DE MATÉRIA PRIMA
MÉDIA DE FORNECIMENTO DE RAÍZES P/FORNECEDOR (t)
PERCENTUAL DE RENDIMENTO DE AMIDO (%)
PRODUÇÃO DE FÉCULA (t)
VALOR TOTAL DE FÉCULA COMERCIALIZADA (R$)
VALOR MÉDIO OBTIDO POR TONELADA DE FÉCULA (R$)

Fonte. Coopasub (2012).

2.5.5 Indicadores de Sustentabilidade e Critérios

Apresentou-se neste trabalho uma metodologia de elaboração de indicadores de sustentabilidade para a agricultura regional no âmbito da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), a partir do *baseline* da AAE e do marco metodológico SAFE (*Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework*)**.** A partir de uma ampla coleta de dados e seleção de impactos ambientais por participação científica e pública, adequou-se os impactos selecionados ao marco metodológico, e submeteram-se os impactos ao poder decisório dos agentes envolvidos e os indicadores selecionados, quanto às dimensões da sustentabilidade, à análise multicritério mediante o uso de um software específico. Neste processo desenhou-se uma metodologia específica que pode ser utilizada para a construção de indicadores de sustentabilidade na área agrícola sem perdas de ligação com os objetivos da AAE e o contexto da área de investigação. Esta metodologia se baseou: no uso de um *baseline* aprofundado, na seleção de um marco metodológico apropriado ao contexto agrícola, na análise multicritério de participação pública, impactos selecionados e indicadores elaborados quanto às dimensões da sustentabilidade, na adequação dos critérios do marco metodológico SAFE com os objetivos AAE, mantendo-se integralmente as ligações dos indicadores com o marco metodológico e com a AAE e finalmente ajustando-se cada indicador elaborado às escalas apropriadas com o objetivo de se evitar perda de contexto, um dos principais problemas inerentes à eficiência da AAE.

Os principais autores de referência utilizados para a elaboração dos indicadores de sustentabilidade foram Therivel (2010); Sauvanier et al. (2006); Van Cauwenbergh et al. (2007) e Fernández (2009). Therivel (2010), afirma que os indicadores de sustentabilidade deverão testar as opções estratégicas para alcançar os objetivos da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE). O marco normativo utilizado foi o modelo hierárquico, contendo PC&I (Princípios, Critérios e Indicadores) bem definidos, aonde os objetivos para lograr um conteúdo disciplinar específico se apresentaram listados de forma hierárquica. Sobre este enfoque, o conceito de sustentabilidade postulou uma aproximação multidimensional considerando a opção de separar a sustentabilidade em dimensões definindo objetivos e metas em setores produtivos ou unidades produtivas. O marco normativo seguiu os passos de um planejamento orientado a objetivos, no qual estes aparecem listados de forma hierárquica. A vantagem deste procedimento foi incluir o aspecto participativo, que permitiu o intercâmbio de informação entre os atores envolvidos, incluindo-se os especialistas científicos. Neste marco os indicadores derivaram tanto das relações causa-efeitos (típicas do marco analítico)

como do estabelecimento de princípios gerais. O marco metodológico usado dentro deste marco normativo foi o **SAFE** (Sustainability Assessment of Farming and the Environment). Este sistema usa uma metodologia hierárquica e holística para avaliar a sustentabilidade do sistema agroecológico nos níveis de planos regionais de ação, no contexto de propriedades e parcelas agrícolas. Este método permitiu uma maior liberdade aos especialistas científicos na seleção dos indicadores sem a ocorrência de indicadores pré-definidos. Na escolha do sistema SAFE de indicadores, considerado nesta tese como o mais adequado para a cadeia produtiva da mandioca na referida região semiárida, levou-se também em consideração a classificação dos métodos quanto ao tipo de participação: *Top-down* e *Bottom-up*[3], marco, enfoque, dimensão avaliada, período de avaliação, escala de análises, processo de seleção dos indicadores, obtenção de índices avaliadores, grupo de utilização e exemplos de aplicações empíricas, dentre outros fatores avaliados, conforme pode ser visto na tabela 28.

Tabela 28. Marco Metodológico SAFE de avaliação da sustentabilidade mediante indicadores.

Marco	Normativo (orientado a objetivos)
Enfoque	Econômica Ambiental Social
Dimensão avaliada	Econômica Ambiental Social
Período de avaliação	Ex-post
Escala de análises	Sist. Agrícola / Exp.Agrícola / Parcela agric.
Processo de seleção dos indicadores	Top-down Bottom-up
Integração (obtenção de índices avaliadores)	Integra
Avaliadores	Cons.Externos / Atores locais
Exemplo de aplicações empíricas	Marco recente

Fonte: Fernández (2009).

Considerou-se também, na seleção do marco metodológico, que no sistema SAFE os indicadores refletem as funções do agro-ecossistema. Algumas complicações que podem dificultar o conteúdo baseado na estrutura PC&I (Princípios, Critérios e Indicadores), são evitadas no sistema SAFE: 1. Problema com a seleção dos indicadores; 2. Problemas de escala para a implementação como um sistema; 3. Ausência de valores de referência para testar temas de sustentabilidade (Van Cauwenbergh & Biala, et al., 2007). Evita-se ainda, o problema crucial que é o do uso de indicadores pré-definidos ou fixos. Conforme observa

[3] Top-down - Especialistas e pesquisadores definem todo o sistema de indicadores que poderão ser utilizados pelos tomadores de decisão que podem adaptá-los segundo as condições locais, mas não podem definir o sistema nem modificar os indicadores. Bottom-up - Seleção de indicadores a partir de um processo participativo que se inicia com questionamentos na comunidade e tomadores de decisão, e finaliza com os especialistas que ajudam a estruturar os resultados obtidos.

López-Ridaura (2005), cada sistema é único e critérios específicos e indicadores podem ou não ser relevantes para todos os casos. Além disso, a apresentação de um conjunto de indicadores sem a estratégia clara para integrar estas informações produzem uma fragmentada, e muitas vezes errônea, compreensão do sistema a ser analisado. Tendo em vista estes pré-requisitos citados, escolheu-se, portanto, o modelo SAFE (*Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework),* desenhado especificamente para sistemas agrícolas.

- ✓ **Descrição do Marco SAFE para ajustes de indicadores de sustentabilidade**

Recursos naturais fornecidos ao ecossistema, dentro do sistema SAFE, são: ar, água, solo, energia e biodiversidade (habitat e recursos bióticos). Exceto para o habitat, todos os recursos naturais podem ser caracterizados por estoques e fluxos, sejam ou não parte do ciclo natural. Recursos naturais fornecidos ao ecossistema, dentro do sistema SAFE, são: ar, água, solo, energia e biodiversidade (habitat e recursos bióticos). A decisão para expressar um dado princípio em termo de estoque ou fluxo é largamente arbitrária, mas é baseado na importância relativa dos fluxos e estoques no agro-ecossistema. Dois conjuntos de funções do agro-ecossistema são considerados no SAFE: 1. Armazenamento seguro dos fluxos residuais da cadeia produtiva; 2. Regulação ou suprimento dos recursos naturais. Neste caso (regulação de fluxo), a ênfase é sobre o fluxo regular, em qualquer tempo, para verificar se uma suficiente quantidade de recurso está disponível para uso. No SAFE, a escolha entre um e outro caminho para expressar estas funções são feitas na base da importância relativa do estoque versus fluxo. As principais funções dos recursos naturais do agro-ecossistema da mandioca na área de abrangência de estudo é mostrada na tabela 29. Pela observação da tabela 29, de acordo com a metodologia do SAFE (Sauvenier *et al*., 2006), pode-se ver que o agro-ecossistema da mandioca tem uma dupla função em relação ao solo: manter um suficiente estoque de solo e manter a qualidade deste estoque. Embora as condições do solo sejam dinâmicas e não estáticas, escolheu-se (arbitrariamente) definir as funções do solo em termos de estoque e não de fluxo. O motivo desta escolha se verificou apenas para enfatizar às condições de degradação dos solos existentes nas áreas de plantio de mandioca na área de estudo, com redução acentuada das condições para a prática agrícola sustentável; estoque e fluxo, entretanto, na teoria SAFE, são complementares e a depender do processo no qual se queira dar ênfase, pode-se fazer a inversão.

Tabela 29. Principais funções do agro-ecossistema da mandioca na microrregião sudoeste da Bahia, de acordo com o SAFE.

		ESTOQUE		**FLUXO**		
RECURSO NATURAL		Função de Retenção		Função de Regulação	Função de Suprimento	
		Quantidade	Qualidade[1]		Quantidade	Qualidade[1]
Solo (físico, químico e biológico)		Sim	Sim	/	/	/
Água	Superfície da água	/	/	Sim	Sim	Sim
	Água do solo	/	/	na[2]	Sim	Sim
	Lençol freático	/	/	na[2]	Sim	Sim
Ar	Atmosfera	/	/	Sim	Não	Sim
	Ar do solo	/	/	na[2]	Sim	Sim
Fluxos Energéticos	Transferência de energia entre níveis tróficos Resíduo líquido (manipueira)	/	/	Sim	Sim	na
Espaço Físico	Vegetação/solos	Sim	Sim	/	/	/
Paisagem	Vegetação/solos: usou-se para este recurso natural o modelo DPSIR (Pressão-Estado-Impacto-Resposta)	Sim	Sim	/	/	/
Biodiversidade/Flora e Fauna	Planejada	Sim	Sim	Na	/	na
	Funcional (Natural)	Sim	Sim	Na	/	na
	Herdada (Natural)	Sim	Sim	Na	/	na
Biodiversidade/habitat	Planejada	Sim	Sim	Na	/	na
	Funcional	Sim	Sim	/	/	Sim
Integridade do Ecossistema	Resiliência e Resistência	/	/	Sim	/	na

Fonte. Adaptado de Sauvenier *et al*. (2006).

✓ **laboração e seleção dos indicadores**

- Elaboração dos indicadores de sustentabilidade pelo autor da tese, a partir dos objetivos da AAE e dos impactos selecionados por agricultores e especialistas, usando-se o marco metodológico SAFE.

- Consultas à diretoria da Coopasub. Nesta consulta, foram apresentados para discussão e seleção, os indicadores de sustentabilidade, no qual foram atribuídas notas de 0 a 5 para cada um dos indicadores apresentados.

✓ **Ponderações**

a. Agentes decisórios. Foram ponderados através do software Pradin 3.0, apresentado na figura 69, o poder decisório dos agentes envolvidos, conforme apresentado no item Análise Multicritério.

b. Ponderação das dimensões da sustentabilidade

As dimensões da sustentabilidade receberam atribuições de pesos de acordo com os objetivos da AAE e conforme o seguinte esquema:

1.Dimensão ambiental: peso 5.
2.Dimensão econômica: peso 4
3.Dimensão sociocultural: peso 3,5.

Todos os indicadores elaborados refletiram estas atribuições de pesos através do uso do software Pradin.

- Definição do algoritmo de comparação das alternativas do software Pradin 3.0, segundo os critérios como a função de preferência, nível de indiferença e preferência.

O software usa o método PROMETHEE II que de acordo com Silva (2008) é um método de apoio a decisão que consiste em construir uma relação de sobreclassificação valorada. O ponto de partida é uma matriz de avaliação de alternativas em relação aos critérios(indicadores). Para cada critério j, deve ser definida uma função de preferência P_j,

que assume valores entre 0 e 1. Na análise multicritério dos indicadores desta tese, usou-se valores de 0-5, sem nenhum problema, uma vez que o software converte estes valores para o intervalo 0-1. A função de preferência representa a forma como a preferência do decisor aumenta com a diferença de desempenho entre alternativas para um dado critério, $[g_j(a) - g_j(b)]$, onde $g_j(a)$ representa o desempenho da alternativa *a* no critério *j*.

O método PROMETHEE II, do software usado nesta análise, sugere 6 (seis) formas diferentes para a função de preferência:

- Função critério usual: assume o valor 1 se a diferença de desempenho for positiva e assume o valor zero se a diferença for negativa.
- Função critério forma U: assume o valor 1 se a diferença de desempenho for maior que um parâmetro pré-definido q, que representa o limiar de indiferença entre as duas alternativas. A função assume valor 0 se a diferença for menor ou igual a q.
- Função critério forma V: assume o valor 1 se a diferença de desempenho for maior que um parâmetro pré-definido p, que representa o limiar de preferência estrita entre as duas alternativas. Assume o valor 0 se a diferença for negativa. Se a diferença estiver entre p e 0, o valor da função é dado por uma equação linear.
- Função critério com níveis: assume o valor 1 se a diferença de desempenho for maior que o limiar de preferência p. Assume o valor 0 se a diferença for menor que o limiar de indiferença q. Se a diferença for um valor entre p e q, a função assume o valor 1/2.
- Função critério linear: assume o valor 1 se a diferença de desempenho for maior que o limiar de preferência p. Assume o valor 0 se a diferença for menor que o limiar de indiferença q. Se a diferença for um valor entre p e q, o valor da função é dado por uma equação linear.
- Função critério gaussiano: assume o valor de uma distribuição normal para diferenças de desempenho positivas e assume valor 0 para diferenças negativas.

A figura 70 apresenta o resumo destas funções.

Figura 70. Funções de preferência do método de análise de indicadores multicritério PROMETHEE II

Critério usual	$g_j(a) - g(b) > 0$	$P_j(a,b) = 1$
	$g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	$P_j(a,b) = 0$
Critério forma U	$g_j(a) - g_j(b) > q$	$P_j(a,b) = 1$
	$g_j(a) - g_j(b) \leq q$	$P_j(a,b) = 0$
Critério forma V	$g_j(a) - g_j(b) > p$	$P_j(a,b) = 1$
	$g_j(a) - g_j(b) \leq p$	$P_j(a,b) = [g_j(a) - g_j(b)]/p$
	$g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	$P_j(a,b) = 0$
Critério com níveis	$\lvert g_j(a) - g_j(b) \rvert > p$	$P_j(a,b) = 1$
	$q < \lvert g_j(a) - g_j(b) \rvert \leq p$	$P_j(a,b) = 1/2$
	$\lvert g_j(a) - g_j(b) \rvert \leq q$	$P_j(a,b) = 0$
Critério linear	$\lvert g_j(a) - g_j(b) \rvert > p$	$P_j(a,b) = 1$
	$q < \lvert g_j(a) - g_j(b) \rvert \leq p$	$P_j(a,b) = [\lvert g_j(a) - g_j(b) \rvert - q]/(p-q)$
	$\lvert g_j(a) - g_j(b) \rvert \leq q$	$P_j(a,b) = 0$
Critério gaussiano	$g_j(a) - g_j(b) > 0$	*A preferência aumenta segundo uma distribuição*
	$g_j(a) - g_j(b) \leq 0$	*normal*

Fonte: Silva (2008).

2.5.6 Sistema de Informação Geográfica

A metodologia usada neste item teve a fundamentação teórica de Tricart (1977) que estabeleceu a classificação ecodinâmica dos meios ambientes para identificar as modificações desencadeadas pelas intervenções sobre o ecossistema e Ross (1966) que estabeleceu uma classificação de vulnerabilidade apresentada na metodologia deste item.

As etapas iniciais deste trabalho foram as seguintes:

a. Pesquisa e aquisição de material bibliográfico e cartográfico digital;
b. Visita à Superintendência de Estudos Sociais e Econômicos em Salvador, capital do Estado da Bahia, para assinatura de contrato de confidencialidade para obtenção de imagens e arquivos digitais do Estado da Bahia;
c. Pesquisa de campo e obtenção de coordenadas das propriedades dos agricultores;
d. Uso de imagens de satélites;

e. Georeferenciamento de arquivos *raster*;
f. Elaboração e interpretação de mapas temáticos;
g. Análise de informações.

Foram utilizados neste item as técnicas de Sistemas de Informação Geográficas (SIG), definido por Skidmore (2003), como um sistema baseado na computação para captura, armazenamento, análise e exposição de dados espaciais. O sistema SIG é diferenciado de outros sistemas espaciais relatados por sua capacidade analítica que permite possibilitar a operação de modelagem sobre dados espaciais. Os dados espaciais no banco de dados do SIG, são predominantemente gerados por sensoriamento remoto, através da direta importação e classificação de imagens, mas também através da geração de mapas convencionais.

Os softwares usados nesta pesquisa foram:

1. Quantum GIS versão 1.8.0 e 1.7.4 (SIG);
2. Global Mapper versão 13.0 (SIG);
3. GPS TrackMaker Pro 3.8.288 (Integrada ao sistema SIG);
4. Microsoft Excel 2013 (Planilha de dados);
5. Corel Draw X5 (Tratamento de Imagens);
6. Skitch versão 2.0.1.5 (Recorte de imagens);
7. Microsoft Windows 7.0 (Sistema operacional da Microsoft);
8. Mac Os X Lion 10.7 (Sistema operacional da Apple);
9. Google Earth Pro 2013 (imagens georeferenciadas);
10. MapMeasure Pro (aplicativo de iphone e Ipad para medição de áreas e perímetros a partir de coordenadas geográficas e UTM);
11. Máquina Fotográfica Sony Cybershoot 12 Megapixel com GPS integrado.
12. Software HoudahGeo (Conversão das fotos da máquina Sony Cybershoot para planilhas de coordenadas e ampliação do zoom do Google Earth. Não integrado ao sistema SIG).

Destes softwares o principal foi o QuantumGis 1.8.0 e 1.7.4. A justificativa de usar mais de um software GIS deu-se pela conveniência específica de acordo com as necessidades de contexto, uma vez que embora os dois primeiros softwares sejam SIG, as suas características e recursos são diferentes, assim como as facilidades ou dificuldades de aprendizado de cada um deles. Pela ordem, a maior parte dos mapas foram elaborados usando-se o QuantumGis, vindo depois o GlobalMapper 13.0.

A planilha Excel foi usada variadas vezes para armazenamento de dados.

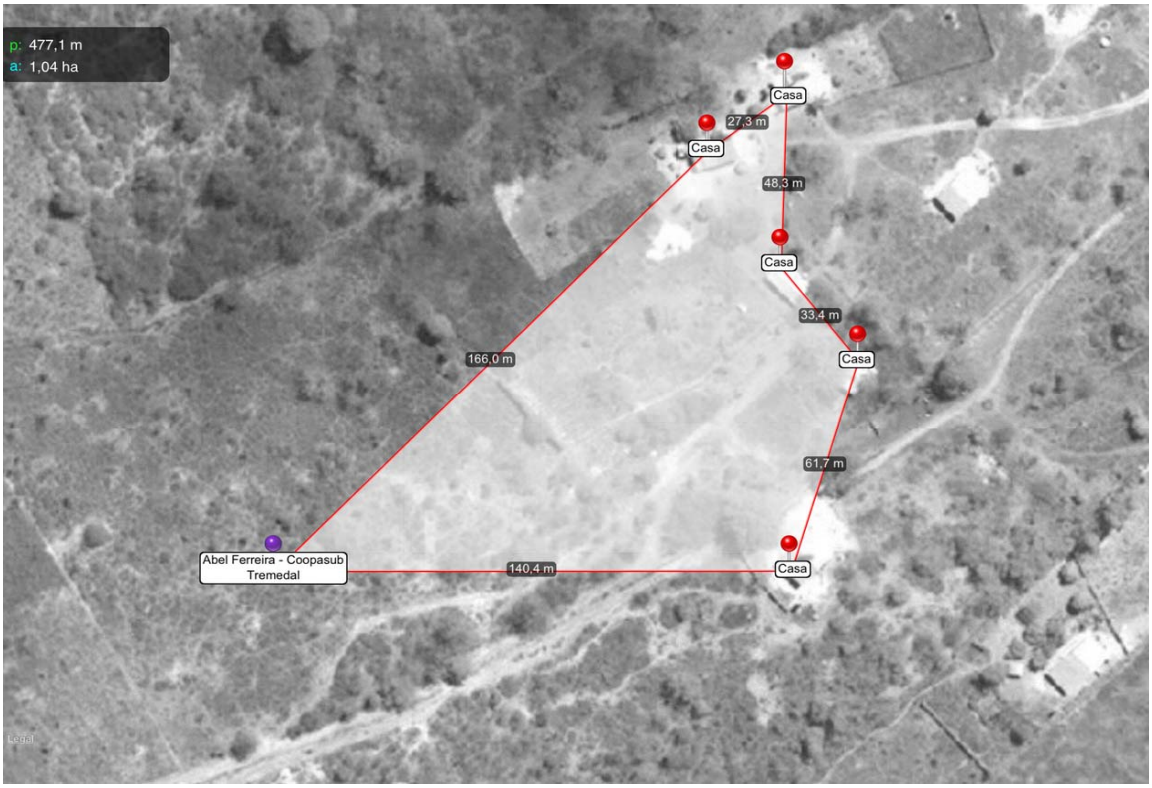
O CorelDraw X5 foi usado não apenas para tratamento de imagens de mapas, mas também para gerar arquivos PDF, a partir de imagens WMF, resistente a distorção quando se aplica a ferramenta zoom.

O software Skitch foi usado não somente para recortar e dimensionar imagens, como também para salvar as imagens nos formatos TIF, PNG e BMP.

O Google Earth Pro foi usado para validação de imagens, ajustes de coordenadas e também num único caso (figura 48), para a elaboração de um mapa simples de localização de indústrias de processamento. Na figura 48 foi inserida no Google Earth um arquivo *shape* delimitando a área de pesquisa.

O software MapMeasure Pro foi utilizado para eventuais medidas de áreas e perímetro, para ajustes de altitudes nos pontos de amostragem devido a presença de uma ferramenta de medição de azimutes e também para ajustar os coeficientes de rugosidades dos pontos de amostragem apresentados na tabela 24 desta tese, como se pode ver na exemplificação da figura abaixo.

Figura 71. Uso do software MapMeasure Pro na propriedade do agricultor da Coopasub, Abel Ferreira para ajuste do coeficiente de rugosidade.



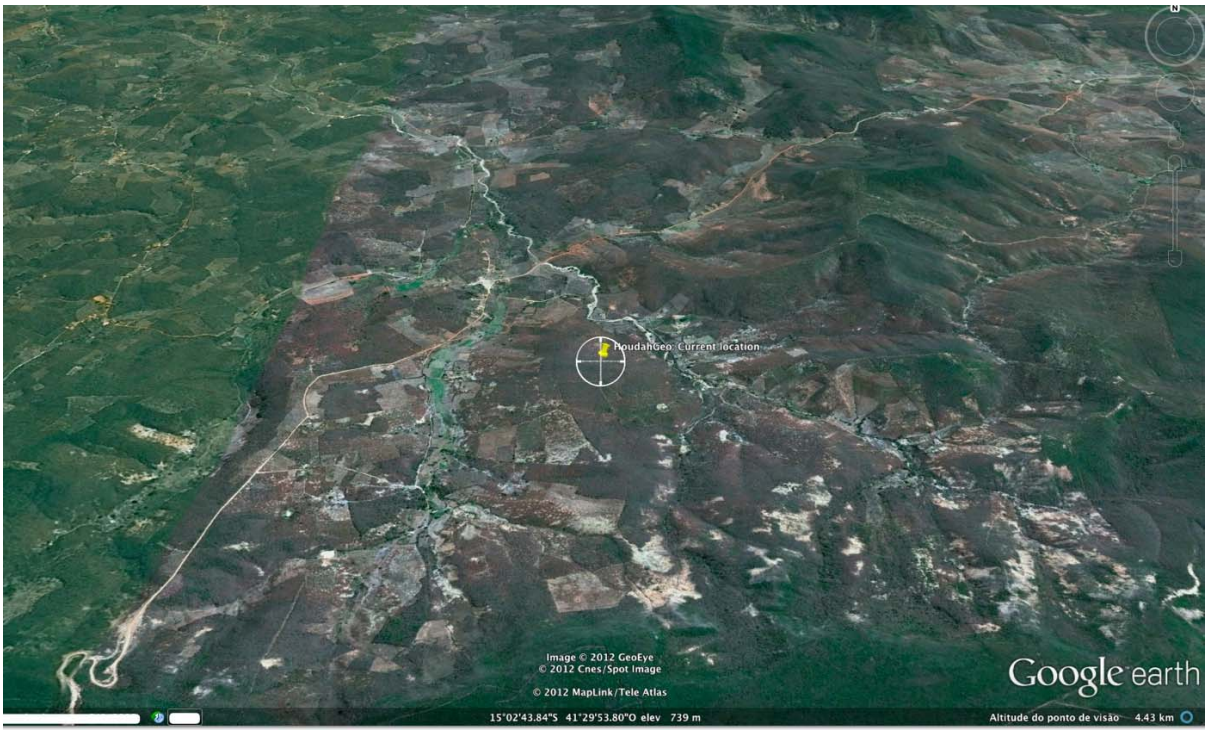
Fonte: Elaboração própria a partir do software MapMeasure Pro.

Baseado na figura 71 e na tabela 24, o coeficiente de rugosidade exato é de 0,03.

O sistema operacional Windows 7 foi o mais usado, entretanto, em muitos momentos foi usado o sistema operacional OSX Lion devido a existência do HoudahGeo, software que funciona especificamente neste sistema operacional.

O HoudahGeo foi usado para capturar e organizar em planilhas as coordenadas do GPS da máquina fotográfica Sony CyberShoot e também para conseguir um melhor zoom em imagens do Google Earth, conforme pode ser vista na figura 72.

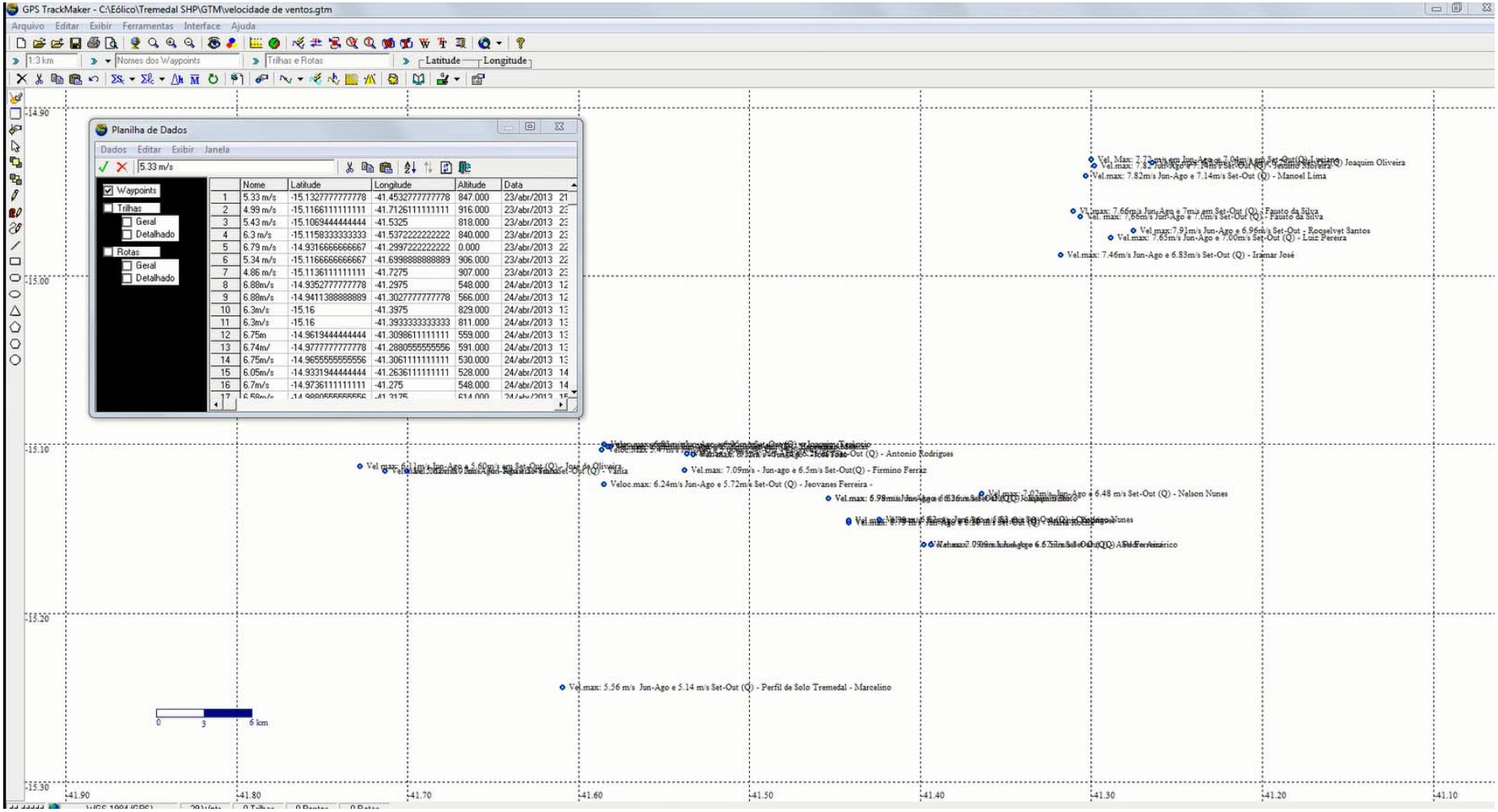
Figura 72. Imagem panorâmica de Tremedal (um dos municípios da pesquisa), obtida pelo software HoudahGeo, a partir de captura de coordenadas da foto. Integrado ao Google Earth.



Fonte. Elaboração própria, a partir dos softwares HoudahGeo e GoogleEarth.

A figura 73 apresenta o uso do GPS TrackMaker.

Figura 73. Inserção das velocidades de ventos nos pontos georeferenciados de cada propriedade de amostragem para transformação em arquivo shapefile.



Fonte. Elaboração própria.

Em relação ao GPS TrackMaker o seu uso nesta tese ocorreu em dois momentos bem específicos:

1. Na elaboração dos mapas eólicos específicos relativos às propriedades, tal como se apresenta na figura 169;

2. O tratamento das coordenadas geográficas dos pontos de amostragem das propriedades dos agricultores seguida de salvamento em arquivo shapefile e geração através do software SIG Quantum GIS dos mapas com os pontos de amostragem das propriedades.

Todos os softwares não SIG foram usados com finalidades específicas e na maioria das vezes preparando dados ou facilitando o uso dos softwares SIG.

Os trabalhos se iniciaram com a obtenção em campo das coordenadas geográficas das propriedades dos agricultores da Coopasub que foram convertidas para coordenadas Universal Transversa Mercator (UTM) e coordenadas decimais. Figura 74.

Figura 74. Recorte de planilha excel contendo os municípios da pesquisa, comunidade, produtor, altitude, tipo de vegetação e coordenadas geográficas, UTM e decimais.

	Município	Comunidade	Produtor	Coordenada	Altitude	Vegetação	Drenagem	Coord. UTM	Decimais
2	Tremedal	Cercadinho	Joaquim Brito d	S 15° 07' 58'' \	847m	Mata	Bem Drenada	E(x) 236348	y:41.4533
3	Tremedal	Caraibinha	Manoel Lima da	S 14° 56' 28,1''	566m	Cerrado	Bem Drenada	E(x)25231124L	y:41.3003
4	Tremedal	Caraibinha	Jesuíno Moreira	S 14° 56' 7'' W	548m	Cerrado	Bem Drenada	E(x)252870	41.2975
5	Tremedal	Caraibinha	Luciano de Oliv	S 14° 55' 54'' W	41° 17' 59	Cerrado	Bem Drenada	E(x) 252627	41.2997
6	Tremedal	Ilha de Dentro	Vânia Ribeiro D	S 15° 07' 00'' W	906m	Mata	Bem Drenada	E(x) 209806	41.7000
7	Tremedal	Ilha de Dentro	José de Oliveira	S 15° 06' 49,4''	907m	Mata	Bem Drenada	E(x) 206833	41.7275
8	Tremedal	Ilha de Dentro	Sebastião Vian	S 15° 06' 59,8''	916m	Mata	Bem Drenada	E(x) 208438	41.7125
9	Tremedal	Ilha de Dentro	José João Rodr	S 15° 06' 25'' W	818m	Mata	Bem drenada	E(x) 227796	41.5325
10	Tremedal	Lagoinha	Firmino Ferraz V	S 15° 06' 57'' W	840m	Mata	Bem Drenada	E(x) 227299	41.5372
11	Tremedal	Furado da Can	Abel ferreira La	S 15° 09' 36'' W	829m	Mata	Bem Drenada	x) 242378 24L	41.3975
12	Tremedal	Furado da Can	Pedro américo	S 15° 09' 36'' W	811m	Mata	Bem Drenada	E(x) 242826	41.3933
13	Tremedal	Santo Antonio	Fausto da Silva	S 14° 57' 43'' W	559m	Cerrado	Mal Drenada	E(x) 251570	41.3097
14	Tremedal	Santo Antonio	Luiz Pereira Mo	S 14° 58' 40'' W	591m	Cerrado	Bem Drenada	E(x) 253930	41.2881
15	Tremedal	Santo Antonio	Fausto da Silva	S 14° 57' 56'' W	530m	Cerrado	Bem Drenada	E(x) 251978	41.3061
16	Tremedal	Sítio	Joaquim de Oliv	S 14° 55' 59,5''	528m	Cerrado	Bem Drenada	E(x) 256514	41.2636
17	Tremedal	Colônia	Rooselvet dos	S 14° 58' 25'' W	548m	Cerrado	Bem Drenada	E(x) 255334	41.2750
18	Tremedal	Carlos Muller	Iramar José Fer	S 14° 59' 17'' W	614m	Cerrado	Bem Drenada	E(x) 250778	41.3175
19	Tremedal	Baraúna	Jeovanes ferna	S 15° 07' 28'' W	881m	Mata	Mal Drenada	E(x) 222203	41.5847
20	Tremedal	Baraúna	Esperidião Miss	S 15° 06' 07'' W	858m	Mata	Bem Drenada	E(x) 222561	41.5811
21	Tremedal	Baraúna	Mercede Abade	S 15° 06' 08'' W	848m	Mata	Bem Drenada	E(x) 222442	41.5822
22	Tremedal	Baraúna	Lourival de Jes	S 15° 06' 15'' W	865m	Mata	Bem Drenada	E(x) 222056	41.5858
23	Tremedal	Baraúna	Joaquim terênc	S 15° 06' 03'' W	845m	Mata	Bem Drenada	E(x) 222201	41.5844
24	Tremedal	Furado da Can	Nelson Nunes L	S 15° 07' 48'' W	850m	Mata	Bem Drenada	E(x) 246015	41.3633
25	Tremedal	Cercadinho	Maria Rocha Li	S 15° 08' 50'' W	839m	Mata	Bem Drenada	E(x) 237644	41.4414
26	Tremedal	Cercadinho	Joaquim Brito d	S 15° 07' 58'' W	847m	Mata	Bem Drenada	E(x) 236342	41.4533
27	Tremedal	Cercadinho	Antonio Rodrigu	S 15° 08' 45'' W	839m	Mata	Bem Drenada	E(x) 237642	41.4414
28	Tremedal	Capim-Açu	Cristiano Nunes	S 15° 08' 43'' W	807m	Baixada		E(x) 239553	41.4236
29	Tremedal	Lagoa Preta	Besito Meira	S 15° 06' 23''	W 41° 32' 10	Mata	Bem Drenada	E(x) 227407	41.5361
30	Tremedal	'ERFIL DE SOL	Embrapa	S 15° 00' 36,4''	W 41° 20' 12,5	Mata	Bem drenada	E(x) 248726	41.3369
31	Belo Campo	Andiroba	Romulo Araújo	S 15º 10' 27,4''	- W 41º 15' 03'	Mata	Bem Drenada	E(x) 258162	41.2508
32	V.da Conquista	'ERFIL DE SOL	Jaci Chagas	S 15° 06' 6,71'	838,20m	Mata	Bem drenada	E(x) 285264	40.99800
33	V. Da Conquista	Dantilândia	Jacy Chagas	S 15º 06' 04'' - W 40º 59' 31''		Mata	Bem Drenada	E(x) 285915	40.9919
34	V. Da Conquista	Dantilândia	Wagner Chagas	S 15º 6' 8'' - W 40º 59' 8''		Mata	Bem Drenada	E(x) 286603	40.9856

Fonte: Elaboração própria.

A figura 74 apresenta um recorte de 34 propriedades do total de 75 propriedades, incluindo três propriedades aonde foram realizadas perfis de solos.

Os mapas gerados nesta pesquisa foram:

1. Mapa de Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI;

2. Mapa NDVI confrontado com imagens do Google Earth;

3. Mapa de Áreas Susceptíveis à Desertificação;
4. Mapa Geológico da Região de Estudo;
5. Mapa Geomorfológico;
6. Mapa de Declividade e Classes de Vulnerabilidade;
7. Mapa de Solos e Classes de Vulnerabilidade;
8. Mapa de Frequência de Focos de Queimadas;
9. Mapa de Drenagem e Localização dos Plantios de Eucalipto da Área de Estudo;
10. Mapa de Domínios Vegetais;
11. Mapa de Capacidade Hídrica;
12. Mapa de Vulnerabilidade Ambiental;
13. Mapa de Risco Ambiental;
14. Mapa de Vulnerabilidade Eólica;
15. Mapa de Risco Eólico;
16. Mapa da Região de Trabalho e Unidades Amostrais;
17. Mapa de Localização das Estações Pluviométricas da Região de Estudo;
18. Mapa de Séries Pluviométricas, Precipitação Média Mensal, Nº de Meses Secos e Nº de Meses Chuvosos das Séries Históricas.

Descrição dos métodos de elaboração dos mapas

i) **NDVI.** Este mapa foi elaborado a partir de imagens do satélite Landsat 5, bandas 3 e 4, correspondentes aos anos de 2001 e 2009, do segundo semestre[4], dos mesmos meses entre os dois períodos, obtidas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As imagens sofreram uma seleção prévia no sentido de eliminar aquelas carregadas de nuvens e com pouca visualização. As características de cada banda do Satélite Landsat 5 foram as seguintes:

1. Banda pancromática 3, correspondente ao ano de 2001, com sensor MSS & Sensor Thematic Mapper (TM), órbita 217, ponto 070, Datum WGS-84, Resolução Espacial de 30m, faixa espectral 0,63-0,69 μm, data de passagem em 06/02/2001.

2. Banda pancromática 4, correspondente ao ano de 2008, com sensor MSS & Sensor Thematic Mapper (TM), órbita 217, ponto 071, Datum WGS-84, Resolução Espacial de 30m, faixa espectral 0,76-0,90 μm, data de passagem em 04/08/2008.

[4] No segundo semestre do ano ocorrem na área da pesquisa, os importantes eventos de queimada da floresta para o plantio de mandioca, geralmente em setembro, e o plantio em novembro.

As faixas espectrais correspondem as seguintes características apresentadas na tabela 30.

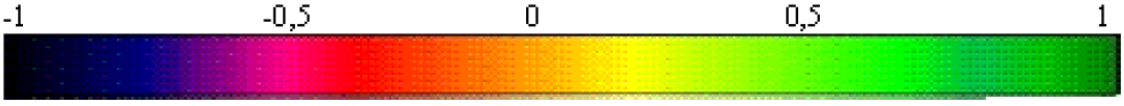
Tabela 30. Características das faixas espectrais do Landsat 5, usadas na elaboração do mapa NDVI.

Bandas do Satélite	Faixa Espectral	Características
3	(0,63 - 0,69 μm)	A vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação (ex.: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex.: campo, cerrado e floresta). Permite análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal. Permite o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal. É a banda mais utilizada para delimitar a mancha urbana, incluindo identificação de novos loteamentos. Permite a identificação de áreas agrícolas.
4	(0,76 - 0,90 μm)	Os corpos de água absorvem muita energia nesta banda e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa das florestas (dossel florestal). Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia. Serve para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais. Serve para separar e mapear áreas ocupadas com *pinus* e *eucalipto*. Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas. Permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (ex.: aguapé). Permite a identificação de áreas agrícolas.

Fonte. INPE (2013).

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foi proposto por Rouse et al. (1973) e relaciona as refletâncias do vermelho(R) e do infravermelho próximo (NIR), o que corresponde respectivamente ao TM-3 e TM-4 no sistema TM LANDSAT, explorando o fato de quanto mais clorofila maior a absorção no R e quanto mais biomassa verde mais refletância no NIR. Os valores de NDVI oscilam entre -1 e +1. Figura 75.

Figura 75. Valores da razão entre as bandas do infravermelho e vermelho (NDVI).



Fonte: Poelking et al. (2007).

A água tem refletância na banda 3 maior do que na banda 4, portanto, apresenta valores negativos próximos a -1 no NDVI, o mesmo ocorrendo com áreas de sombra. As nuvens refletem de forma semelhante no visível e no infravermelho próximo, portanto espera-

se que o valor do pixel seja em torno de zero. O solo nu ou com vegetação rala apresenta valores positivos, mas não muito elevados. No presente trabalho deste item, por exemplo, o solo exposto assumiu valores entre 0,018-0,09. Vegetação densa, úmida e bem desenvolvida apresenta os maiores valores de NDVI, próximos a 1.

Obtém-se o NDVI a partir das diferença entre as refletâncias das bandas 4 e 3 dividindo-se pela soma das refletâncias das mesmas bandas, conforme a fórmula:

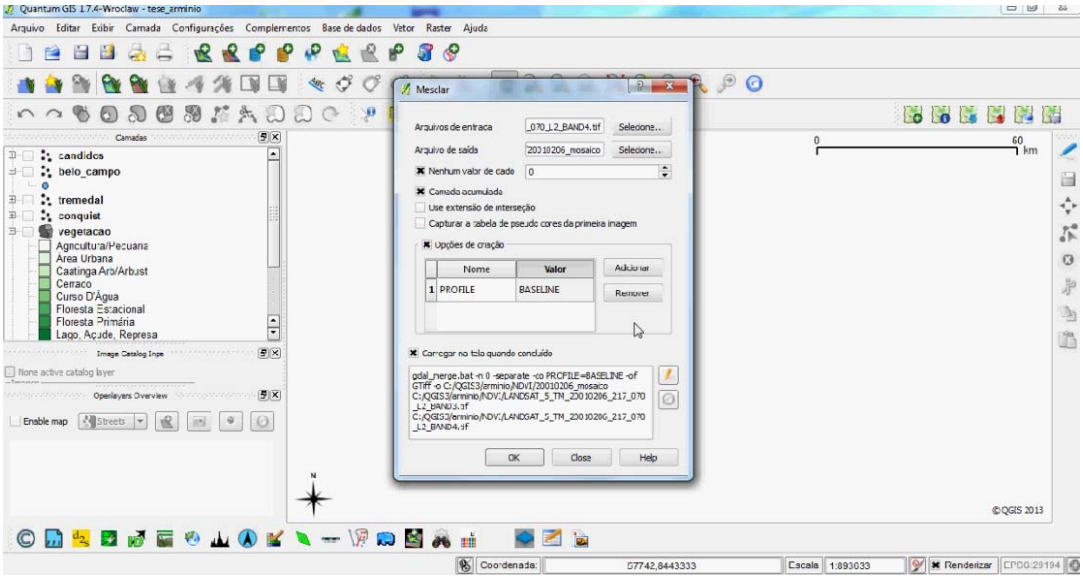
NDVI = NIR – R / NIR + R,
onde:
NIR = Refletância do infravermelho próximo;
R= Refletância do vermelho.

Trabalhou-se separadamente com as imagens de satélite, banda 3 e 4, correspondentes a cada ano:2001 e 2009. Apenas no final o resultado de cada ano foi cruzado dentro do software para se produzir o resultado final. As imagens de satélites, *raster*, correspondentes aos anos de 2011 e 2009.

Os passos metodológicos foram:

1. Mescla das bandas 3 e 4 para formação do mosaico. Figura 76.

Figura 76. Formação do mosaico pela mescla das bandas 3 e 4 (imagens *raster*)[5].



Fonte. Elaboração própria.

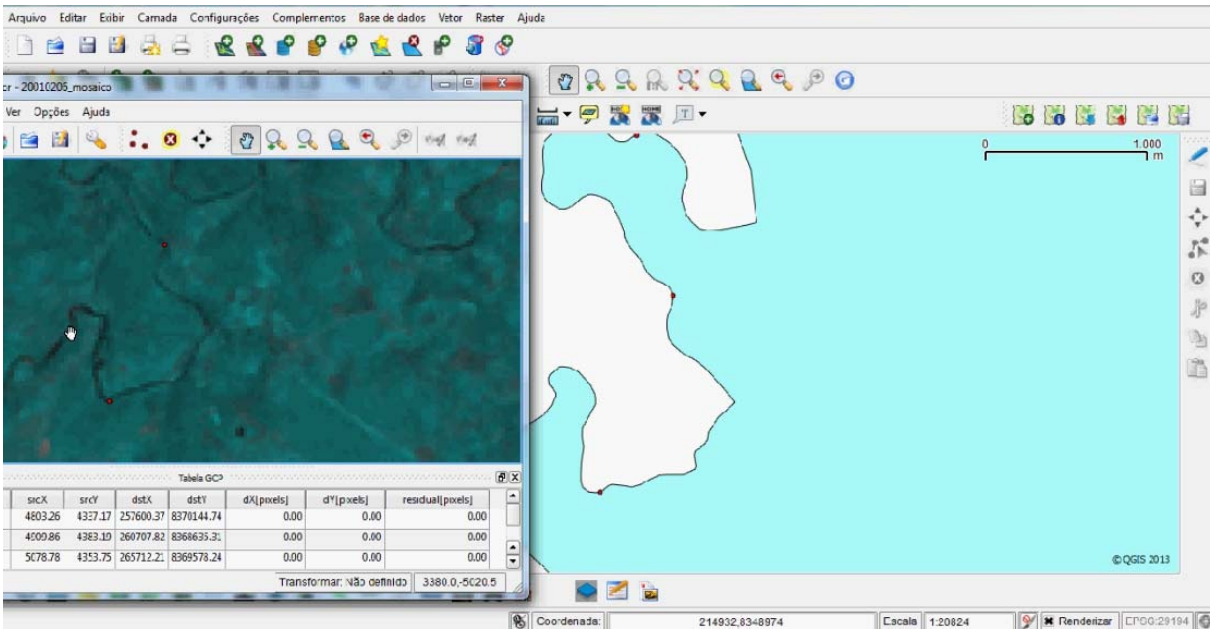
[5] Denomina-se imagem raster em oposição a vetor, as imagens com extensão TIF.

Observe-se que nesta etapa não se pode escolher projeções ou Datum, uma vez que as imagens serão georeferenciadas para coincidirem com a área da pesquisa.

2. Georeferenciamento do mosaico

A partir do mosaico elaborado na etapa anterior se iniciou o referenciamento. Figura 77.

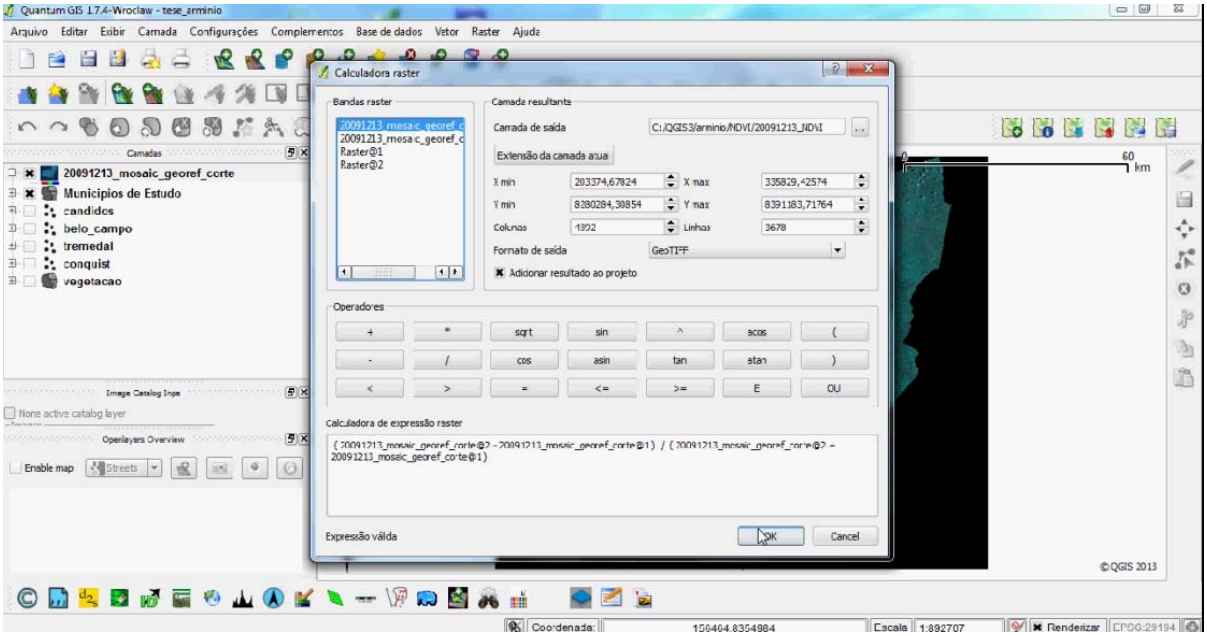
Figura 77. Georeferenciamento da imagem do mosaico a partir do mapa da base municipal de pesquisa.



Fonte: Elaboração própria.

Para o georeferenciamento utilizou-se a ferramenta georeferenciador do software QuantumGis, identificando-se pontos na imagem do mosaico (à esquerda) comuns a imagem da base municipal (à direita). Normalmente se parte de pontos conhecidos e facilmente identificáveis, como neste caso, cursos de água visíveis. Após o georerenciamento escolheu-se, portanto, o Datum SAD 69, coordenadas UTM (Universal Transversa Mercator). O mesmo procedimento foi feito para o ano de 2009. Através da calculadora raster do software calculou-se o NDVI para cada ano. Ver figura 78.

Figura 78. Cálculo do NDVI 2009, através da fórmula NDVI pela calculadora raster do software QuantumGis.



Fonte: Elaboração própria.

A expressão da calculadora *raster* da figura 79 é: (20091213_mosaic_georef_corte02 – 20091213_mosaic_georef_corte01) / (2020091213_mosaic_georef_corte02 + 20091213_mosaic_georef_corte01)

O mesmo procedimento foi realizado para o ano de 2001.

3. Poligonização das imagens raster. No campo raster do QuantumGis, usou-se "Conversão" e em seguida clicou-se no campo Poligonizar (raster para vetor). A poligonização foi feita para o raster NDVI 2001 e o de 2009, separadamente.

4. Cruzamento dos polígonos NDVI de 2001 com o de 2009. Este cruzamento se fez no campo do QuantumGis, Vetor, geometria, partes simples para multipartes.

Os valores de NDVI da área de pesquisa, inclusos nas imagens de satélites seguem a tabela 31.

Tabela 31. Valores de NDVI da área de pesquisa.

Variáveis	NDVI
Solo exposto	0,018-0,09
Pastagem	0,28 – 0,48
Áreas de regeneração	0,49 – 0,62
Floresta	0,63 – 0,69
Corpos de água	0,76 – 0,90

Fonte: Landsat 5, bandas 3 e 4 & INPE (2012).

Os demais mapas temáticos

A base cartográfica utilizada para os demais mapas temáticos foi realizada a partir dos dados obtidos na Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI), mediante contrato de confidencialidade para uso próprio, entre o autor da tese e o órgão estadual em questão, com o recorte de 4 folhas topográficas referentes a cada município da pesquisa:

Folha *Topográfica S-D-24-Y-A-VI (Vitória da Conquista).* Escala 1:100000.

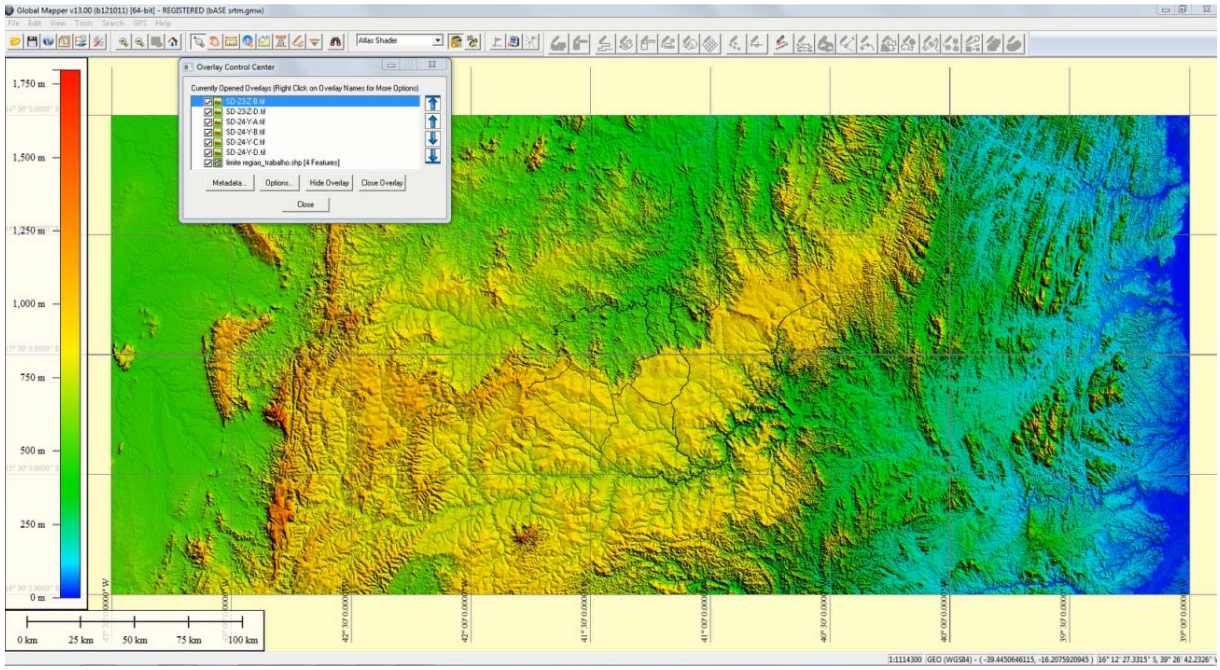
Folha *Topográfica S-D-24-Y-C-II (Belo Campo).* Escala 1:100000.

Folha *Topográfica S-D-24-Y-C-V (Cândido Sales).* Escala 1:100000.

Folha *Topográfica S-D-24-Y-A-V (Tremedal).* Escala 1:100000.

O recorte da área dos quatro municípios foi feito no software QuantumGis e ajudou a elaborar a base municipal de trabalho. A partir da base municipal se sobrepôs as imagens SRTM cortando-se no formato dos municípios. Estas imagens SRTM foram obtidas a partir da **Missão Topográfica Radar Shuttle'**, SRTM na sigla em inglês), fornecidas pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). As imagens SRTM apresentadas na figura 79 foram: SD – 23-Z-B.Tif, SD – 23-Z-D.Tif, SD – 24-Y-A.Tif, SD – 24-Y-B.Tif, SD – 24-Y-C.Tif, SD – 24-Y-D.Tif.

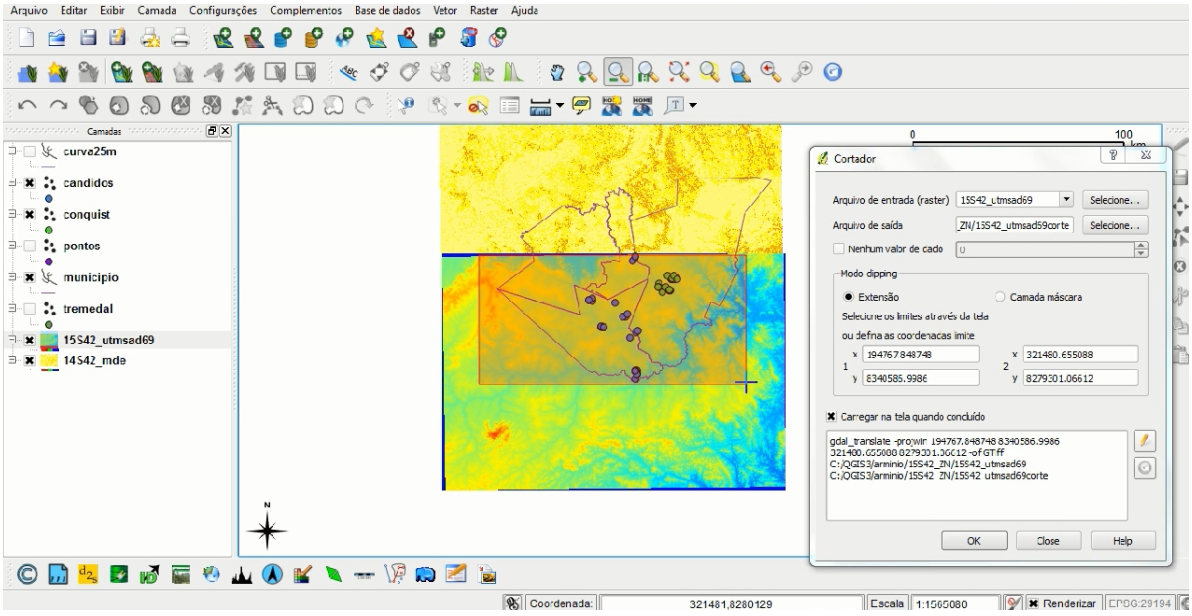
Figura 79. SD – 23-Z-B.Tif, SD – 23-Z-D.Tif, SD – 24-Y-A.Tif, SD – 24-Y-B.Tif, SD – 24-Y-C.Tif, SD – 24-Y-D.Tif processado pelo software GlobalMapper 13.0, obtidas através do site http://www.dgi.inpe.br/CDSR/.



Fonte: Elaboração própria.

O recorte da imagem *raster* sobreposta à base municipal de pesquisa é exemplificada na figura 80.

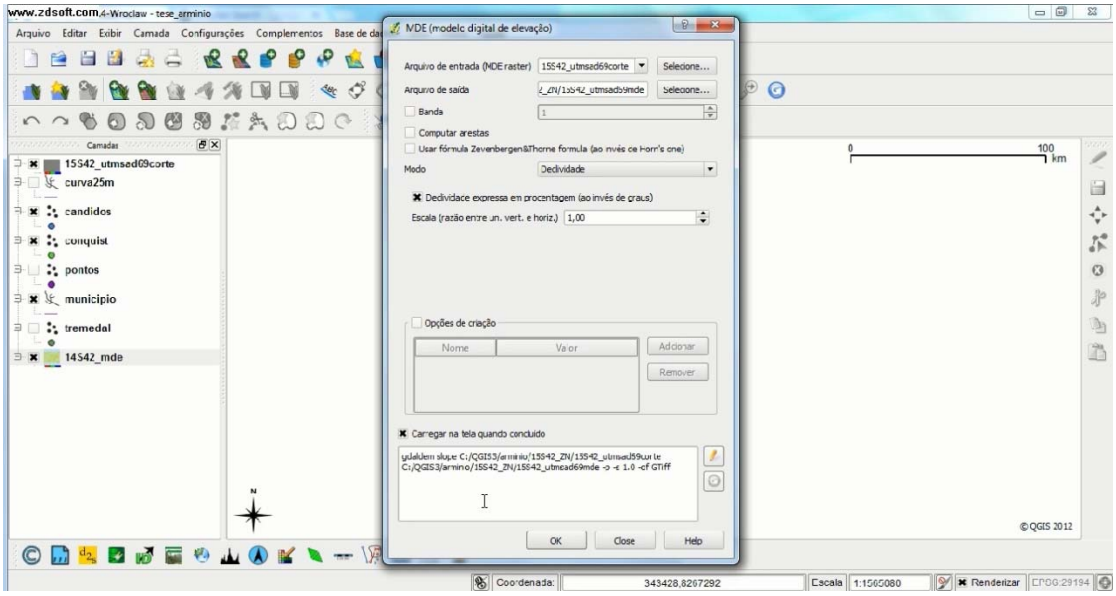
Figura 80. Imagens SRTM sobrepostas ao mapa municipal de pesquisa, antes de ser submetida ao corte no software QuantumGis.



Fonte: Elaboração própria a partir do software QuantumGis.

Na etapa seguinte, já com o resultado do corte apresentado na coluna à esquerda da figura 81, se processa o Modelo de Elevação Digital – MDE, explicadas na elaboração do mapa de declividade e apresentada na figura abaixo.

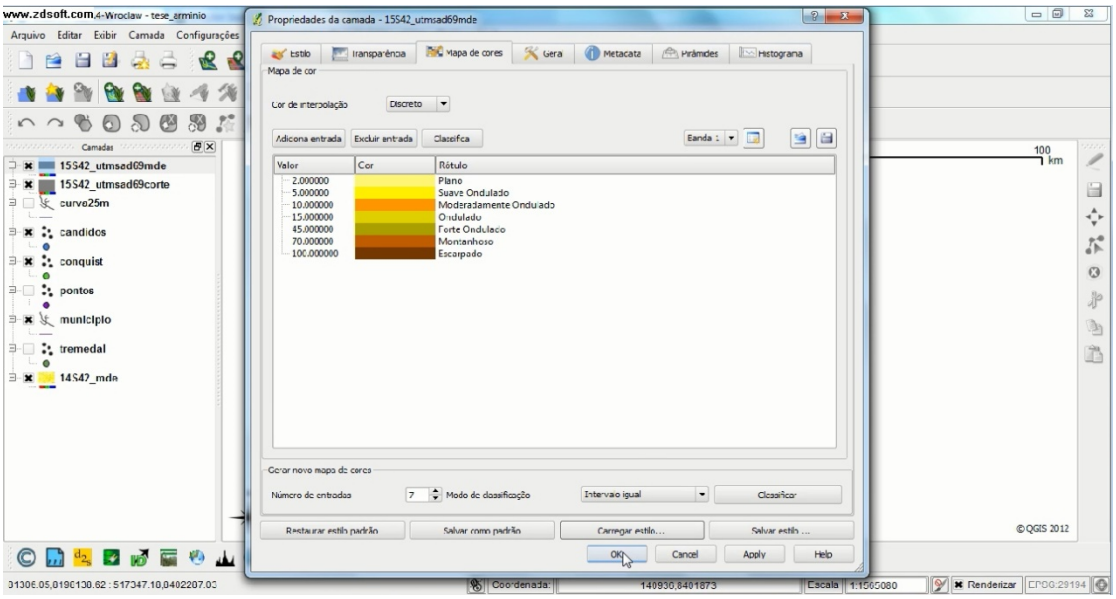
Figura 81. Processamento do Modelo de Elevação Digital, após o corte mostrado na figura anterior.



Fonte: Elaboração própria a partir do software QuantumGis.

A figura 82 apresenta as classes de declividade geradas e separadas por cores.

Figura 82. Classes de declividade geradas após o processamento do MDE.

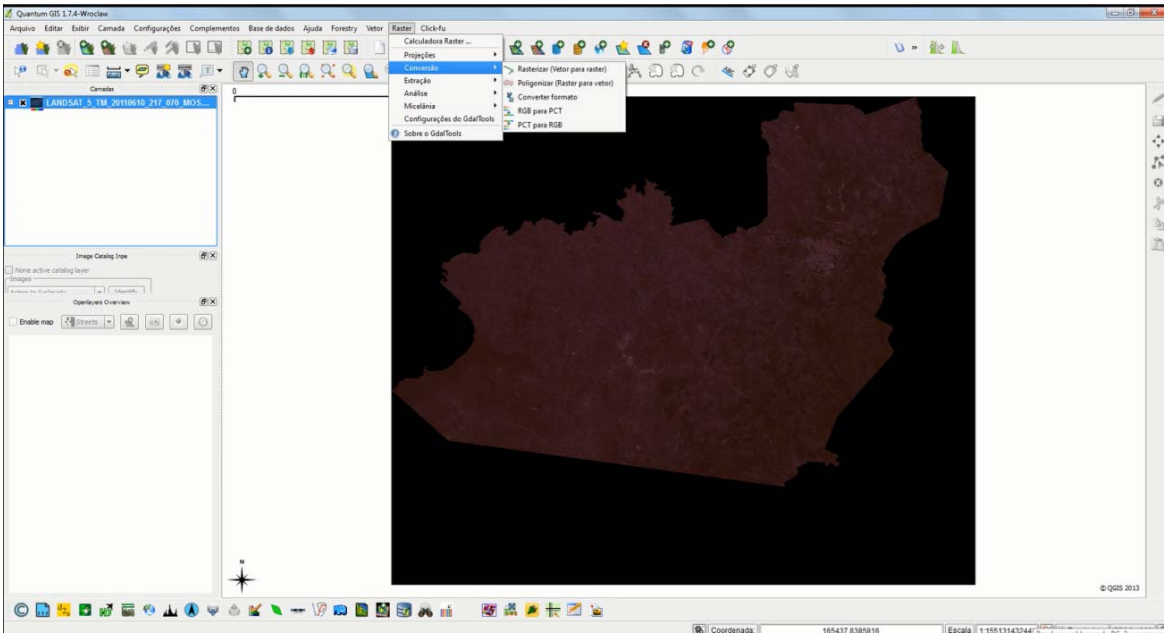


Fonte: Elaboração própria a partir do software QuantumGis.

As classes de declividade geradas obedecem critérios utilizados amplamente nos mapas de declividade do Brasil. Com o uso do MDE se inseriu as classes de declividade e curvas de nível na base municipal (e na sua tabela de atributos). Numa etapa seguinte se repetiu o processo cortando a imagem na parte superior da base municipal (figura 81) e unindo-se as duas bandas cortadas, poligonizando-se e convertendo em vetor (arquivo shape).

O processamento digital de dados das bases digitais foi realizado via importação de arquivos raster e vetor através do software SIG QuantumGis. Os dados foram escolhidos da base de dados já existentes nos órgãos citados na tabela 32, sempre no formato digital. As imagens raster foram convertidas em vetor através de poligonização para arquivo shape vetorial no software, como se pode ver no exemplo da figura 83 a partir de uma imagem do satélite Landsat 5, da área de pesquisa.

Figura 83. Exemplo de poligonização de imagem raster realizada através do QuantumGis.



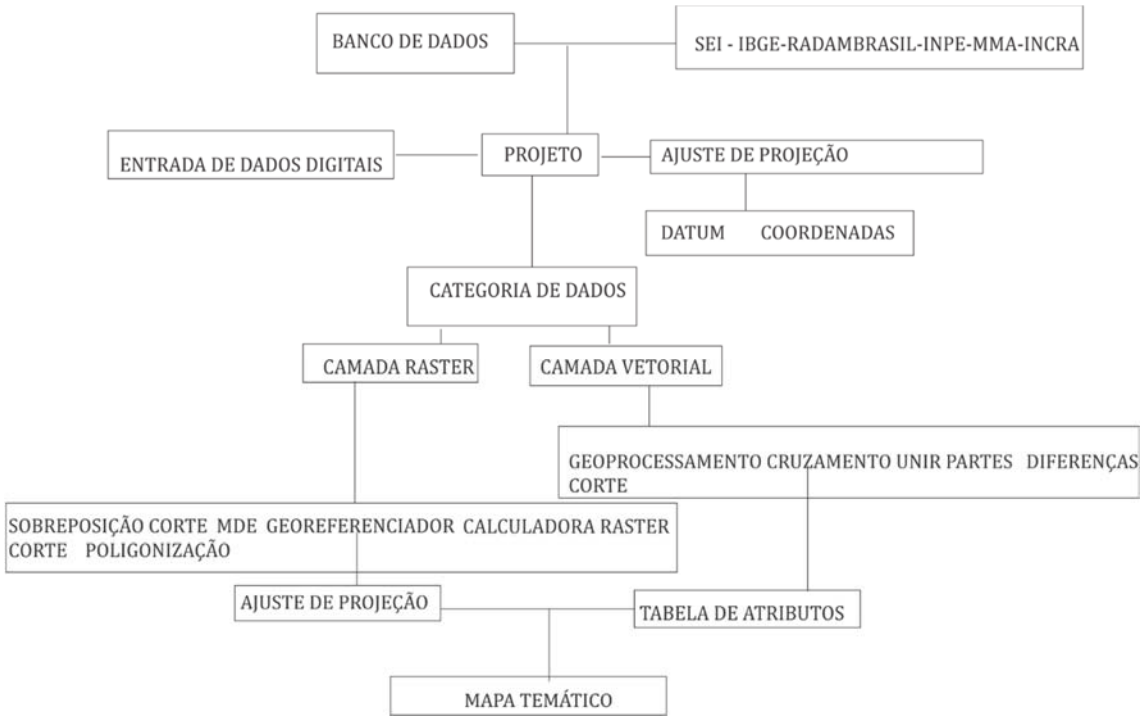
Fonte: Elaboração própria.

Estes procedimentos foram realizados, conforme Veiga (2010), que assinala que os dados manejados em SIG têm três componentes: as características não espaciais, espaciais e temporais. As características não-espaciais descrevem o fenômeno através de atributos alfanuméricos. Nas espaciais os fenômenos são georeferenciados e associados a uma propriedade geométrica e topológica. Nas temporais são identificados os períodos das coletas dos dados. As propriedades geométricas são representadas no formato raster ou vetorial.

O esquema de estruturação de dados no QuantumGis para a geração dos mapas

temáticos, exceto o NDVI, seguiu o procedimento apresentado na figura 84.

Figura 84. Procedimentos realizados no software QuantumGis em relação aos mapas temáticos.



Fonte: Elaboração própria.

A geração específica dos mapas temáticos seguiu as etapas da tabela 32.

Tabela 32. Mapa temático, tipos de dados, formato original, processamento utilizados no QuantumGis.

Mapa temático	Tipos dedados ou convertido para	Formato Original	Processamento
Desertificação	Vetor	Arquivo KML pnrh_asd do MMA e Shape do Mapa de Divisão Política da Bahia - SEI	Conversão do arquivo KML em Shape (vetor) e Geração do mapa temático
Geologia	Vetor	Arquivo Shape folha SD-24 – RadamBrasil e shape do Mapa de Divisão Política da Bahia - SEI	Processamento digital e geração do mapa temático
Geomorfologia	Vetor	Arquivo Shape folha SD-24 – RadamBrasil e shape do Mapa de Divisão Política da Bahia - SEI	Processamento digital e geração do mapa temático
*Declividade e	Raster	Imagem SRTM da	Usou-se o Modelo Digital de

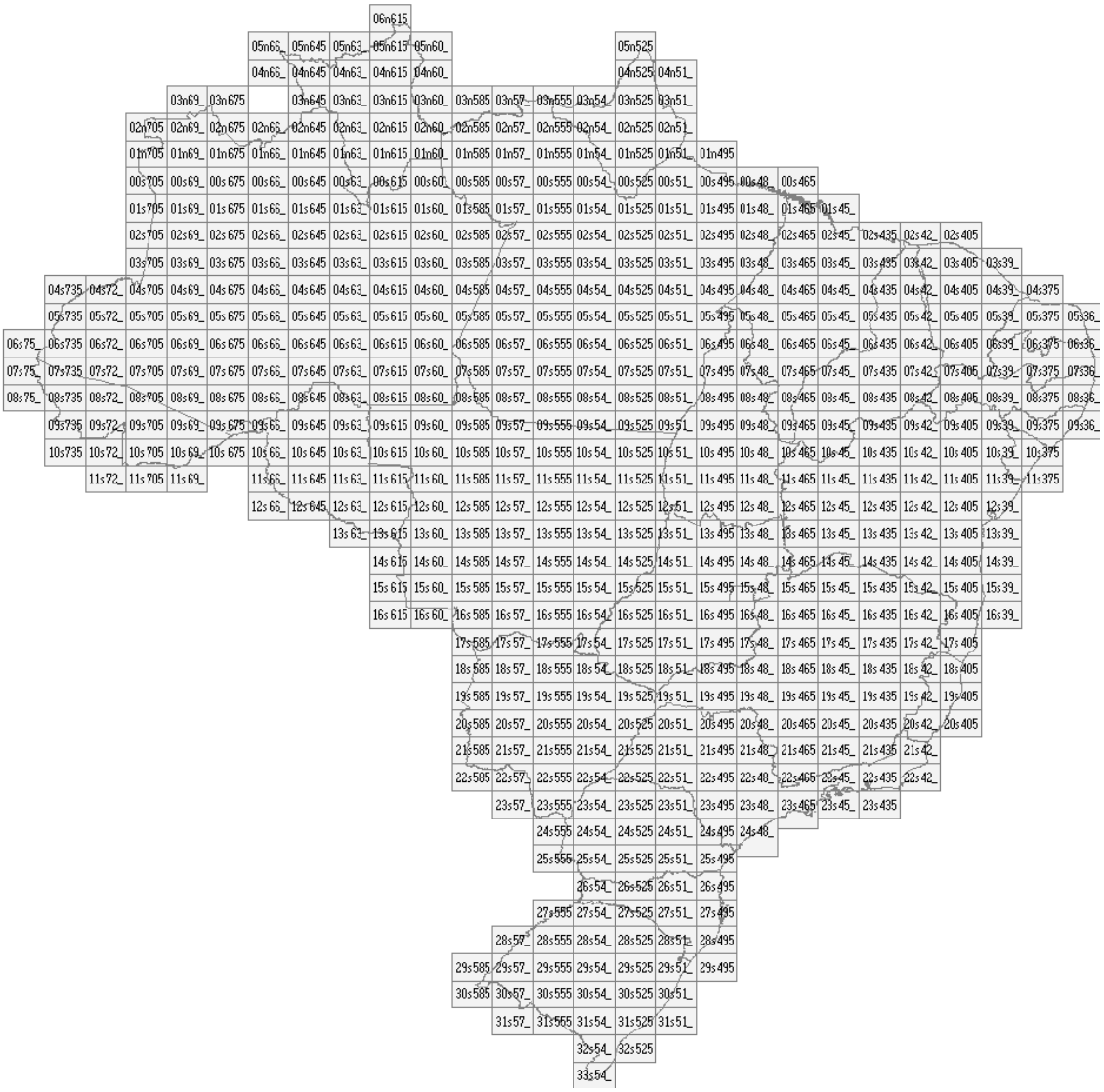
Classes de Vulnerabilidade	Vetor	Missão Topográfica Radar Shuttle – SRTM – INPE. Dados de Classes de Relevo e Declividade do Incra. Mapa de Divisão Política da Bahia - SEI	Elevação – MDE*, seguido de conversão da imagem raster para o formato shape com processamento do mapa temático.
Solos e Classes de Vulnerabilidade	Vetor	Arquivo shape do Radam Brasil, 1981. Folha SD 24. Mapa de Divisão Política da Bahia – SEI.	Processamento digital e geração do mapa temático
Frequência de Focos de Queimadas	Vetor	Arquivo Shape do INPE. Mapa de Divisão Política da Bahia – SEI.	Processamento digital e geração do mapa temático
Drenagem e Localização dos Plantios de Eucalipto	Vetor	Arquivo shape do IBGE – Mapa de Divisão Política da Bahia – SEI.	Processamento digital e geração do mapa temático
Domínios Vegetais	Vetor	Arquivo shape do Radam Brasil, 1981. Folha SD 24. Mapa de Divisão Política da Bahia – SEI.	Processamento digital e geração do mapa temático
Capacidade Hídrica	Vetor	Arquivo shape do Radam Brasil, 1981. Folha SD 24. Mapa de Divisão Política da Bahia – SEI.	Processamento digital e geração do mapa temático
Vulnerabilidade Ambiental	Vetor	Arquivos shapes: Radam Brasil, 1981. Folha SD 24. Imagem SRTM da Missão Topográfica Radar Shuttle – SRTM – INPE (convertidos em arquivo shapes) Dados de Classes de Relevo e Declividade do Incra. Mapa de Divisão Política da Bahia – SEI.	Processamento através dos cruzamentos dos Planos de Informações temáticos, contidos nas tabelas de atributos de capacidade hídrica, solos e relevos.
Risco Ambiental	Vetor	Arquivos shapes: Radam Brasil, 1981. Folha SD 24. Imagem SRTM da Missão Topográfica Radar Shuttle – SRTM – INPE (convertidos em arquivo shapes) Dados de Classes de Relevo e Declividade do Incra. Mapa de Divisão Política da Bahia – SEI.	Processamento através dos Cruzamentos dos Planos de Informações temáticos de capacidade hídrica, solos e relevos ponderado pelo peso do risco, conforme a tabela 22.
Vulnerabilidade Eólica	Pontos das velocidades de ventos correspondentes às propriedades de amostragem convertidos em	Velocidades dos ventos (convertidos em arquivos shapes, depois da localização georeferenciada no software GPSTrackMaker).	Processamentos dos shapes das velocidades dos ventos a uma altura de 50m do solo.

	arquivo shape	Mapa de Divisão Política da Bahia – SEI.	
Risco Eólico	Pontos das velocidades de ventos correspondentes às propriedades de amostragem convertidos em arquivo shape	Velocidades dos ventos (convertidos em arquivos shapes, depois da localização georeferenciada no software GPSTrackMaker) Mapa de Divisão Política da Bahia – SEI.	Processamentos dos shapes das velocidades dos ventos a uma altura de 50m de altura e a 5 m do solo.
Região de trabalho e unidades amostrais	Shape	GPS Navegação – Mapa de Divisão Política da Bahia – SEI.	Processamento digital e geração do mapa temático
Estações Pluviométricas	Shapes: Limite região de trabalho, estações, pontos de amostragens.	Mapa de Localização das Estações Pluviométricas da Região de Estudo;	Processamento digital e geração do mapa temático
Séries pluviométricas	Raster	Imagens Geotif: SD – 23-Z-B.Tif, SD – 23-Z-D.Tif, SD – 24-Y-A.Tif, SD – 24-Y-B.Tif, SD – 24-Y-C.Tif, SD – 24-Y-D.Tif. Mapa de Divisão Política da Bahia – SEI.	Processamento digital e geração do mapa temático

Fonte: Elaboração própria.

*Mapa Declividade e Classes de Vulnerabilidade: Para sua elaboração utilizou-se o Modelo de Elevação Digital – MDE. Neste modelo usou-se as imagens SRTM do satélite Missão Topográfica Radar Shuttle – SRTM – INPE, obtidas do topodata do INPE, em http://www.dsr.inpe.br/topodata/data/geotiff/. A partir deste banco de dados, com a localização dos pontos no mapa apresentado na figura 85, obteve-se as imagens SRTM.

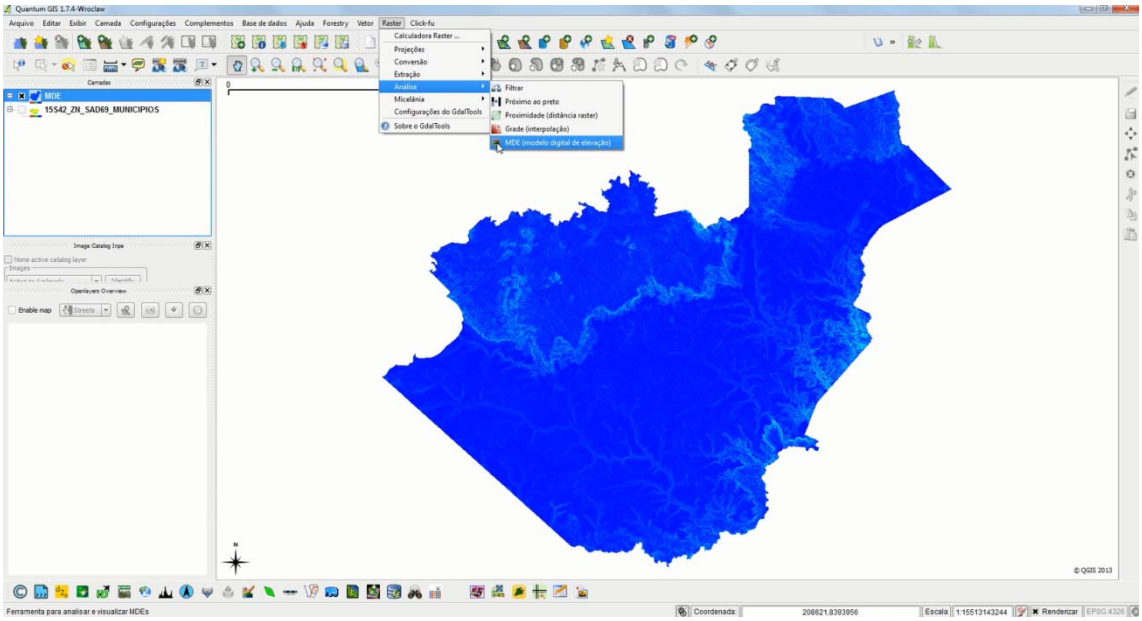
Figura 85. Pontos de localização de imagens SRTM da área de estudo.



Fonte: Inpe (2012).

Depois de adicionadas, as imagens SRTM no software QuantumGis foram convertidas quanto ao SRC de coordenadas geográficas para UTM. As imagens SRTM selecionadas foram unidas elaborando-se um mosaico, sobrepostas no mapa do município de pesquisa e cortadas no formato do mapa dos municípios, gerando o seguinte produto da figura 86, com as nuances do relevo:

Figura 86. Geração do Modelo Digital de Elevação (MDE), no software QuantumGis, mostrando as nuances do relevo.



Fonte: Elaboração própria a partir do software QuantumGis.

As classes de relevo utilizadas no software foi a da classificação contida no Manual de Obtenção de Terras do INCRA (usado em todos os mapas de declive do Brasil), que utiliza uma classificação com 7 classes de relevo:

Tabela 33. Classes de Relevo e de Declividade, usadas no QuantumGis para a elaboração do mapa de declividade.

Classes de Relevo	**Classes de Declividade**	
	%	Graus
Plano	0-2	0^0 à 1^0 8’ 45”
Suave ondulado	2-5	1^0 8’ 45” à 2^0 51’ 45”
Ondulado	5-10	2^0 51’ 45” à 5^0 42’ 38”
Moderadamente ondulado	10-15	5^0 42’ 38” à 8^0 31’ 51”
Forte ondulado	15-45	8^0 31’ 51” à 24^0 13’ 40”
Montanhoso	45-70	24^0 13’ 40” à 34^0 59’ 31”
Escarpado	>70	> 34^0 59’ 31”

Fonte: Incra (2006).

A imagem rasterizada da figura 86 foi poligonizda e para cada classe de relevo foi calculada a área através do software, gerando o mapa de declividade final.

Para quase todo mapa gerado foram inseridas as propriedades agrícolas da amostragem através de arquivos shapefiles.

2.6 REFERÊNCIAS

ABAZA, H., R. BISSET. S. SADLER (2004). Environmental Impact Assessment and Strategic Environmental*:* Towards an Integrated Approach. UNEP. Geneva. pp. 163.

AFIF, K. E. & J. A. OLIVEIRA P. (2006), "Efectos del fuego prescrito sobre matorral en las propiedades del suelo", Invest. Agrar. Sist. Recur. For., 15(3), pp. 262- 270.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (2013). Estações Pluviométricas. [on line]. Disponível em:http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?TocItem=1070&TipoReg=7&MostraCon=false&CriaArq=false&TipoArq=1&SerieHist=false. [ultima consulta 2 de fevereiro de 2013].

ARCHANGELO, E.R.; COIMBRA, R.R.; NAOE, L.K.; CARDOSO, E.A. (2007). Avaliação Agronômica de Variedade de Mandioca de Mesa em Palmas -TO. In: II Seminário de Ciência e Tecnologia Agropecuária. Anais. Palmas, Tocantins. pp. 1.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1993). NBR 12772: Água – Determinação de Fósforo. Rio de Janeiro. pp. 9.

CALATAYUD, P. A.; MÚNERA, D. F.; OSPINA, B.; CEBALLOS, H. (2002). Suelo y Fertilización para la Yuca. In: La yuca en el tercer milenio**:** sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. CIAT. Cali: CIAT. pp. 76-102.

CALDERÓN LABS. (2010). Tabla de niveles críticos foliares para el cultivo de yuca. [on line]. Disponível em: http://www.drcalderonlabs.com/Agracces/Entrada.htm. [21 de abril de 2010].

CAMARGO, M.B.P.; CAMARGO, A.P (1993). Representação gráfica informatizada do extrato do balanço hídrico de Thornthwaite & Mather. Bragantia, v.52. Campinas. pp.169-172.

CARDOSO, C.E.L (2003). Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil. 2003. Tesis Doctoral. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo. Piracicaba. pp. 188. [in portuguese].

COOPASUB - Cooperativa Mista Agropecuária de Pequenos Agricultores do Sudoeste da Bahia Ltda (2012). Histórico e Plano de Ações. Vitória da Conquista. Informações da Diretoria.

COOPASUB - Cooperativa Mista Agropecuária de Pequenos Agricultores do Sudoeste da Bahia Ltda (2011). Histórico e Plano de Ações. Vitória da Conquista. Informações da Diretoria.

COOPASUB - Cooperativa Mista Agropecuária de Pequenos Agricultores do Sudoeste da Bahia Ltda (2005). Histórico e Plano de Ações. Vitória da Conquista. Informações da Diretoria.

CRESESB & CEPEL (2013). Base de Dados Eólico. [on line]. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/atlas_eolico/index.php#data. [23 de março 2013].

DA SILVA,DSG (2007). Construção de Indicadores de Condições de Vida Através da Análise Multicritério: Estudo Aplicado aos Municípios da Baixada Fluminense. Dissertação de Mestrado. Escola Nacional de Ciências Estatísticas - ENCE. Rio de Janeiro. pp. 135.

DE CAMARGO, O.A; MONIZ, A, C; JORGE, J.A; VALADARES, J.M.A.S (2009). Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agronômico de Campinas – IAC. Boletim técnico, 106. IAC. Campinas – SP. pp. 77.

DE LANGE, H. J.; SALA, S.; V IGHI, M.; FABER, J. H. (2010). Ecological vulnerability in risk assessment — A review and perspectives. Science of the Total Environment, 408(18): 3871-3879. (http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969709010985) (octubre 20, 2012).

EMBASA. Empresa Baiana de Abastecimento de Água e Saneamento: Laboratório de análise química. (2010). Análise físico - química da manipueira dos municípios de Cândido Sales, Tremedal e Vitória da Conquista, no Estado da Bahia.

ESSERS, A.J.A.; BOSVELD, M; GRIFT, R. M; VORAGEN, A. G. J (1993). Assay for the cyanogens content in cassava products. Department of food Science, Wageningen. Agricultural University, Netherlands. pp. 9.

EMBRAPA (1988). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento – Normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro. pp. 67.

EMBRAPA (1997). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análises de solo. 2. ed. Rio de Janeiro. pp. 212.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT GmbH (GTZ)& Ministério do Meio Ambiente – MMA. Referências Metodológicas para Mapeamento de Riscos Naturais na Amazônia: mapeando vulnerabilidades. GTZ. Brasília – DF. pp. 62.

FERNÁNDEZ, G.S. (2009). Análisis de la Sostenibilidad Agraria Mediante Indicadores Sintéticos: Aplicación Empírica para Sistemas Agrarios de Castilla y León. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. España. 252 pp.

GARFÍ, M; FERRER-MARTÍ, L; BONOLI, A; TONDELLI, S. (2010). Multi-criteria analysis for improving strategic environmental assessment of water programms. A case study in semi-arid region of Brazil, Journal of Environmental Management, Volume 92, Issue 3. Pages 665-675.

GIOVANNINI G., 1994. The effect of fire on soil quality. Em: *Soil erosion as a consequence of forest fires*. Eds. Sala M. y Rubio J.L. Geoderma, pp. 15-27.

HOWELER, R.H. (2002). Cassava Mineral Nutrition and Fertilization. In-Cassava: biology, production and utilization. (Ed. R.J. Hillocks; J.M. Thresh and A.C. Bellotti.) Cabi Publishing, Wallingford, UK. pp. 115.

IBGE (2012). Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**.** [on line]. Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=99&z=t&o=11&i=P .
[2 de abril de 2012].

IBGE (2008). Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**.** [on line]. Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=99&z=t&o=11&i=P .
[2 de abril de 2010].

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (1992). Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Séries Manuais Técnicos em Geociências, n. 1. Rio de Janeiro. pp. 92.

INPE (2013). Imagem de Satélite Landsat 5. MSS & Sensor Thematic Mapper(TM), Órbita 217, Ponto 071, Datum WGS-84, Resolução espacial de 30m. Banda Pancromática 4. Faixa espectral 0,76-0,90 μm. Data da passagem em 4/08/2008. [on line]. Disponível em: http://www.dgi.inpe.br/CDSR/. [22 de março de 2013].

INPE (2013). Imagem de Satélite Landsat 5. MSS & Sensor Thematic Mapper (TM), Órbita 217, Ponto 070, Datum WGS-84, Resolução espacial de 30m. Banda Pancromática 3. Faixa espectral 0,63-0,69 μm. Data da passagem em 6/02/2001.
Disponível em: [http://www.dgi.inpe.br/CDSR/]. [22 de março de 2013].

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (2006). Manual de Obtenção de Terras e Perícia Judicial. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Brasília-DF. pp. 137.

LEIHNER, D. (2002). Agronomy and Cropping Systems. In-Cassava: biology, production and utilization. (Ed. R.J. Hillocks; J.M. Thresh and A.C. Bellotti.) Cabi Publishing, Wallingford, UK. 93 pp.

LÓPEZ-RIDAURA, S. (2005). Multi-Scale Sustainability Evaluation: A framework for the derivation and quantification of indicators for natural resource management systems. PhD Thesis. University of Wageningen. 201 pp.

MAIA, M (2005). Zoneamento Geoambiental do Município de Vitória da Conquista-Ba: Um Subsídio ao Planejamento. Master. Universidade Federal da Bahia (UFBA). Salvador. 196 pp.
MALAVOLTA, E; VITTI, G. C; OLIVEIRA, S. A.(1997). Avaliação nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. POTAFOS. Piracicaba. São Paulo. 319 pp.

MARQUES, J.J. 2005. Uso de Lenha e Uso de Lenha e Combustíveis Alternativos Combustíveis Alternativos nos Fornos das Casas de nos Fornos das Casas de Farinha. Unit. Sergipe. 19 pp.

MATAIX-SOLERA, J. (1999). Alteraciones físicas, químicas y biológicas en suelos afectados por incendios forestales. Contribución a su conservación y regeneración. Ph.D. thesis, University of Alicante. Alicante. 121 pp.

Met Office (2013). Beaufort wind force scale. [on line]. Disponível em: http://www.metoffice.gov.uk/weather/marine/guide/beaufortscale.html. [4 de maio de 2013].

MMA - Ministério do Meio Ambiente (2013). Download de Dados Geográficos. [on line]. Disponível em: http://mapas.mma.gov.br/i3geo/pacotes/kmlmapserver/kmlservice.php?map=aapd&typename=aapd&request=kml. [4 de março de 2013].

MMA - Ministério do Meio Ambiente (2013). Download de Dados Geográficos. [on line]. Disponível em: http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm#. [10 de março de 2013].

MORITANI, S; YAMAMOTO, T; ANDRY, H; INOUE, M; NISHIMURA, T; FUJIMAKI, H; KIMURA, R; SAITO, H (2011). Monitoring of Soil Surface under Wind and Water Erosion by Photogrammetry. (Ed. Prof. Jorge Colman Lerner). Arid Land Research Center, Tottori University. Japan. 462 pp.

OLIVEIRA, E (2012). Expansão da Eucaliptocultura no Planalto de Conquista. Singularidades no Processo de Implantação da Monocultura. Thesis. Universidade Federal de Sergipe. Sergipe. 384 pp. [In Portuguese].

POELKING, E. L.; LAUERMANN, A.; DALMOLIN, R. S. D (2007). Imagens CBERS na geração de NDVI no estudo da dinâmica da vegetação em período de estresse hídrico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Anais. Florianópolis. INPE. pp. 4145-4150.

Projeto RADAMBRASIL (1981). Levantamento de Recursos Naturais Folha Sd-24-Salvador. IBGE & Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro. 234 pp.

ROSS, J. L. S.; ROSA, M. R (1999). Aplicação de SIG na Geração de Cartas de Fragilidade. Revista do Departamento de Geografia, n.13. São Paulo. pp. 77-106.

ROSS, J. L. S (1996). *Geomorfologia:* ambiente e planejamento. Contexto. São Paulo. pp. 85.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W (1973). Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, 3, Washington, 1973. Proceedings. Washington: NASA, 1974, v.1, pp.309-317.

SEI. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (2013). *Base cartográfica digital-Estado da Bahia:* mapeamento topográfico sistemático*.* Salvador: SEI. Folha *Topográfica S-D-24-Y-A-VI (Vitória da Conquista).* Escala 1:100.000.

SEI. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (2013). *Base cartográfica digital-Estado da Bahia:* mapeamento topográfico sistemático. Salvador: SEI, 2001. Folha *Topográfica S-D-24-Y-C-II (Belo Campo).* Escala 1:100.000.

SEI. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (2013). *Base cartográfica digital-Estado da Bahia:* mapeamento topográfico sistemático. Salvador: SEI, 2001. Folha *Topográfica S-D-24-Y-C-V (Cândido Sales).* Escala 1:100.000.

SEI. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (2013). *Base cartográfica digital-Estado da Bahia:* mapeamento topográfico sistemático. Salvador: SEI, 2001. Folha *Topográfica S-D-24-Y-A-V (Tremedal).* Escala 1:100.000.

SILVA, I.T.; DA SILVA, I.M.O.; ROCHA, B.R.P. (2002). Geração de energia a partir de resíduos de mandioca para agricultura familiar no Estado do Pará. [on line]. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022002000200005&script=sci_arttext. [30 de abril de 2009].

SKIDMORE, A (2003). Introduction. In- Environmental Modelling with GIS and Remote Sensing. (Ed. Skidmore, A) .Taylor & Francis. New York. pp.3-4.

ROLIM, G. S; SENTELHAS, P.C (1999). Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite & Mather (1955). Piracicaba. ESALQ. Software Planilha Excel.

Sadler, B., & Verheem, R. (1996). SEA: Status, Challenges and Future Directions, Report 53. Spatial Planning and the Environment, Ministry of Housing. Netherlands: the Hague.

SAUVENIER, X.; VALCKZ, J.; van CAUWENBERGH, N.; WAUTERS, E.; BACHEV, H.; BIALA, K.; BIELDERS, C.; BROUCKAERT, V.; GARCIA CIDAD, V.; GOYENS, S.; HERMY, M.; MATHIJS, E.; MUYS, B.; VANCLOOSTER, M. y PEETERS, A. (2006). Framework for Assessing Sustainability Levels in Belgian Agricultural Systems – SAFE. Part 1: Sustainable Production and Consumption Patterns. Final Report - SPSD II CP 28. Belgian Science Policy, Brussels. 125 pp.

SEI. (2010). Estatística dos municípios baianos. Publicações SEI. Salvador, Bahia. 449 pp.

TRICART, J (1977). Ecodinâmica. IBGE- SUPREN. Rio de Janeiro.pp. 91.

SILVA, V.B.D.S (2008). Modelo Multicritério de Decisão em Grupo para Recuperação da Bacia do Rio Jaboatão em Pernambuco. Master. Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 124 pp. [In Portuguese].

SILVA, F.C DA; EIRA, P.A; BARRETO,W. DE O; PÉREZ, D.V; SILVA,C.A (1998). Análises Químicas para a Avaliação da Fertilidade do Solo: Métodos usados na EMBRAPA SOLOS.
Documentos N° 3. *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Centro Nacional de Pesquisa de Solos*. Rio de Janeiro. 40 pp.

THERIVEL, R. (2010). Strategic Environmental Assessment in Action. Earthscan. London, Washington, D.C. 366 pp.

ÚBEDA. X. (2001). Influencia de la intensidad de quemado sobre algunas propiedades del suelo después de un incendio forestal. Edafología. 8, 41-49.

ÚBEDA, X. 1998. Efectes de les diferents intensitats de foc, Durant els incendis forestals, en els paràmetres físics i químics del sòl i en l'increment de l'escolament i l'erosió. Ph.D. thesis, University of Barcelona, Barcelona, Spain.

VAN CAUWENBERGH, N.; BIALA, K.; BIELDERS, C.; BROUCKAERT, V.; FRANCHOIS,L.; GARCIA CIDAD, V.; HERMY, M.; MUYS,B.; REIJNDERS, J.; MATHIJS, E.; SAUVENIER, X.; VALCKX, J.;VANCLOOSTER,M.; VAN DER VEKEN.; WAUTERS, E.; PEETERS, A. (2007). SAFE—A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. Agriculture, Ecosystems & Environment**,** 120 (2-4): 229-242.

VEIGA, A.J.P (2010). Sustentabilidade Urbana, Avaliação e Indicadores: Um Estudo de Caso Sobre Vitória da Conquista – Ba. Thesis. Universidade Federal da Bahia. Salvador. 283 pp.

VERMEIREN, L.; JOBLING, G. A (1997). Irrigação localizada. Estudos FAO & Irrigação e drenagem, 36. Campina Grande, UFPB. 184 pp.

WORLD WIND ENERGY ASSOCIATION. World Wind Energy Report 2010: Wind Power Worldwide. 2010. [on line]. Disponível em: www.wwindea.org. [01 mar. 2013].

3. AVALIAÇÕES DA SUSTENTABILIDADE E SUA RELAÇÃO COM AS QUESTÕES ESTRATÉGICAS DA CADEIA DA MANDIOCA

3.1 CADEIA PRODUTIVA DA MANDIOCA: OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO E RECURSOS NATURAIS

Neste capítulo adotou-se o conceito de territorialização da paisagem (Mata&Taroja,2006), entendido como o reconhecimento de que cada território se manifesta paisagisticamente numa fisionomia singular e dinâmica e em plurais imagens sociais, fazendo da paisagem um aspecto importante da qualidade de vida da população. A paisagem é de fundamental importância para a ordenação do território:

> A paisagem é antes de tudo o resultado da relação sensível das pessoas com o seu entorno percebido. Por isso mesmo a paisagem é também o elemento de afinidade e de identidade territorial. Não se pode dissociar-se paisagem e gestão do território. Os modelos territoriais, em diferentes escalas devem reconhecer e gestionar os valores da paisagem em sinergia com as políticas setoriais (Mata &Taroja,2006).

A região Sudoeste da Bahia possui 39 municípios. O centro de toda esta região é a cidade de Vitória da Conquista que forma juntamente com outros municípios uma microrregião sudoeste. Esta microrregião inclui os municípios de Vitória da Conquista, Cândido Sales e Tremedal e Belo Campo, objetos geográficos desta tese e localiza-se dentro dos biomas Caatinga e Mata Atlântica. As fotos da área da pesquisa evidenciadas na figura 87, mostra o tipo de paisagem agrícola desta microrregião.

Figura 87. Paisagem de área da pesquisa ligada aos biomas Caatinga e Mata atlântica.



Fonte: Elaboração própria.

Para Oliveira (2012)**,** a intervenção humana na microrregião sudoeste da Bahia ocorreu para a implantação da monocultura de café, das lavouras de subsistências, das pastagens aliada à retirada de madeira para o fornecimento de lenha para a produção de carvão. Nas áreas mais áridas se criaram condições ecológicas propícias ao estabelecimento da Caatinga e do Cerrado sendo que algumas áreas já apresentam fisionomia bastante típica de uma outra formação com características de transição entre a Caatinga e a Mata de Cipó[1], bem definida. O processo de avanço sobre as matas e as atividades agrícolas e extrativistas aliado à urbanização levou as florestas da região a serem derrubadas. Este autor ainda acrescenta que os dados levantados dão conta de que existia em 1975 na microrregião de Vitória da Conquista, 2.632 km^2 de "matas naturais". Em 1976, os remanescentes de Mata de Cipó ocupavam 965km^2, com manchas variando entre de 10 a 15 km^2. Cerca de 55% das Florestas Estacionais, originais de Belo Campo, foram perdidas no período de 1975 a 1983. Em termos preservacionistas, Oliveira relata que os remanescentes de florestas de Conquista ainda se encontra em boa parte restritas a pequenos fragmentos isolados, com poucas áreas concentradas maior do que 500 ha. Em relação à mandioca, o seu plantio também se verifica em paralelo com a destruição das florestas. No município de Tremedal, os plantios de mandioca se concentram no distrito de Lagoa Preta. O município de Cândido Sales tem as propriedades de plantio de mandioca não só nos distritos de Quaraçu, Lagoa Grande e Cercadinho, mas também em áreas próximas da sede, sugerindo que a atividade do plantio e beneficiamento da mandioca se dissemina uniformemente em todo o município. Em Vitória da Conquista, o principal local de plantio é o distrito de Dantilândia. O modelo 3D da figura 88 indica o mapa físico da área de pesquisa apresentando os municípios, relevo, a localização das propriedades agrícolas e a escala de altitude.

[1] Nome regional da Floresta Estacional Latifoliada Caducifólia não Espinhosa.

Figura 88. Municípios da Pesquisa, Relevo, Propriedades Amostradas e Escala de Altitude.



Fonte: Elaboração própria.

A figura 88, mostra os municípios da pesquisa, com as propriedades agrícolas incluídas (pequenos pontos vermelhos) situados em relevos que quando confrontados com a escala de altitudes apresentam variações de plano a suavemente ondulados, predominante na maior parte da área de pesquisa, porém fortemente ondulado nas áreas em vermelho dos municípios de Tremedal e Vitória da Conquista e também nos limites fronteiriços entre as cores amarelas e verdes dos municípios da pesquisa. As altitudes médias variam de 500m acima do nível do mar a elevações superiores a 1000m nas áreas em vermelho.

De acordo com Santos (2007), a ocupação das terras da microrregião sudoeste foi iniciada entre o final do século XVIII, através de esporádicas incursões de desbravadores paulistas e mineiros, a partir do Estado de Minas Gerais, e de baianos procedentes da capital do Estado, Salvador. De forma diferente do que aconteceu no Litoral, o modo de ocupação desta Região decorreu, basicamente do sistema de sesmaria[2], onde porções do território foram desmembradas seguidamente para serem doadas a pessoas influentes da sociedade colonial.

No século atual, a maioria das povoações surgidas originou-se de grandes fazendas desmembradas das antigas sesmarias. À época do início da ocupação, as melhores terras localizadas no litoral eram reservadas para a cana-de-açúcar, enquanto as terras da microrregião sudoeste em virtude de não ter boa fertilidade foram ocupadas com a atividade da pecuária. Devido às longas distâncias do litoral, as fazendas desenvolveram uma estrutura produtiva baseada na agricultura com objetivos alimentares.

Santos (2007) destaca o fato dos proprietários residirem nas suas fazendas em vista da importância atribuída à propriedade nessa área, derivada justamente da intensa circulação de boiadas vacunas, as quais se utilizavam das pastagens naturais para a recuperação dos animais visando à caminhada para o litoral. A fazenda de gado, além da atividade criadora (produtora), funcionava também como entreposto comercial (aluguel de pastos, fornecimento de gêneros alimentícios a vaqueiro, estadia, etc.). Daí a fazenda ter assumido um papel importante e catalisador, substitutiva em grande parte das vilas do litoral. Na microrregião sudoeste, tanto as primeiras povoações quanto às cidades surgidas no século passado se originaram a partir das antigas construções erguidas pelos proprietários nas sedes destas fazendas de pecuária. Convém assinalar que a pecuária implantada predominantemente em toda esta microrregião foi a atividade que mais promoveu a ocupação e o povoamento deste espaço. Somente a partir da terceira ou quarta década do século XX é que a Região Sudoeste, em função de expansão da demanda de carne em Salvador, Feira de Santana e outros

[2] Terras que o rei de Portugal doava aos novos colonizadores, com a promessa de cultivo.

mercados consumidores, passaram de fato a desenvolver criações próprias de bovinos, se constituindo, portanto, numa região de pecuária.

Anteriormente, esta atividade na microrregião sudoeste se caracterizava como sendo de circulação, isto é, os pastos naturais e os currais existentes eram utilizados pelas boiadas provenientes de áreas denominadas de Alto Sertão, com destino a Salvador e ao Recôncavo Baiano. Até a década de 1960, a maior parcela da zona rural desta área ainda era ocupada por pastagens, pela agricultura de subsistência e pelo cultivo de mamona e de mandioca.

Conforme a Bahia em Foco (2010), a colonização desta região foi feita de forma sangrenta com o massacre dos povos indígenas que habitavam nestes locais. Dentre as tribos indígenas que habitavam esta microrregião existiam os Mongoyós. Estes índios eram donos de uma beleza física e uma elegância nos gestos que os distinguiam dos demais. Tinham o hábito de depilar o corpo e de usar ornamentos feitos de penas, como os cocares. Praticavam o artesanato, a caça e a agricultura. O trabalho também era dividido de acordo com os gêneros. As mulheres Mongoyós eram tecelãs. A arte, com caráter utilitário, tinha importância para esse povo. Eles faziam cerâmicas, bolsas e sacos de fibras de palmeira que se destacavam pela qualidade. Os Mongoyós eram festivos, tinham grande respeito pelos mais velhos e pelos mortos.

De acordo com Câmara (1999) o príncipe alemão Maximiliano de Wied-Neuwied visitou em 1817, a região de Vitória da Conquista e registrou durante a sua visita o teor de uma conversa estabelecida com o intendente capitão João Gonçalves da Costa, no qual este expõe com naturalidade a morte dos índios Mongoyós por não aceitarem à sujeição dos conquistadores:

> "Finalmente depois de ter concluído um acordo com aqueles selvagens e começado a constituir o seu estabelecimento, notou que os seus soldados diminuíam dia para dia; acabou por saber que os índios os atraíam cada qual por sua vez, no interior da mata, sob um pretexto qualquer, e aí os matavam. Depois de ordenar a seus homens que tivessem as armas prontas, convidou todos os selvagens para um banquete e enquanto confiadamente se entregavam à alegria, foram cercados de todos os lados e quase todos mortos. Depois disso os selvagens se embrenharam na mata e o arraial conseguiu repouso e segurança". (Câmara,1999).

Pode-se dizer então que a ocupação das terras da microrregião sudoeste da Bahia se deu com a pecuária, mas se iniciou pelo genocídio de diversos povos indígenas, dentre os quais se podem citar os Mongoyós, subgrupo Kamakãs, Ymborés (ou Aimorés) e em menor escala os Pataxós, cada um deles com sua língua e ritos religiosos. Parte dos Pataxós que conseguiu sobreviver aos massacres se refugiou na mata atlântica na região sul da Bahia.

A microrregião sudoeste se desenvolveu a partir da década de 1950 e início de 60 com a construção da rodovia BR 116, denominada Rio - Bahia que articulou esta região com as demais do país (ver figura 89).

Figura 89. Mapa da microrregião sudoeste da Bahia indicando articulação com outras regiões do país.



Fonte: SEI (2010).

Em relação à infraestrutura de rodovias, a figura 89 mostra que esta microrregião é bem conectada por sistemas de rodovias, tendo além do mais dois terminais aéreos, localizados em Vitória da Conquista e Encruzilhada, vizinho à Cândido Sales.

Santos (2007) referindo-se à configuração espacial escreve que a microrregião sudoeste da Bahia, em virtude do seu modo de ocupação (grandes fazendas) e do sistema

socioeconômico predominante (pecuária), desenvolvido ao longo do processo de formação da Região, apresenta-se ainda como uma área onde existem grandes vazios demográficos. Para este autor, até a década de 1970, a população rural predominante estava localizada no sudoeste. Em 1980, os dados revelaram um relativo equilíbrio entre a população rural e urbana, embora já assinalassem uma tendência à urbanização que se consolidaria nos anos seguintes. No censo de 1991, a taxa de urbanização regional foi de 60%, tornando evidente o deslocamento populacional no sentido campo-cidade, em consonância com o que ocorreu no Estado da Bahia, no mesmo período, e no país nas décadas de 70 e 80. Os dados de 2000 confirmam um declínio da população rural e a consolidação da urbanização no âmbito regional. O movimento migratório que provocou a urbanização no Estado e na Região se fez de forma mais lenta que o movimento de urbanização nacional. Enquanto, em 1980, a população urbana do país já era mais expressiva do que a população rural, a Região e o Estado apresentavam taxas de urbanização inferiores a 50%. Somente a partir de 1991, é que se registrou um maior afluxo humano nas cidades da Região e do Estado, conforme se pode ver na tabela abaixo (Ver tabela 34).

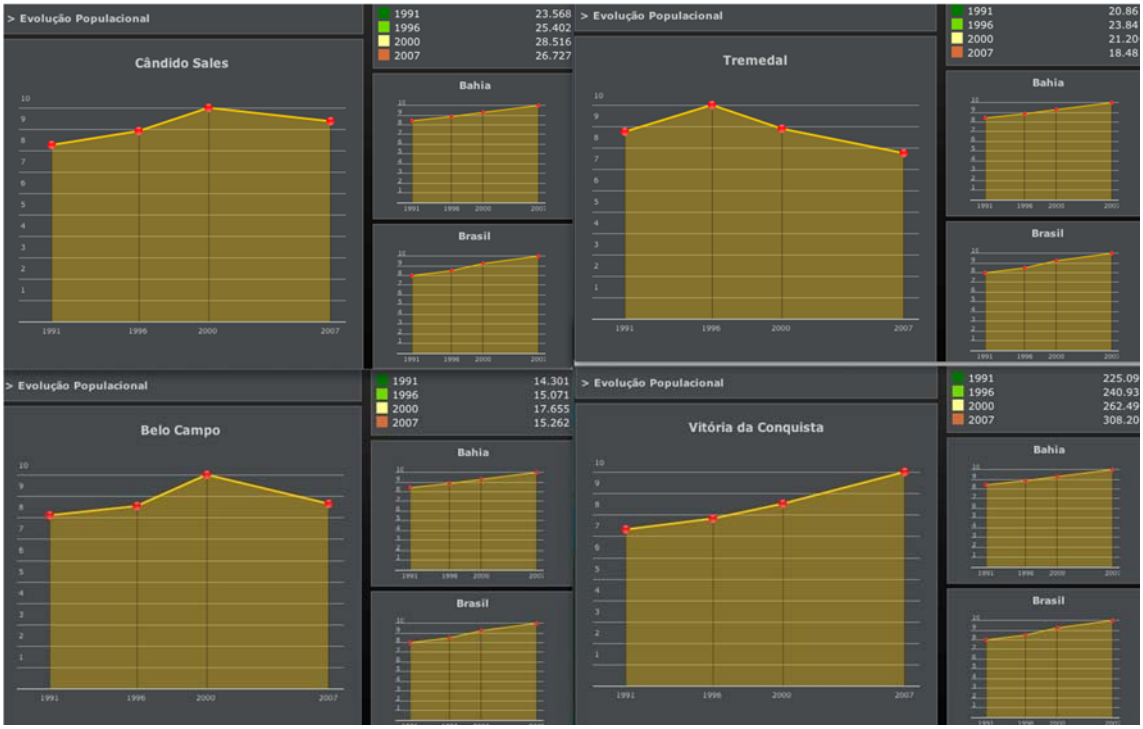
Tabela 34. Região Sudoeste da Bahia - População total, urbana, rural e taxas de urbanização 1991/2000.

Especificação	**1991**		**1996**		**2000**	
	Sudoeste	Estado	Sudoeste	Estado	Sudoeste	Estado
População total	1.009.757	11.867991	1.110.603	12.541.745	1.135.362	13070250
População urbana	607.743	7.016.770	683.393	7.826.843	741291	8772348
População Rural	402.014	4.851.221	427.210	4.714.902	394071	4297902
Taxa de urbanização	60,19	59,12	61,53	62,40	65,29	67,12

Fonte: Santos (2007).

Quando se seleciona, entretanto, os quatro maiores municípios produtores de mandioca da microrregião sudoeste da Bahia, quanto à evolução populacional, o município de Vitória da Conquista se consolida como um eixo de atração urbana, ao contrário dos demais que sofrem decréscimo populacional. A figura 90 compara a evolução populacional entre os quatro municípios citados.

Figura 90. Evolução populacional comparativa entre os municípios produtores de mandioca de Cândido Sales, Belo Campo, Tremedal e Vitória da Conquista.



Fonte: IBGE (2012).

Dos quatro municípios da figura 90, apenas Vitória da Conquista mostrou aumento populacional. Os outros três indicaram declínio. Uma das razões possíveis para o declínio populacional destes municípios é o fluxo migratório, uma vez que as economias dos três municípios em descenso populacional é pouco diversificada, baseada significativamente na agricultura e principalmente no cultivo da mandioca. Ver tabela 35.

Tabela 35. Quadro comparativo dos municípios de Belo Campo, Cândido Sales, Tremedal e Vitória da Conquista em relação às variáveis cultura, área plantada, área colhida, quantidade produzida e valor recebido.

Município	Cultura	Área plantada (ha)	Área colhida	Quantidade produzida	Unidade - t	Valor	Unidade
Belo Campo	cana-de-açúcar	12	12	540		46,00	R$1000
	feijão	550	550	33		35,00	R$1000
	mamona	60	60	10		6,00	R$1000
	mandioca	600	600	9300		1302,00	R$1000
	milho	300	300	15		6,00	R$1000

Cândido Sales	cana-de-açúcar	50	50	3000		270,00	R$1000
	feijão	250	250	33		39,00	R$1000
	mandioca	5500	5500	66.000		9.240,00	R$1000
	milho	150	150	18		8,00	R$1000
Tremedal	cana-de-açúcar	27	27	1350		119,00	R$1000
	Coco-da-baía	5	5	50	1000frutos	18,00	R$1000
	feijão	1180	1180	89		97,00	R$1000
	mandioca	820	820	9.840		1.378,00	R$1000
	milho	2500	2500	250		100,00	R$1000
Vit. da Conquista	abacaxi	6	6	150	1000frutos	90,00	R$1000
	banana	500	500	5000		3100,00	R$1000
	café	10.000	10.000	6.600		23.760,00	R$1000
	cana-de-açúcar	24	24	1.200		96,00	R$1000
	feijão	12.700	12.700	1.270		1391,00	R$1000
	laranja	20	20	200		40,00	R$1000
	mamão	10	10	240		187,00	R$1000
	mandioca	400	400	4000		560,00	R$1000
	maracujá	100	100	1.500		1350,00	R$1000
	milho	2000	2000	288		114,00	R$1000
	urucum	9	9	8		12,00	R$1000

Fonte: SEI (2010).

De acordo com a observação da tabela 35, exceto Vitória da Conquista, todos os outros três municípios dependem do cultivo da mandioca para agregar valor econômico em suas respectivas localidades.

Em relação à disponibilidade de energia elétrica, os municípios objetos desta pesquisa têm acesso às fontes de energia elétrica. A tabela 36, exemplifica o consumo de energia por classes nos quatro municípios produtores de mandioca da microrregião sudoeste da Bahia.

Tabela 36. Consumo de energia elétrica por classes nos municípios produtores de mandioca de Belo Campo, Tremedal, Cândido Sales e Vitória da Conquista.

Município	Classe	Quantidade (Unid)
Belo Campo	Residencial	4721
	Pública	143
	Rural	907

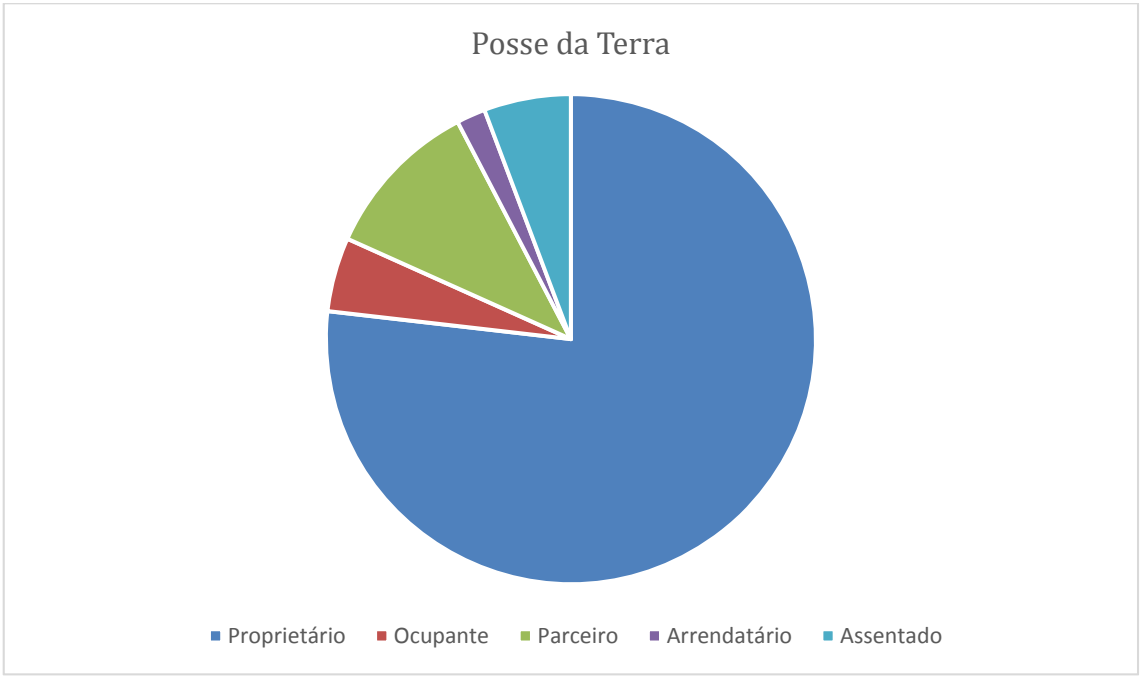
	Comercial	306
	Industrial	40
	Rural	758
	Pública	293
Cândido Sales	Residencial	8024
	Industrial	53
	Comercial	522
	Pública	163
	Residencial	4469
Tremedal	Industrial	13
	Comercial	238
	Rural	1010
	Outros	1
	Residencial	102484
	Pública	940
Vitória da Conquista	Outros	6
	Rural	4091
	Comercial	8747
	Industrial	911

Fonte: SEI (2010).

Pela observação da tabela 36, pode-se inferir algumas conclusões importantes sobre os municípios citados. A atividade industrial é maior em Vitória da Conquista, seguida por Cândido Sales. Neste município a atividade industrial se baseia essencialmente nas indústrias de processamento de mandioca, uma vez que o mesmo é o maior produtor de raiz e de produtos processados desta microrregião. O consumo de energia na área rural permite inferir que a diversificação de cultivos é maior em Vitória da Conquista, seguida por Tremedal e Belo Campo quando comparadas com Cândido Sales. Efetivamente neste último município o cultivo da mandioca é uma monocultura exercida principalmente por pequenos agricultores de baixa renda. Raciocínio similar pode levar à dedução de que a atividade comercial de Cândido Sales, excetuando-se Vitória da Conquista, é maior do que os outros dois municípios.

Quanto à posse da terra pode-se dizer que quase não há problemas fundiários nesta região. O perfil de posse da terra da microrregião sudoeste é mostrado na figura 91.

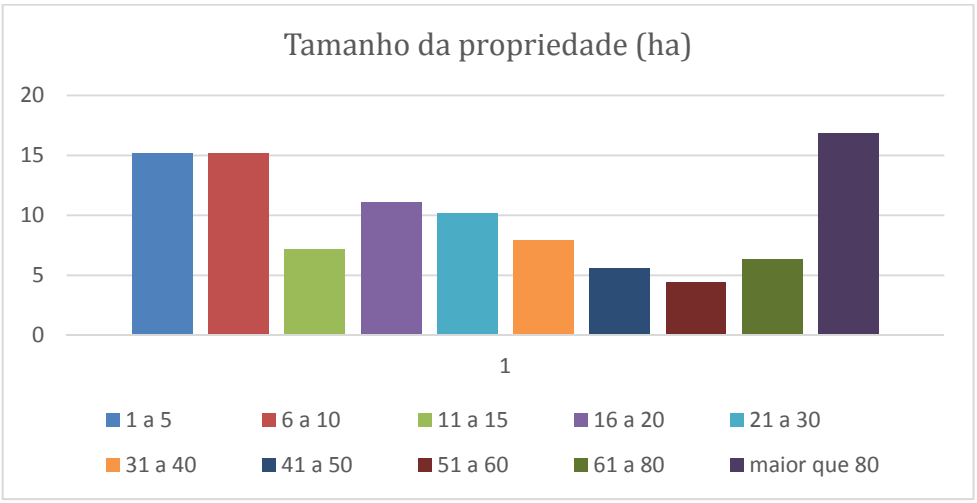
Figura 91. Perfil da posse da terra na microrregião sudoeste da Bahia.



Fonte: Coopasub (2005).

A figura indica que quase 80% das terras são de proprietários legalizados; aproximadamente 5% correspondem a ocupantes que são invasores ilegais que não detém a escritura da terra. 10% ocupam a terra em sistema de parceria, enquanto os arrendatários e assentados estão abaixo dos 10%%. Esta última categoria é instalada em áreas destinadas à reforma agrária por órgãos do Estado. O tamanho das propriedades é visto na figura abaixo.

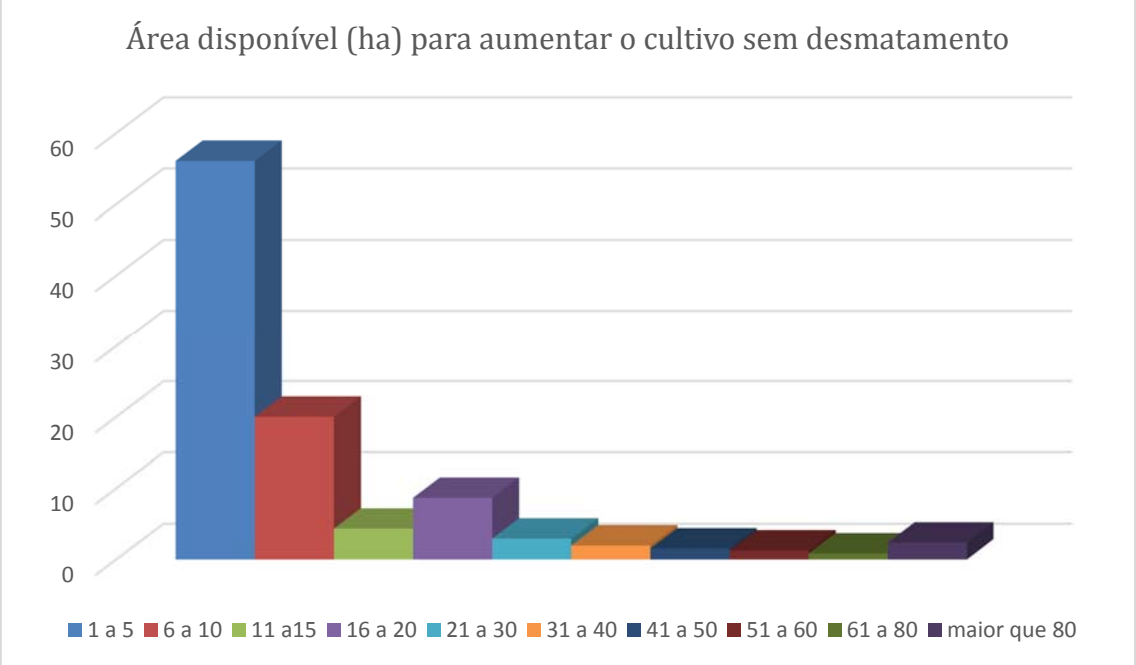
Figura 92. Tamanho da propriedade (ha) na microrregião sudoeste da Bahia.



Fonte. Coopasub (2005).

Quase 30% das propriedades estão abaixo de 10 ha e aproximadamente 16% das propriedades têm uma área acima de 80 ha. Pode-se considerar que há uma distribuição uniforme entre os tamanhos das áreas, no entanto, aqueles agricultores que possuem áreas menores do que 10 ha têm maior dificuldade de produção, caso se leve em conta o pequeno número de plantios sucessivos dentro da mesma área com a diminuição da fertilidade do solo, dentre outros fatores que podem indisponibilizar parcelas significativas das áreas disponíveis para plantio. Este perfil de distribuição das áreas, no entanto, pode pressionar às matas nativas no sentido de ampliar novas áreas para o cultivo da mandioca, como se pode ver na figura abaixo.

Figura 93. Tamanho de área disponível para plantio de mandioca sem desmatamento em ha, de agricultores da microrregião sudoeste da Bahia.

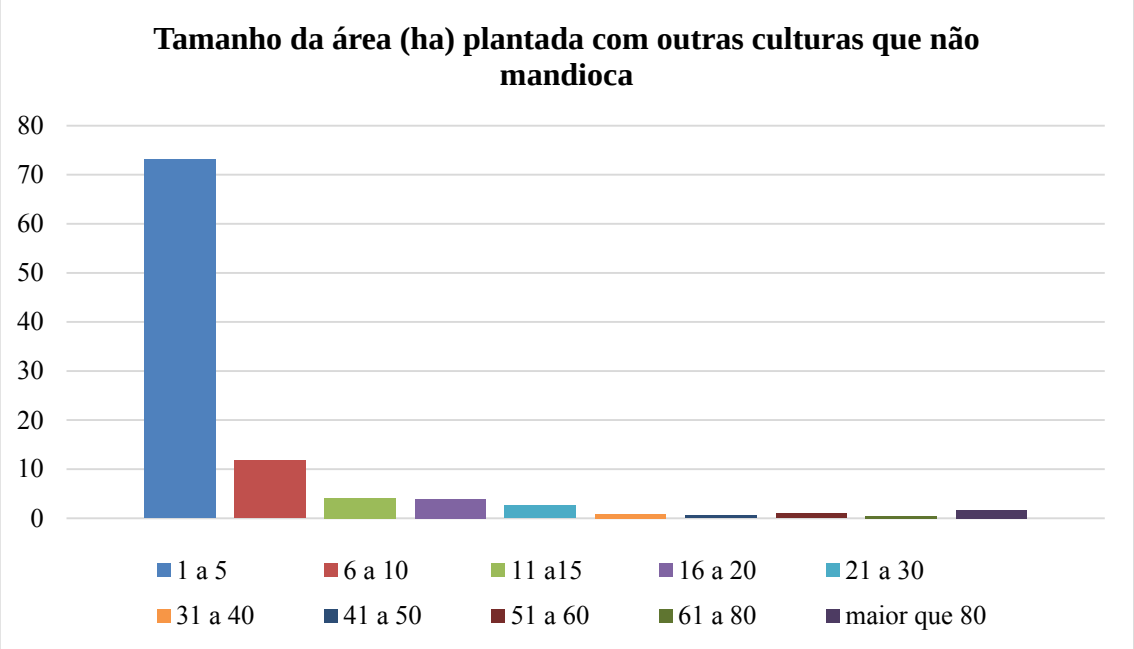


Fonte. Coopasub (2005).

O tamanho da área disponível, conforme a figura 93, em mais de 50% se reduz a menos de 5 ha e 20% entre 6 e 10 ha. A disponibilidade de áreas com tamanhos maiores vai se reduzindo drasticamente e se pode inferir que as possibilidades de se usar a mata nativa para plantio de mandioca podem aumentar para áreas acima de 10 ha.

O tamanho da área plantada com outras culturas é mostrada na figura 94.

Figura 94. Tamanho de área plantada com outras culturas agrícolas que não mandioca, em ha, de agricultores da microrregião sudoeste da Bahia.



Fonte: Coopasub (2005).

Pela observação da figura, mais de 70% das áreas cultivadas possuem áreas de 1 a 5 ha, o que mostra que o produtor de mandioca diversifica os seus cultivos em áreas pequenas.

Os dados de geosistema dos quatro principais municípios produtores de mandioca da microrregião sudoeste são apresentados na tabela 37.

Tabela 37. Dados de geosistema dos quatro principais produtores de mandioca da microrregião sudoeste da Bahia.

Município	**Altitude (m)**	**Latitude**	**Longitude**	**Área (km^2)**	**Distância da capital (km)**
Belo Campo	819	-15° 02’ 18”	-41° 15’ 35”	608,594	576
Cândido Sales	627	-15° 30’ 18”	-41° 14’ 21”	1.301,378	598
Tremedal	530	-14° 58’ 33”	-41° 24’ 39”	1.779,422	595
Vit.da Conquista	923	-14° 51’ 58”	-40° 50’ 22”	3.204, 257	503
Municípios	**Clima**	**Vegetação**	**Geologia**	**Relevo**	
Cândido Sales	Subsumido a seco	Floresta estacional decidual	Arcóseos Depósitos Eluvionares e Coluvionares Gnases Metatexitos	Piemonte Oriental do Planalto de Vitória da Conquista Planalto dos Geraizinhos	

Tremedal	Semiárido Subsumido a seco	Caatinga arbórea aberta sem palmeiras Floresta estacional decidual	Quartzo-Feldspático Depósitos Eluvionares e Coluvionares Gnaisses Granitóides Metassititos Metatexitos Micaxistos	Patamares do Médio Rio de Contas; Pediplano do alto Rio Pardo; Planalto dos Geraizinhos
Vit.da Conquista	Semiárido, subsumido a seco Úmido	Caatinga arbórea aberta sem palmeiras Floresta estacional decidual		Patamares do Médio Rio de Contas; Pediplano sertanejo; Piemonte Oriental do Planalto de Vitória da Conquista Planalto dos Geraizinhos

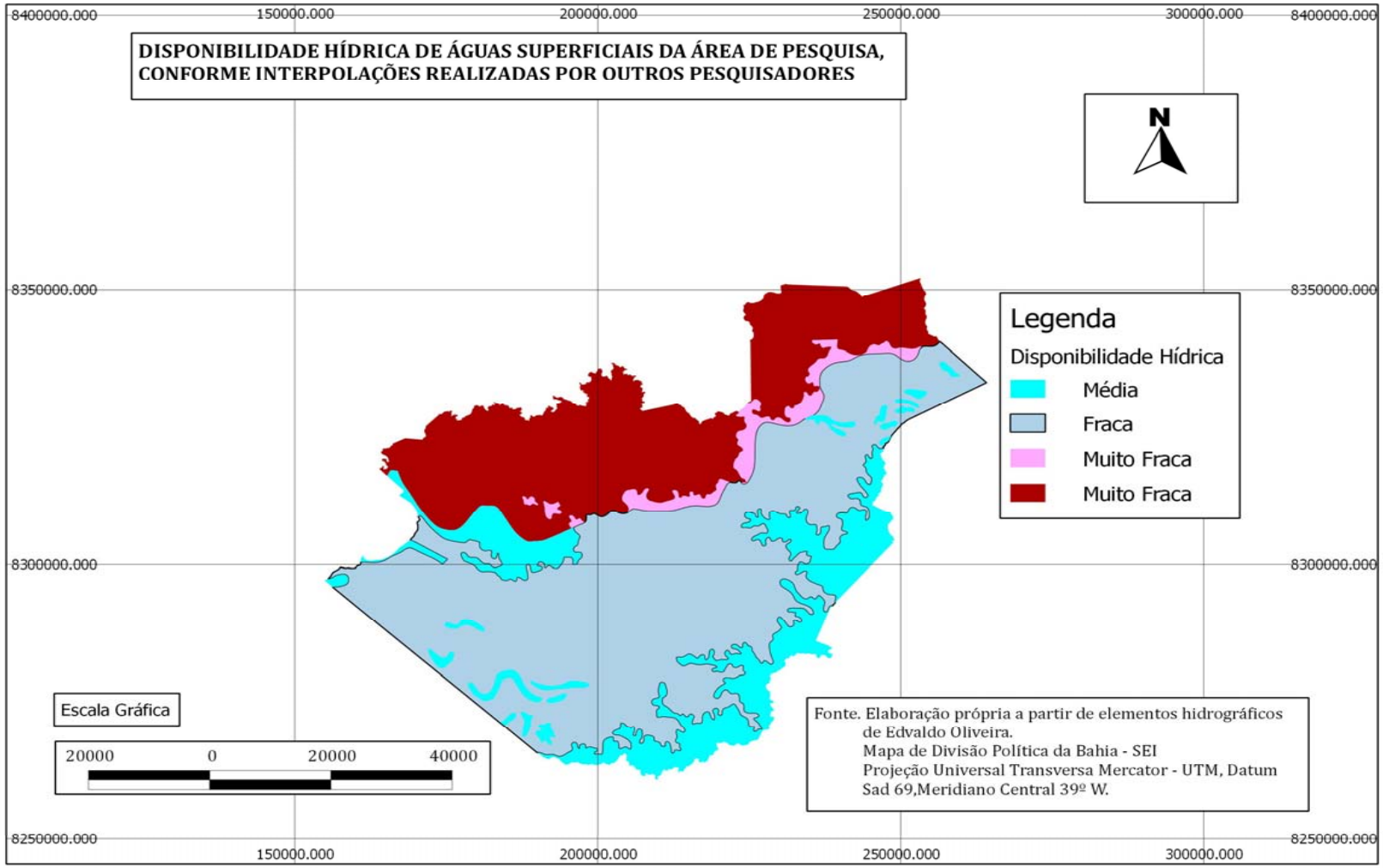
Fonte. SEI (2010).

Pode-se observar pela tabela 37 que há uma mescla de vegetação em cada município pertencente a biomas diferentes: bioma caatinga e mata atlântica (floresta estacional). Em relação às altitudes a tabela considera a medição na sede de cada município.

Em relação a pluviometria existe poucos estudos nesta região e os dados são frequentemente aproximativos. O mapa da figura abaixo foi elaborado pelo autor da tese a partir de compilação de elementos hidrográficos de Oliveira (2012). Este autor precede a elaboração do seu mapa justificando que: "as dificuldades são muitas**,** ao se elaborar um mapa da pluviometria a partir da compilação dos diversos mapas de clima e isoietas dos municípios da microrregião sudoeste**,** mesmo com o trabalho de campo, dadas as especificidades da climatologia e da meteorologia".

Quando se observa a figura 95, pode-se ver que com exceção da faixa marginal com disponibilidade hídrica média, as demais áreas variam entre a classificação fraca e muito fraca. Estes dados apresentados, entretanto, devem ser considerados com cautela, pois não são baseados em séries históricas e nem em análises estatísticas das distribuições pluviométricas anuais ao longo dos meses do ano. Na seção de pluviometria desta tese se discutirá com profundidade estas questões.

Figura 95. Mapa de disponibilidade hídrica de águas superficiais da área da pesquisa.



Fonte. Elaboração própria a partir de elementos hidrográficos de Edvaldo Oliveira.

As precipitações médias anuais, por município, PIB e densidade demográfica, são apresentados na tabela 38.

Tabela 38. Precipitação média anual, PIB e densidade demográfica dos municípios produtores de mandioca de Vitória da Conquista, Cândido Sales, Tremedal e Belo Campo

Município	**Precipitação média anual (mm)**	**PIB/per capita 2010**	**Hab/km^2 (2007)**	**Hab/km^2 (2010)**
		A preços correntes (1000R$)		
Vitória da Conquista	854,5	11.323,35	96,19	99,53
Cândido Sales	767,4	3.846,66	20,54	17,25
Tremedal	761,5	3.706,97	10,39	10,36
Belo Campo	767,4	3.982,55	25,06	25,47

Fonte: SEI (2010).

As precipitações pluviométricas médias anuais se caracterizam pela distribuição irregular com o maior índice alcançado em Vitória da Conquista com 976 mm anuais. Não é incomum ocorrer períodos sem chuvas nos municípios de Tremedal e Cândido Sales de até 1 ano. Quanto ao Produto Interno Bruto (PIB), Vitória da Conquista detém o maior PIB per capita e os demais municípios têm praticamente o mesmo perfil. Em relação à densidade demográfica, houve em Cândido Sales redução da densidade sugerindo êxodo da população do município. A densidade populacional maior está no município de Vitória da Conquista.

Quando se compara o mapa da pobreza entre os quatro maiores municípios produtores de mandioca da microrregião sudoeste da Bahia, de acordo com o último levantamento feito no Brasil pelo IBGE(2003), tem-se a seguinte situação.

Tabela 39. Mapa adaptado da pobreza e desigualdade comparando os índices dos quatro maiores municípios produtores de mandioca da microrregião sudoeste da Bahia: Cândido Sales, Vitória da Conquista, Tremedal e Belo Campo.

	Cândido Sales	**Vitória da Conquista**	**Tremedal**	**Belo Campo**
Incidência da Pobreza (%)	52,78	39,06	30,44	54,49
Limite Inferior de Incidência da Pobreza (%)	44,53	30,81	20,23	44,57
Limite Superior da Incidência da Pobreza (%)	61,02	47,32	40,65	64,40
Incidência da Pobreza Subjetiva (%)	57,81	40,84	44,76	64,35
Limite Inferior da Incidência da Pobreza Subjetiva (%)	51,83	35,39	38,70	56,26
Limite Superior da Incidência da Pobreza Subjetiva (%)	63,79	45,29	50,81	72,44
Índice de Gini	0,38	0,47	0,35	0,38
Limite Inferior do Índice de Gini	0,35	0,45	0,31	0,34
Limite Superior do Índice de Gini	0,41	0,50	0,39	0,42

Fonte: IBGE(2003).
Índice de Gini Brasil(2008) = 0,544.

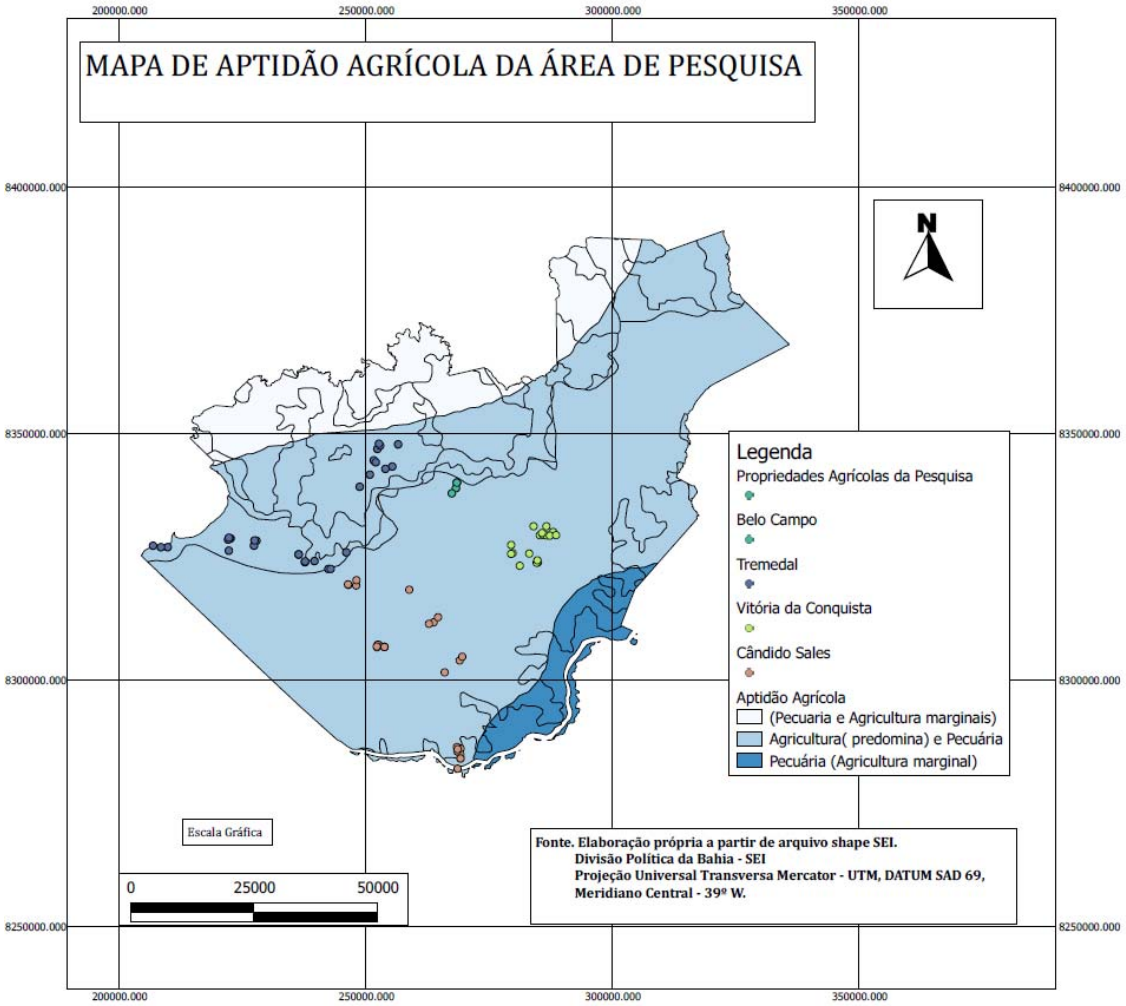
A figura mostra que Tremedal, em 2003, era o município com menor incidência de pobreza. Da mesma forma o índice Gini que mede a desigualdade coloca o município de Tremedal como o menos desigual entre os quatro produtores de mandioca, superior inclusive ao índice do país (0,544). Todos os quatro municípios, porém, exibem índices elevados de pobreza.

3.1.1 Ocupação territorial da microrregião sudoeste da Bahia com o eucalipto

Algumas características territoriais são importantes nas áreas de plantio de mandioca estudadas nesta pesquisa. Não existe nenhum plano de ocupação e estruturação do território e nem plano de uso do solo. Devido à ausência de planejamento territorial os cultivos de eucaliptos têm sido plantados nos municípios desta pesquisa em largas extensões de terras

sem nenhum tipo de zoneamento agrícola. Os mapas estaduais existentes, entretanto, refletem apenas a aptidão agrícola. Ver figura 96.

Figura 96. Mapa de aptidão agrícola da área da pesquisa.



Fonte: Elaboração própria.

Pela observação da figura 96, a área da pesquisa tem solos predominantes para a agricultura (em azul claro) vindo a pecuária em segundo lugar. Na feição em azul escuro, a pecuária predomina tendo a agricultura como atividade marginal. Na feição em branco, tanto a agricultura como a pecuária são atividades marginais.

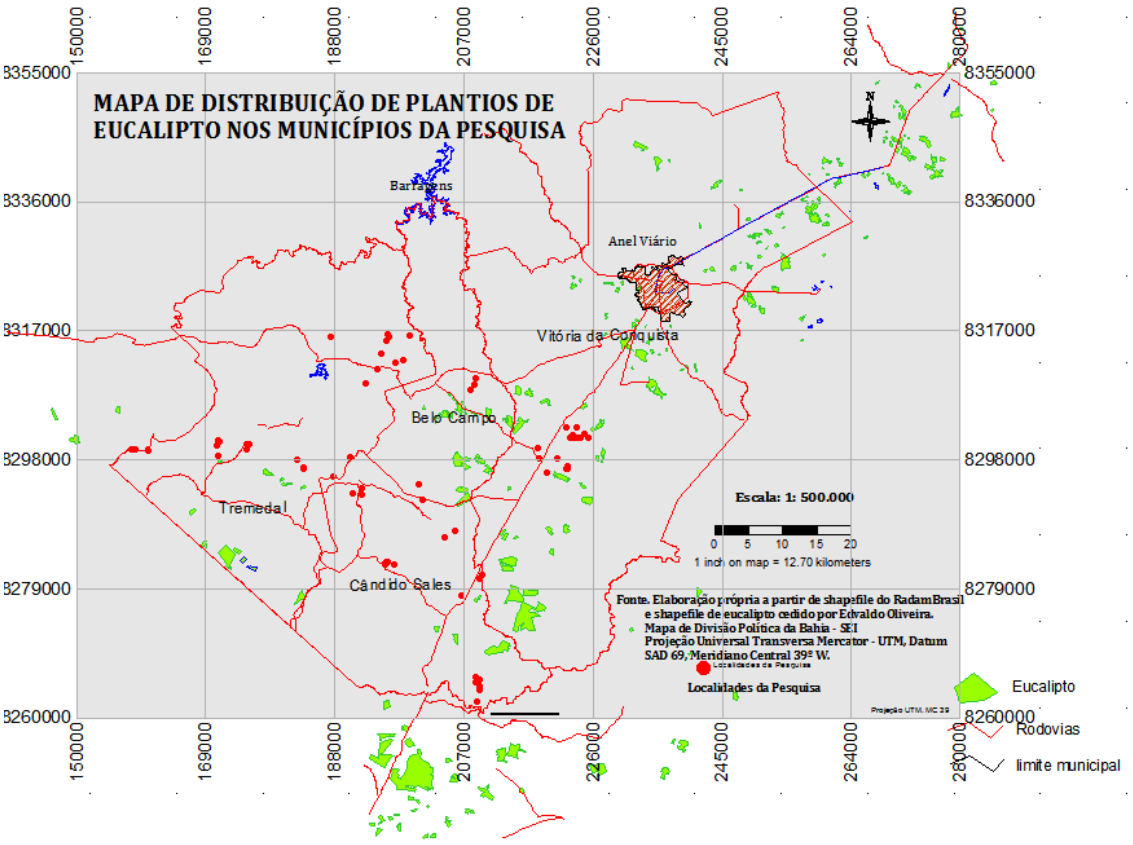
O Projeto de Reflorestamento no Sudoeste da Bahia, UESB/FADCT (2006), apoia a implantação do eucalipto nesta microrregião, à medida que:

> A expansão do reflorestamento nas condições aqui previstas, se bem que com fins de ampliar a oferta de matéria prima às indústrias locais e atender a demanda regional para produção de energia, busca simultaneamente e numa primeira instância repor as

> florestas naturais da Região submetidas a desmatamentos e ocupar os solos regionais com opção agrícola esgotada, ou seja, os denominados solos secundários que apresentam baixo custo de oportunidade. (FADTC/UESB, 2006).

Para Oliveira (2012), a expansão da eucaliptocultura na microrregião sudoeste da Bahia é baseada nos argumentos de recuperação de áreas de pastagens degradadas e de redução da pressão sobre as florestas nativas. A ampliação da base industrial, o desenvolvimento do Polo Moveleiro, a demanda por carvão vegetal para as siderúrgicas no Estado de Minas Gerais, as notícias de lucro em médio prazo, a disponibilidade de crédito e a política de incentivo tecnológico pelas instituições de pesquisa, aliadas à localização geográfica levaram agricultores a investir e destinar áreas para o plantio de eucalipto. O mapa representando a expansão deste cultivo nos municípios da pesquisa, com os respectivos pontos de amostragem dos agricultores de mandioca (pontos vermelhos), é mostrado na figura 97.

Figura 97. Mapa de distribuição de plantios de eucaliptos nos municípios da pesquisa e pontos de amostragem dos agricultores de mandioca.



Fonte: Elaboração própria a partir de shapefile cedido por Oliveira (2012).

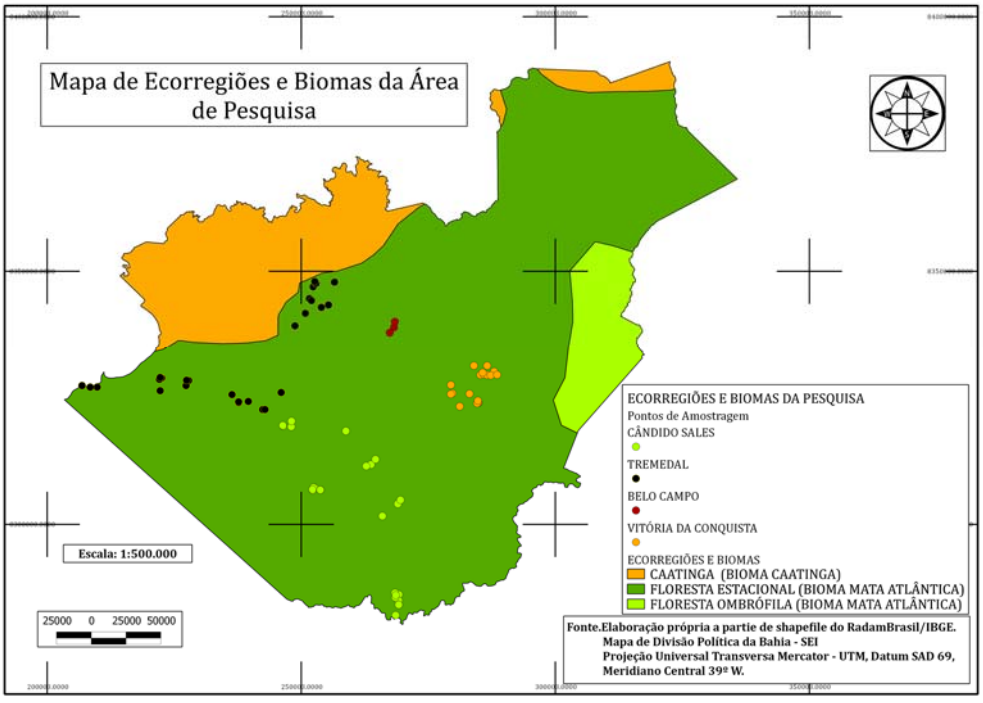
Oliveira (2012), argumenta que o eucalipto chegou à microrregião sudoeste da Bahia em meados da década de 1990, numa estrutura agrária de pequenas e médias propriedades, com ênfase na agricultura familiar. Não houve um grande projeto apoiado na grande empresa e por consequência o avanço da eucaliptocultura não afetou profundamente a estrutura fundiária regional uma vez que foi efetivado pelo proprietário local, pela via do fomento florestal e investimentos pessoais. Os resultados da pesquisa deste autor apontam que a ausência de um grande projeto reduziu a ocupação contínua e manteve a pequena e média propriedade que em parte se inseriram no processo de expansão do eucalipto.

3.1.2 Recursos Naturais da Microrregião Sudoeste da Bahia

- Bioma

Os municípios da pesquisa desta tese se inserem, na sua maior parte (Vitória da Conquista, Belo Campo e Cândido Sales), no bioma mata atlântica, compreendendo duas ecorregiões: 1.Floresta Estacional; 2. Floresta Ombrófila e em menor parte no bioma caatinga, tendo como ecorregião a vegetação de caatinga. A figura 98 exemplifica esta classificação.

Figura 98. Ecorregiões e Biomas da Área da Pesquisa e localização das propriedades agrícolas.



Fonte. Elaboração própria a partir de shapefile do RadamBrasil/IBGE.

As características e detalhamentos destas ecorregiões e biomas são apresentados na figura 102.

De acordo com o IBGE (2005), o setor da escarpa do planalto de Vitória da Conquista apresenta-se com relevo muito dissecado, com topos em patamares planos, verticalmente cortados pela drenagem, gerando vales profundos em "V", com rampas muito íngremes e grotões úmidos, onde se desenvolve a Floresta Ombrófila. Nos setores com relevo mais favorável, a vegetação natural foi substituída pela cafeicultura, até onde permite a altitude (abaixo de 700 m, a área é considerada inapta para o seu pleno desenvolvimento). Para baixo, observa-se intenso desmatamento para produção de lenha e carvão, com consequente introdução da criação de gado. Não obstante, todos os pontos de amostragem se situam em áreas semiáridas, conforme se pode ver em outras seções desta tese.

- Recursos Hídricos e Vegetação

Dentre os recursos hídricos da microrregião sudoeste da Bahia, o município de Vitória da Conquista tem a peculiaridade de apresentar um rio urbano no qual não consta nos mapas estaduais e que é também largamente desconhecido entre a população do município. Ver Figura 99.

Figura 99. O Rio Verruga no município de Vitória da Conquista



Fonte: Veiga (2010).

O rio Verruga, tem a sua nascente na Reserva Florestal do Poço Escuro, localizado no Parque Municipal Urbano da Serra do Peri-Peri, na cidade de Vitória da Conquista. O seu principal afluente é o rio Santa Rita que atravessa o bairro e local de maior concentração do Brasil, de unidades de processamento de raiz de mandioca, denominado de Campinhos (ver figura 100). Neste local o rio sofre a contaminação por despejo do efluente líquido originado do processamento da raiz de mandioca, conhecido como manipueira, que é jogado diretamente no rio.

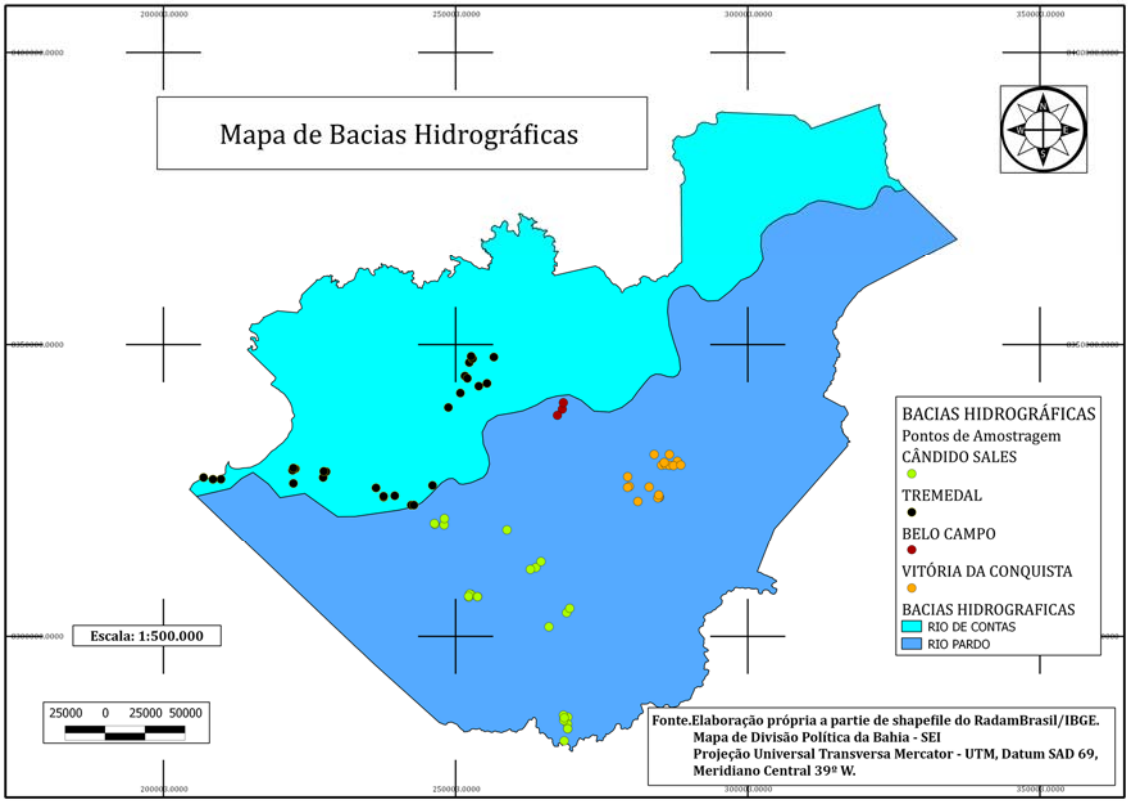
Figura 100. O Rio Santa Rita, afluente do rio Verruga, com o bairro dos Campinhos nas adjacências.



Fonte: Imagem do satélite CBERS 2B, sensor HRC, retirado de Veiga (2010).

As bacias hidrográficas da microrregião sudoeste da Bahia são apresentadas na figura 101.

Figura 101. Bacias hidrográficas da área de pesquisa da tese e propriedades agrícolas amostradas.



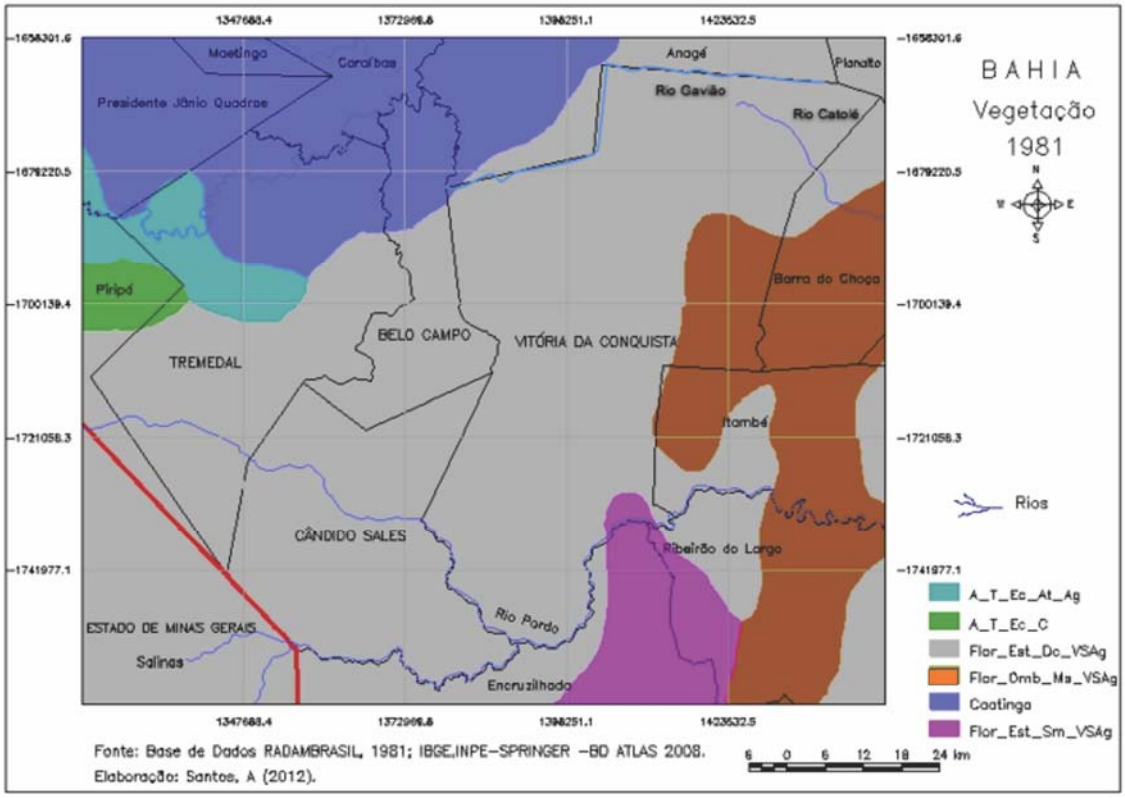
Fonte. Elaboração própria.

Conforme indica a figura 101, duas bacias hidrográficas formam os municípios produtores de mandioca da pesquisa: A Bacia do Rio Pardo e a de Rio de Contas. Dos quatro principais produtores de mandioca desta microrregião: Cândido Sales, Vitória da Conquista, Belo Campo e Tremedal, a bacia do Rio Pardo incluem os três primeiros municípios, enquanto a bacia de Rio de Contas está no âmbito do município de Tremedal. Estas bacias originam três rios (apresentados na figura 102): pardo, catolé e gavião. Entretanto, as áreas de produção de mandioca não são beneficiadas diretamente por nenhuma das duas bacias. Em relação aos elementos hidrográficos tem-se o rio Pardo que passa pelo município de Cândido Sales e é utilizado basicamente para agricultura irrigada com a cultura do feijão. As áreas agrícolas próximas a este rio são as mais valorizadas economicamente e são de propriedades, no geral, de pessoas com perfis econômicos elevados, muitas vezes moradores de outras localidades. Não se planta mandioca próxima ao rio Pardo. Quando se analisa a distribuição

dos elementos hidrográficos nesta microrregião se observa que estes têm distribuição irregular deixando áreas com extensos vazios hídricos. Desta forma se entende o motivo da mandioca nesta microrregião ser muitas vezes a única opção de plantio.

A figura 102 apresenta esta situação, indicando também a classificação quanto ao tipo de vegetação existente nos municípios da microrregião sudoeste da Bahia.

Figura 102. Municípios produtores de mandioca da microrregião sudoeste da Bahia mostrando a bacia do rio pardo e a classificação dos tipos de vegetação existentes.



Fonte. Elaboração própria.

Legenda:
1.A_T_Ec_At_Ag – Área de Tensão Ecológica (áreas de transição climática, que também podem coincidir duas formações geológicas diferentes) com Agricultura
2. A_T_Ec_C - Área de Tensão Ecológica com Culturas Cíclicas
3.Flor_Est_DC_VSAg – Floresta Estacional Decidual e Vegetação Secundária com Agricultura: Apresenta dois estratos, sendo que o superior possui menor adensamento de árvores, que podem atingir 30 metros de altura e o inferior mais denso com altura em torno de 20 metros.
4.Flor_Omb_Ma_VSAg – Floresta Ombrófila e Vegetação Secundária com Agricultura: As árvores apresentam estratos que variam entre 20 e 30 metros.
5.Flor_Est_Sm_VSAg - Floresta Estacional Semidecidual e Vegetação Secundária com Agricultura: Condicionado pela dupla estacionalidade climática: uma tropical, com época de intensas chuvas de verão seguidas por estiagens acentuadas; e outra subtropical, sem período seco.

A vegetação, de acordo com o IBGE (2005) é caracterizada nos municípios produtores de mandioca da microrregião sudoeste da Bahia por fanerófitas espinhentas e cactáceas, sendo, em certos locais, associada à Floresta Estacional, resultando numa vegetação uniforme

de baixo porte, muito densa e que forma um emaranhado de difícil penetração. O mapa apresenta também a localização dos três rios existentes nesta microrregião: pardo, gavião e catolé. Estes rios delimitam as áreas agrícolas e os plantios existentes, selecionando os cultivos irrigados e os não irrigados como ocorre com o cultivo da mandioca. Este mapa também apresenta os enormes vazios hídricos existentes nas áreas de cultivo de mandioca.

3.2 GERAÇÃO DE FLUXOS RESIDUAIS ORIUNDOS DO PROCESSAMENTO DA RAIZ DE MANDIOCA

3.2.1 A Manipueira

A manipueira é um dos mais importantes resíduos líquidos oriundos de culturas agrícolas. Ao mesmo tempo em que detém um grande potencial de uso, ainda não estudado em profundidade, ela é também um agente poluidor.

De acordo com Pinho (2007), a manipueira é o resíduo líquido gerado nas indústrias de processamento de mandioca, resultante da prensagem da massa ralada para produção de farinha e do processo de extração e purificação da fécula. A manipueira difere em volume e composição conforme se origine de farinheiras ou de fecularias, se classificando em dois tipos:

- Manipueira ou água vegetal – Corresponde à água de constituição da raiz, extraída durante a prensagem da massa ralada, na fabricação de farinha (ver figura 103).
- Água de extração da fécula – Corresponde a água de constituição da raiz diluída com a água da extração da fécula.
- A figura abaixo exibe o processo de produção da manipueira numa casa de farinha.

Figura 103 - Prensagem da massa ralada e obtenção de manipueira numa casa de farinha. Lagoa Grande, vila de Cândido Sales-Ba.

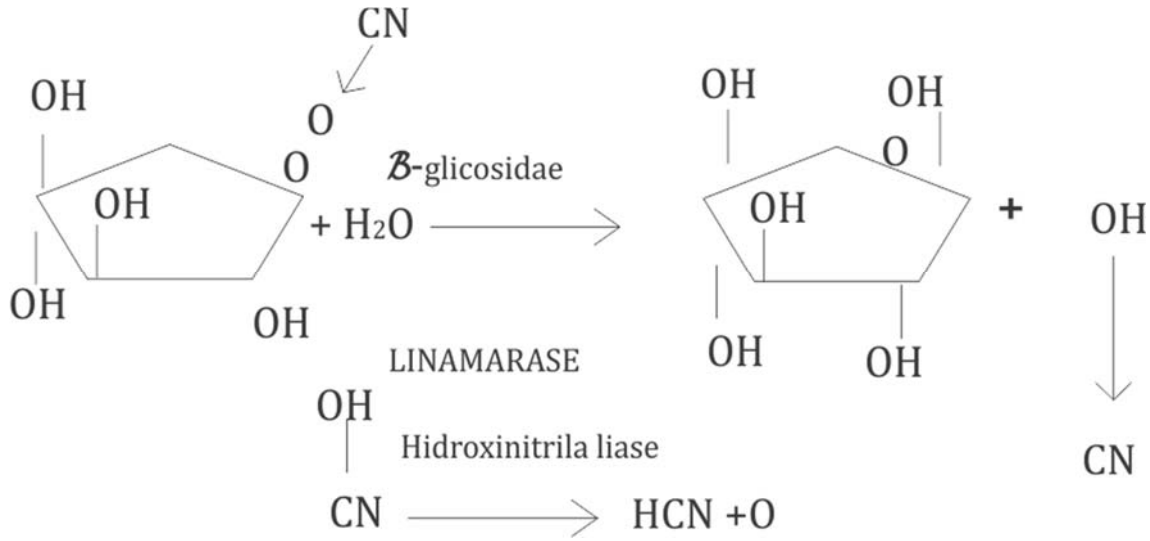


Fonte: Elaboração própria.

A manipueira é gerada na proporção aproximada de 300 L/t de raiz processada para produzir 250 kg de farinha (Cereda, 1994).

Ribas (2003) descreve a mandioca como uma planta que acumula glicosídeos cianogênicos dos quais o principal é a linamarina, que é hidrolisada enzimaticamente por uma β-glicosidase, denominada linamarase. Esta enzima se encontra separada da linamarina quando o tecido está intacto, mas quando o tecido é dilacerado a reação enzimática ocorre, com condições ótimas de 25ºC e pH entre 5,5 e 6,0, mas a hidrólise pode também ser realizada por enzimas microbianas ou ainda por agentes físicos e químicos. Figura 104.

Figura 104. Esquema da cianogênese da mandioca a partir da linamarina.



Fonte: Adaptado de Ribas (2003).

Como consequência da ação enzimática ocorre redução do teor de linamarina, com liberação de HCN, que é tóxico. Segundo Brito Filho (1988), a ação tóxica para animais é explicada pela afinidade entre o cianeto e o ferro, promovendo a combinação da hemoglobina para formar a cianohemoglobina. Os sintomas de intoxicação surgem segundos após a ingestão de cianetos ou inalação de ácido cianídrico e doses elevadas são fatais em alguns minutos. A ação cáustica causa ardores na boca, língua e estômago e provocam náuseas, ocorrendo perda dos sentidos, convulsões e estado de coma. O último período da intoxicação é caracterizado pelo relaxamento muscular, perda do pulso e tônus cardíaco (Ribas, 2003).

A manipueira é um dos resíduos mais prejudiciais ao ambiente, não só por possuir elevada Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), como também pela alta concentração de ácido cianídrico.

A composição química da manipueira referida na literatura é apresentada na tabela 40.

Tabela 40. Composição química da manipueira, conforme dados da literatura disponível.

Variáveis		CEREDA (1994)	FERNANDES JÚNIOR (1995)	BARANA (1996)	BARANA (2000)
mg/L	DQO	63.000	69.300	60.000	62.300
mg/L	Cianeto total	444,00	206,33	140,7	112,2
	Potássio	1863	2810	3800	1972
	Enxofre	195	78	200	60
	Magnésio	405	290	600	326
	Ferro	15,3	7,0	6,4	12,4
	Cobre	1,1	1,2	1,4	3,1
	Zinco	4,0	3,0	5,0	32,5
	Manganês	3,7	3,3	3,5	2,2

Fonte: Barana (2000).

Observação: Os valores de sódio disponível são de 51,7 mg/ L (Silva, 2008).

Conforme explica Flores (2008), a análise de DQO mede a capacidade de consumo de oxigênio pela matéria orgânica presente na água residuária e é expressa como a quantidade de oxigênio consumido pela oxidação química, no teste específico. A DQO é usada como uma medida de oxigênio equivalente do conteúdo de matéria orgânica da amostra, que é susceptível a oxidação por um oxidante químico forte, como o dicromato.

Enquanto a DBO corresponde à quantidade de oxigênio necessária para a metabolização da matéria biodegradável por organismos vivos ou por suas enzimas, nas condições do ensaio.

A DQO é muito útil quando utilizada conjuntamente com a DBO para observar a biodegradabilidade de despejos, uma vez que o poder de oxidação do dicromato de potássio é maior do que o resultado mediante a ação de microrganismos. Desta forma, os resultados da DQO de uma amostra são superiores aos da DBO. Como na DBO mede-se apenas a fração biodegradável, quanto mais este valor se aproximar da DQO significa que mais biodegradável será o efluente. Mas valores muito elevados desta relação indicam grandes possibilidades de insucesso, uma vez que a fração biodegradável torna-se pequena, tendo-se ainda o tratamento biológico prejudicado pelo efeito tóxico sobre os microrganismos exercido pela fração não biodegradável. A manipueira se enquadra nesta situação.

3.2.2 Possíveis usos da manipueira

- O Uso da Manipueira na Alimentação Animal

Dos municípios do estudo, em Cândido Sales, no distrito de Lagoa Grande, ocorre uma experiência de alimentação animal com manipueira. Em Lagoa Grande um criador de bovinos usa a seguinte experiência prática: deixa o ácido cianídrico contido na manipueira volatizar-se por quatro dias em repouso, na sombra. Em seguida elimina a espuma que se formou na camada superior do recipiente, assim como a camada que sofreu sedimentação e finalmente, retira a manipueira com regador e a coloca num cocho, na proporção de cinco litros por animal, numa fase considerada de adaptação. Uma semana depois a dosagem por animal é dobrada. Para ovinos e caprinos, o produtor usa meio litro por dia, podendo chegar até 1 litro diário. Os cuidados a serem observados, de acordo com o produtor, são os seguintes: 1-acostumar os animais; 2-não selecionar animais fracos e vacas prenhas; 3-oferecer apenas a manipueira pura; 4-não fornecer a manipueira logo após tomar água. Ver figura 105.

Figura 105. Animais bebendo manipueira, em propriedade da vila de Lagoa Grande, município de Cândido Sales-Ba.



Fonte. Elaboração própria.

- O Uso da Manipueira em Fertiirrigação

Em Vitória da Conquista e Cândido Sales existe o uso, por parte de produtores individuais, da manipueira para a fertilização. Nenhum dos agricultores, no entanto, conhece a necessidade de se retirar a carga orgânica poluidora, usando a manipueira biodigerida antes de se aplicar ao solo, devido ao risco de contaminação dos corpos d'água.

- Outras aplicações

Muitas tentativas de agregar valor econômico à manipueira têm sido propostas, considerando o seu uso como fertilizante (Vieites, 1998), herbicida (Fioretto,1985), inseticida (Ponte et al., 1992), nematicida (Ponte & Franco, 1981; Sena & Ponte, 1982) e biosurfactantes (Santos et al., 2000). Outra forma de utilização seria como substrato para o crescimento de microrganismos, com exemplos na produção de células ricas em óleo, produção de proteína microbiana, aromas (Damasceno, 1998), além do biogás (Lacerda, 1991; Barana, 2000). No I Simpósio Nacional da Manipueira, realizado em Vitória da Conquista-Ba, entre 2 e 4 de setembro de 2009, foi mostrado na prática o uso da manipueira para fabricação de tijolos a frio, sem necessitar passar pelo processo da "queima" que é feita à base de lenha das matas; vinagre e sabões também foram fabricados durante o período deste seminário.

3.2.3 Poluição de corpos d'água causados pela manipueira

Para Barana (2000), este resíduo requer soluções sociais e econômicas por parte das indústrias. Quando as soluções não estão disponíveis, os efluentes são despejados geralmente em rios ou no solo, causando impacto ambiental sério.

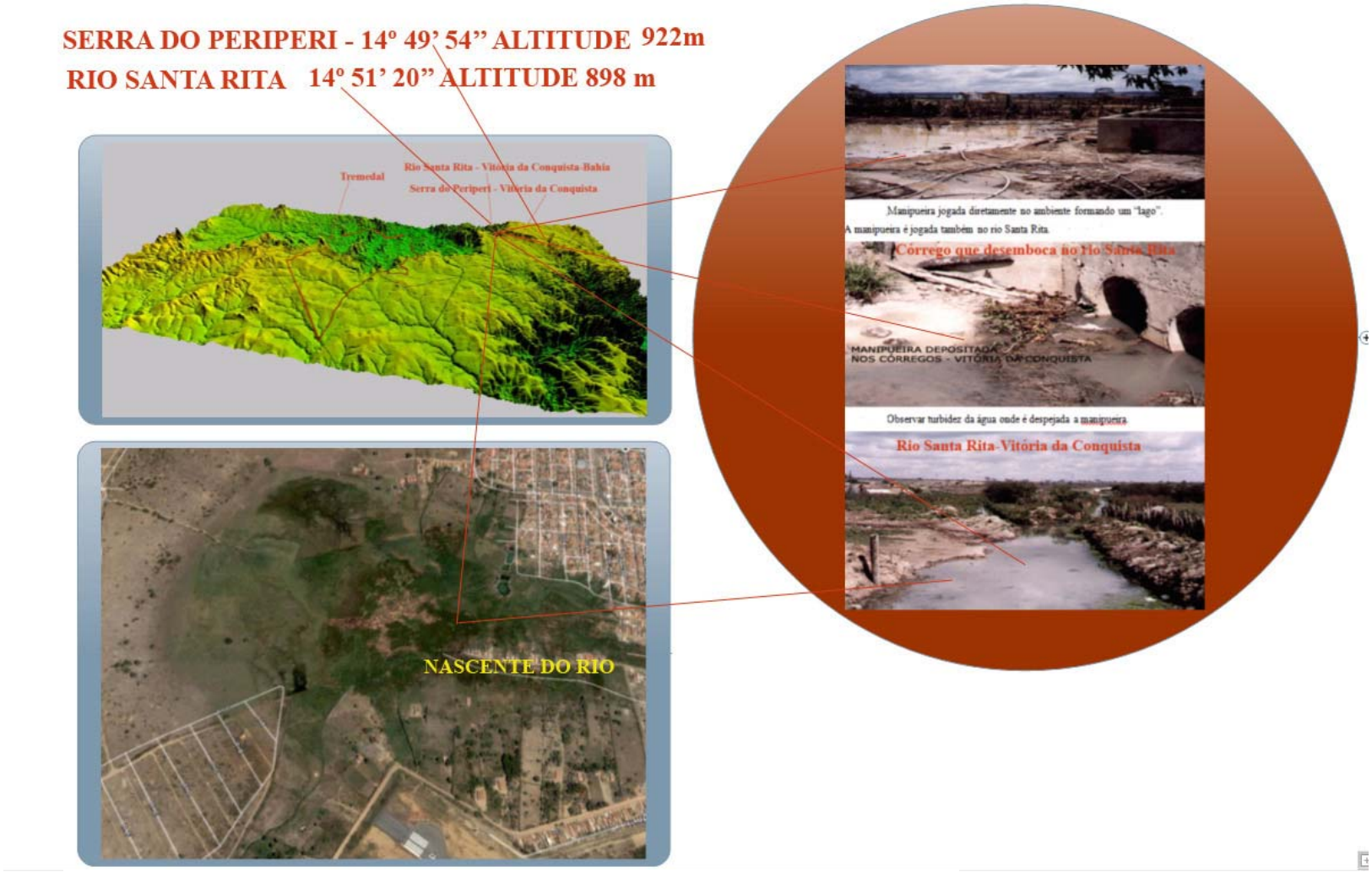
- Estudo de caso: Poluição do rio Santa Rita causado por despejo da **manipueira oriunda do processamento de raiz de mandioca por indústrias.**

O rio Santa Rita em Vitória da Conquista atravessa dois bairros, da cidade de Vitória da Conquista, denominados de Simão e Campinhos, que são os locais que têm a maior concentração de casas de farinha do Brasil. As duas localidades possuem aproximadamente 6.000 pessoas com 150 casas produtoras de farinha gerando 1.000 empregos diretos, além de inúmeros empregos indiretos originados nas áreas de plantio e na da comercialização dos produtos.

Nas duas localidades citadas a manipueira tem agido de três formas básicas: a) restringindo à atividade econômica por limites físicos de espaço destinado à produção; b) poluindo diretamente a bacia do rio Santa Rita; c) tornando o local de produção insalubre pela exposição direta dos moradores ao resíduo despejado abundantemente no ambiente circundante.

A figura 106 mostra o cenário de poluição gerado pela manipueira despejada diretamente no rio Santa Rita pelos processadores de mandioca destes bairros.

Figura 106. Despejo de manipueira no rio Santa Rita, em Vitória da Conquista.



Fonte: Elaboração própria a partir do GlobalMapper 13.0 e Google Earth.

Para investigar a poluição deste rio, o autor desta pesquisa procedeu à coleta da água do rio à jusante, para análise físico-química. Os resultados são os apresentados na tabela 41.

Tabela 41. Análise físico-química da água do rio Santa Rita, em Vitória da Conquista, Bahia. 2001.

RESULTADOS	
Cloretos (Cl)	780 mg/L
DBO	243 mg/L
DQO	63.560 mg/L
Dureza total ($CaCO_3$)	3000 mg/L
Turbidez (NTU)	2530 NTU

Fonte: Embasa (2001).

Os dados da tabela 41 quando comparados com os padrões vigentes de emissão de efluentes mostram um alto grau de poluição do rio, águas sob aportes de manipueira, como se pode ver pela comparação com os valores padrões da legislação em vigor, abaixo.

Tabela 42. Padrões de emissão das águas para o processamento de efluentes líquidos da mandioca.

1) ATIVIDADES INDUSTRIAIS: BENEFICIAMENTO DE MANDIOCA	
a) Processos com segregação de efluentes (água de lavagem, água vegetal e outros concentrados):	
- Para águas de lavagem de mandioca:	
• DBO:	100 mg/L
• DQO:	350 mg/L
• Cianeto total:	0,1* mg/L CN
• Toxicidade:	FT para *Daphnia magna*****: 8 (12,5 %) FT para *Vibrio fischeri*******: 8 (12,5 %)
- Para água vegetal:	
• DBO:	100 mg/L
• DQO:	350 mg/L
• Cianeto total:	0,1* mg/L CN
• Toxicidade:	FT para *Daphnia magna***: 8 (12,5 %) FT para *Vibrio fischeri****: 8 (12,5 %)
b) Processos sem segregação de efluentes	
• DBO_5:	100 mg/L

• DQO:	250 mg/L
• Cianeto total:	0,1* mg/L CN
• Toxicidade:	FT para *Daphnia magna*: 8 (12,5 %) FT para *Vibrio fischeri*: 8 (12,5 %)
c) pH	5-9
d) Sólidos Sedimentáveis	1 mg/L
e) Turbidez	5 NTU****
f) Dureza	80 mg/L $CaCO_3$****

Fonte. SEMA (2007).

**Novo valor dado pela Resolução nº 397/08 do CONAMA (2008) que reduziu o índice do cianeto de 0,2 mg/l para 0,1 mg/l, o mesmo padrão da União Europeia.*
***Microcrustáceo de água doce, com cerca de 1.5 mm de comprimento usado em bioensaios toxicológicos.*
**** bactérias luminescentes usadas em bioensaios toxicológicos.*
***** Mustafá (1998). Estes valores são padrões para águas industriais, não especificamente da manipueira.*

Todos os dados da tabela 42 estão muito acima dos teores da legislação vigente para efluentes do processamento da mandioca. Levando-se em conta que a DQO média do esgoto doméstico está em torno de 2000 mg/L (Santos, 2009), pode-se ver que a DQO da manipueira do rio, o principal indicador de poluição, é 31,78 vezes maior do que o esgoto doméstico. A tabela 41 mostra também que os valores da DBO são muito distantes da DQO, indicando que a fração biodegradável é pequena, fato este que aumenta as possibilidades de insucesso do tratamento biológico do efluente que é prejudicado pelo efeito tóxico sobre os microrganismos exercido pela fração não biodegradável.

O alto valor da turbidez, da tabela 41, pode reduzir a fotossíntese da vegetação enraizada submersa e das algas. Este desenvolvimento reduzido de plantas pode por sua vez suprimir a produtividade de peixes, influenciando as comunidades biológicas aquáticas, além de afetar adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional da água (CETESB, 2010).

A manipueira despejada diretamente no rio pode levá-lo ao colapso, devido a dois tipos de impactos:

- Alteração da capacidade de autodepuração.

O conhecimento do conceito se liga ao uso da capacidade de assimilação do rio para impedir o lançamento de despejos acima do que possa suportar o corpo d'água.

- Eutrofização.

O segundo impacto decorre do crescimento excessivo de algas, devido ao excesso de nitrogênio e fósforo. Conforme Barana (2000), a manipueira fresca tem respectivamente, 1470 e 406 ppm de N e P.

Não há qualquer ação das organizações fiscalizadoras com a poluição do rio Santa Rita pela manipueira oriunda das “casas de farinha”, destas localidades citadas. Estes dados sobre o despejo de manipueira no rio Santa Rita foram os primeiros e únicos realizados no município de Vitória da Conquista – Ba até a data de escrita desta tese.·.

3.2.4 Uso da manipueira em adubações

Existe nos três municípios desta pesquisa um entendimento predominante sobre o uso da manipueira em adubações minimizando o efeito poluidor da mesma sobre os solos. A figura 107 mostra o esquema de aproveitamento deste resíduo, da prensa para os plantios.

Figura 107 – Aproveitamento da manipueira para adubações em solos de mandioca. Lagoa Grande, município de Cândido Sales-Ba.



Fonte: Elaboração própria.

Na foto 1 da figura 107 tem-se a prensagem da massa ralada; na 2 a canalização da manipueira que é depositada em tanques (3), para depois ser aplicada via sulcos em plantios de mandioca (4).

Para tentar contornar o suposto efeito poluidor nos solos, técnicos e agricultores adotaram um sistema de tratamento físico (decantação-sedimentação) deste resíduo líquido nos três municípios da pesquisa. Este sistema consta de três ou mais tanques interligados entre si. A manipueira é despejada da "casa de farinha" no primeiro tanque e quando chega ao último é jogado no ambiente ou usado para "adubar" outros plantios.

Os agricultores asseguram que este sistema garante a despoluição da carga orgânica da manipueira, tornando-a segura o seu uso. O único indicador que é usado para fundamentar esta opinião é o desaparecimento do odor característico da manipueira depois da passagem pelos tanques. Para verificar a veracidade desta assertiva de uso generalizado nas localidades de pesquisa, coletou-se a manipueira e procedeu-se à análise físico-química do material que são apresentados na seção resultados, desta tese.

Conflito existente entre os teores de cianeto na manipueira e os teores permitidos pela legislação vigente

Para a Embrapa (2008), a composição química da manipueira pode variar em função de fatores como cultivar, idade da planta, tempo de armazenamento e tipo de processamento. As diferenças observadas podem ser decorrentes de diferentes variedades de mandioca utilizadas na produção da farinha, da época de colheita da mandioca (se foi colhida na época chuvosa ou seca), e ainda do solo onde foi produzida a mandioca, o que pode influenciar na nutrição desta cultura e consequentemente na variação da composição química da manipueira.

Os valores de cianeto das análises de manipueira indicam níveis muito acima da legislação permitida, apresentando um conflito entre o potencial uso deste efluente e a lei vigente, no qual possivelmente não se tem solução, uma vez que os métodos de tratamento deste resíduo não conseguem reduzir o cianeto a índices aceitáveis pela lei.

A tabela 43 exemplifica o conflito citado, mostrando os níveis de redução de cianeto conseguidos após tratamento do resíduo com digestão anaeróbica em reator de estabilização comparado com os padrões permitidos pela legislação do país; indica uma grande distância entre o percentual de redução do cianeto e as exigências legais.

Tabela 43. Resultados do cianeto total do afluente e efluente do reator de estabilização e respectivas taxas de redução.

Parâmetros analisados	Estabilização com NaOH 50% (p/v)		Redução (%)	Estabilização com calcário dolomítico		Redução (%)	Padrão emissão Legal
	Afluente	Efluente		Afluente	Efluente		
Cianeto tot (mg/L)	139,2	42,7	69,3	123	78,4	36,3	0,1

Fonte: Silva et al., (2008).

A metade dos valores (índices) de pH das amostras destas tabelas também está fora do padrão da lei, podendo dificultar o uso da manipueira como fertilizante de solo.

Problemas com teores elevados de elementos contidos no resíduo líquido

a. Sódio

Em relação ao sódio, Pinho (2007), Howeler (2002), Inoue (2008), entre diversos autores, referem-se aos elevados teores de sódio deste resíduo recomendando cautela na sua aplicação, sem, no entanto, usarem parâmetros que definam níveis de risco ao solo pelos valores de sódio contidos na manipueira.

Silva et al. (2008), minimizam os problemas do sódio da manipueira, citando o fato dos primeiros estudos de viabilidade de aproveitamento da manipueira terem sido desenvolvidos no semiárido do Nordeste brasileiro aonde a água apresenta teor elevado de sais. A partir daí, segundo este autor, se disseminou o mito de que a manipueira apresentava sérios riscos ambientais com relação a este elemento.

Inoue (2008) sugere cuidados especiais em relação ao uso de fertilizantes à base de manipueira, visando evitar a salinização do solo. Para esta autora os riscos aumentam principalmente quando se utiliza o hidróxido de sódio como corretivo do pH da manipueira antes do processo de fermentação anaeróbia em casos de tratamentos mais controlados, pois este alcalinizante eleva a concentração de Na no biofertilizante e em concentrações elevadas no solo pode provocar salinização.

Os efeitos da salinização do solo na mandioca, de acordo com Fogaça (2007), a partir do estudo de plântulas *in vitro*, são provenientes da indução ao estresse oxidativo,

caracterizado pelo aumento da atividade das enzimas antioxidantes POD e CAT, e altas concentrações de produção de etileno. À medida que o etileno na planta evoluciona, aumenta significativamente o estresse salino, devido à formação de radicais livres de oxigênio, que promove a oxidação de proteínas e lipídios. O crescimento da planta é afetado, mostrando alterações nas folhas como enrugamento e clorose. Os danos nas plantas, também podem ser em consequência da redução do potencial osmótico devido ao aumento dos níveis de sal nas células, tanto na parte aérea como nas raízes. Na figura 108, tem-se a irrigação de plantios de café por sulco com manipueira vindo direto da prensa da "casa de farinha", sem nenhum cuidado do produtor quanto aos impactos ambientais deste resíduo.

Figura 108. Irrigação por sulco de plantio de café. Localidade do Simão, município de Vitória da Conquista, Bahia.



Fonte:

b. Potássio

Os níveis de potássio das análises são mostradas na seção Resultados, desta tese. Entretanto, os teores guardam coerência com os valores apresentados na literatura disponível, mostrando que este resíduo possui alto conteúdo deste elemento. O potássio, como foi mostrado no presente estudo é nutriente chave na fertilização da mandioca, uma vez que

apenas este elemento é capaz de estabilizar a produtividade da mandioca ao longo dos anos. No entanto, o uso do potássio via manipueira pode trazer mais problemas do que soluções.

Quando se aplica a manipueira ao solo, a predominância do íon potássio entre os constituintes minerais tem implicação direta no desequilíbrio dos cátions básicos no solo, devido ao aumento de saturação desse elemento e da predisposição à lixiviação de cálcio e magnésio. Assim se faz necessário o monitoramento da estrutura do solo, antes e após a aplicação da manipueira.

A ação residual da dinâmica dos cátions adsorvidos está diretamente ligada a dois fatores importantes: a precipitação pluviométrica após a aplicação e a dosagem utilizada (Fioretto, 2001). Diniz et al. (2009) citam que quando se compararam doses de manipueira e de cloreto de potássio, no Estado do Pará, houve declínio na produtividade da mandioca quando se aplicou níveis de manipueira acima de 48 m³/ha. Estes mesmos autores relatam em seus experimentos a ocorrência de podridão radicular, provocada por *Fusarium* spp nas variedades pesquisadas, induzidas pela aplicação de manipueira. A variedade "*Cigana Preta*", segundo os autores, teve a sua população de plantas dizimadas pela enfermidade entre 43 e 83 %.

c. Oxigênio e cianeto

Independente dos efeitos do potássio ou de qualquer outro nutriente na adubação de solo com a mandioca cabe avaliar os efeitos dos níveis de oxigênio (DBO, DQO são parâmetros que não se analisam em solos) e cianeto nos perfis de solo, em consonância com a lei vigente no país. São escassos na literatura os trabalhos que avaliam os efeitos, nos perfis de solos, da manipueira em relação aos índices citados. Silva et al. (2008) analisaram em experimentos os parâmetros citados nos perfis de solo. Estes autores usaram tubos de PVC (Policloreto de Vinila) instalados na vertical, a 1,00 m de altura, adicionando neles solo peneirado, homogeneizado e seco ao ar até formar uma coluna de 0,50 m com densidade padronizada em 1,3 g cm^{-3}. A água residuária utilizada foi coletada em uma fecularia de mandioca, no sistema de drenagem imediatamente após o processo industrial durante o funcionamento da indústria e acondicionada em barricas hermeticamente fechadas para o transporte. Comparando-se a análise do percolado, após saturação do meio com a da água residuária aplicada, procurou-se identificar a presença de amido no efluente bruto percolado das colunas e quantificar, pelo método da hidrólise ácida do amido, o teor de açúcares solúveis presentes nesse mesmo efluente percolado após a saturação das colunas, além dos

valores de pH, cianeto, DBO e DQO da manipueira aplicada às colunas de solo. Os resultados são apresentados na tabela 44.

Tabela 44. Características químicas da manipueira aplicada e percolada.

	Manipueira Aplicada	**Manipueira Percolada (mg/L) Colunas**					
		01	02	03	04	05	06
pH	4,8	5,4	5,5	5,3	5,7	5,3	5,4
Cianeto	12	4,4	4,4	4,3	4,4	4,4	4,2
DBO	6.210	1.340	1.390	1.410	1.320	1.370	1.470
DQO	14.700	2.970	3.020	3.150	2.940	3.000	3.220

Fonte: Silva et al. (2008).

Observa-se na tabela que o pH da manipueira aumentou após o transporte pelas colunas. O cianeto também sofreu redução significativa assim como a DBO e a DQO. Apesar destas reduções os valores do cianeto, DBO e DQO quando comparados com os padrões legais mostradas na tabela 42, ficam bem acima do permitido, inviabilizando a sua aplicação ao solo. Observe-se que neste trabalho, os valores da manipueira aplicada, de cianeto, DBO e DQO tiveram reduções em números inteiros na coluna 6, respectivamente, de 65, 76 e 78 % e os seus valores, com a exceção de três índices de DBO, estão abaixo dos resultados das análises obtidos pelo autor desta tese nos municípios produtores de mandioca de Cândido Sales-Ba e Vitória da Conquista-Ba. Caso aplicássemos os percentuais de redução de Silva et al. (2008), aos valores de cianeto, DBO e DQO de uma análise de amostra da manipueira da área de pesquisa (tabela 44), teríamos os seguintes índices apresentados na tabela abaixo.

Tabela 45. Redução hipotética dos valores de Cianeto, DBO e DQO de uma análise da amostra de manipueira obtida na área da tese, aplicando-se os percentuais de redução de Silva et al. (2005), aos perfis de solo percolado pelo efluente.

Cianeto (mg/L)	**Redução cianeto 65%**	**DBO (mg/L)**	**Redução DBO 76%**	**DQO (mg/L)**	**Redução DQO 78%**
122,5	42	413	99	51.050	11.231
175,77	61	367	88	42.750	9.490
154,35	54	420	100	44.300	9.834
245,10	85	590	141	38.000	8.436
351,54	123	473	113	59.000	13.098
308,71	108	447	107	16.500	3.663

Fonte: Elaboração própria.

A observação da tabela mostra que todos os valores, quando confrontados com a tabela 9, estariam acima dos níveis da legislação, com exceção dos índices de DBO de 99, 88 e 100mg/L. Também os valores de cianeto e DQO estão acima dos padrões de emissões da legislação ambiental.

d. Açúcares

Silva et al. (2008), também comprovaram nas suas pesquisas que o efluente bruto percolado das águas residuárias de fecularia carrega consigo açúcares hidrolisados em diferentes formas e tamanhos de moléculas, com concentração média, de 364,5 mg/dm^3 para camadas do solo abaixo de 0,50 m. Há que se levar em conta que o açúcar é meio de cultura para desenvolvimento e proliferação de microrganismos. As consequências e desdobramentos dessa ação, de acordo com os autores, não estão, ainda, definidas, razão pela qual se recomenda cautela quanto ao uso e aplicação do efluente bruto para fins de fertiirrigação, principalmente, para solos com baixa capacidade de retenção de água como ocorre com os latossolos da área desta pesquisa.

Esta observação de Silva et al. (2008) concorda com Cereda (2001), que explica o fracasso dos métodos físicos para reter a carga biodegradável da manipueira devido à presença de glicose e maltose, e muitas vezes, apenas glicose, entre 40 e 45 g/dm^3, abaixo da superfície do solo.

3.3 OS PROBLEMAS DE AVALIAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DA MANDIOCA

Entre os problemas de avaliações de sustentabilidade na cadeia produtiva da mandioca, na microrregião sudoeste da Bahia, pode-se listar:

- Ausência de indicadores de sustentabilidade

Dentre as tentativas de se estabelecer indicadores para esta cadeia produtiva, apenas Santos (2001), propôs um conjunto de indicadores genéricos e de escassa aceitação na microrregião sudoeste. A ausência de indicadores de aceitação minimamente consensual tem inviabilizado as avaliações de sustentabilidade. Como principal consequência, o uso do termo *sustentabilidade* passou a ser usado sem a necessária avaliação através dos indicadores, se prestando, portanto, a objetivos de grupos com interesses específicos.

- A necessidade de critérios de decisão que considere a questão ambiental e a sustentabilidade

Ocorre falta de clareza na cadeia produtiva da mandioca nesta microrregião, de um importante requerimento de sustentabilidade apontado por Gibbons et al. (2012), como base para a tomada de decisão: o critério de decisão. Para estes autores a tomada de decisão ao tempo que envolve uma série de escolhas complexas, tal como antecipação de efeitos, revisão de detalhes, escolha de determinadas opções em detrimentos de outras, programas de monitoramento, torna indispensável à presença de critérios de decisão para guiar estas escolhas. Estes critérios podem ser implícitos, entretanto, muitas vezes estes critérios são também impostos ou influenciados por ideologias prevalecentes, tradições de tomadas de decisão, agendas governamentais dentre outros critérios. Tomados no conjunto, estes componentes influenciam o contexto e condicionam fatores específicos para a tomada de decisão. Estes fatores vão determinar quais objetivos são favorecidos, quais opções devem ser consideradas e preferidas, quais efeitos são julgados desejáveis, aceitáveis ou intoleráveis. O critério pode ser instável e impreciso além de contraditório. Para os objetivos da avaliação da sustentabilidade, a questão não é se deve haver critérios de decisão, mas quais deles devem ser usados, como eles podem ser selecionados e ajustados. Na cadeia produtiva da mandioca na microrregião sudoeste da Bahia, no contexto da atuação da Coopasub, pode-se dizer que os critérios de decisão são implícitos e contemplam apenas marginalmente as questões ambientais. Os principais critérios, a guiar as ações são o aumento de produtividade da mandioca e a expansão do cultivo para fornecer raiz para a produção de amido da fecularia da Coopasub. As preocupações de sustentabilidade e ambientais são genéricas e não apoiadas por critérios discutidos e aceitos. Na literatura disponível sobre avaliações de sustentabilidade, de acordo com as observações de Gibbons et al. (2012), a posição predominante da maioria dos autores que discorrem sobre o tema é a de que critérios de decisão devem ser visíveis e disponibilizados para o debate.

- Integração imediata e em longo termo

De acordo com Gibbons et al. (2012), os ganhos decorrentes da aplicação de princípios de sustentabilidade em diversas áreas deverão se reforçarem e produzir ganhos na sustentabilidade em geral quando se compara com a aplicação de princípios específicos em poucas áreas. Para estes autores, as implicações para a sustentabilidade direcionam-se para a

necessidade de, em longo prazo, se conseguir progressos em todas as áreas e de se evitar ganhos no curto prazo que sacrifiquem os ganhos de longo prazo decorrentes da não aplicação dos princípios de sustentabilidade em todas as áreas. *Integração* e *Equilíbrio* não são a mesma coisa. Muitas das discussões sobre sustentabilidade referem-se ao equilíbrio da conservação e do desenvolvimento ou de um imperativo antrópico ou ecológico. Equilíbrio para Gibbons et al. (2012) é normalmente uma estratégia de sacrifício incremental. Na prática as autoridades reivindicam um equilíbrio entre objetivos econômicos e ecológicos quando reconhecem haver um risco ecológico sob as suas autoridades, mas impõem condições que mitiguem alguns dos efeitos adversos que os impedem de imediatos e extrativos ganhos. Esta dicotomia entre os ganhos de curto prazo sacrificando os ganhos de sustentabilidade em longo prazo é um dos principais obstáculos para a avaliação da sustentabilidade na cadeia produtiva da mandioca, na microrregião sudoeste da Bahia. A prática da queimada precedendo o preparo do solo para o plantio de mandioca, por exemplo, apesar de insustentável, tem como lógica do ponto de vista do agricultor, a de não desviar a mão-de-obra existente na sua propriedade para o trabalho de desmatamento e/ou limpeza do terreno, implicando custos extras. Assim ocorre com a ausência de adubação, rotação de culturas, falta de medidas de conservação de solos. A lógica para os tomadores de decisão, apesar de reconhecerem o impacto destrutivo de tal prática na destruição da floresta é tolerar a mesma mediante o argumento de que estes produtores fazem isto obrigados por motivos de subsistência. Efetivamente a Coopasub (2012), lista em 50% os seus agricultores cooperados que plantam mandioca como forma de sobrevivência. De forma semelhante os mesmos tomadores de decisão incentivam o aumento da produtividade e da expansão de novas áreas de plantio com presumíveis impactos ambientais sobre a floresta existente com o objetivo de aumentar o fornecimento de raiz de mandioca para a fecularia, sacrificando objetivos estratégicos de sustentabilidade em longo prazo.

- Ausência de marcos analíticos e conceitos operacionais de sustentabilidade adotados por consenso

A mandioca não tem sido investigada a partir da dimensão da sustentabilidade. Nos diversos trabalhos existentes sobre a mandioca na microrregião sudoeste da Bahia, os termos “sustentabilidade” e “desenvolvimento sustentável” são usados de forma genérica sempre com referência à necessidade de se preservar os recursos naturais para as gerações futuras. Não há formas consensuais de se operacionalizar os conceitos, uma vez que este conceito não

está ligado ao uso de indicadores e nem aos de marcos metodológicos analíticos. Nesta tese, por exemplo, se adotou o marco normativo baseado em modelos hierárquicos, contendo PC&I (Princípios, Critérios e Indicadores) bem definidos, aonde os objetivos para lograr um conteúdo disciplinar específico se apresentam listados de forma hierárquica. Sobre este enfoque, o conceito de sustentabilidade postula uma aproximação multidimensional considerando a opção de separar a sustentabilidade em dimensões definindo objetivos e metas em setores produtivos ou unidades produtivas. O marco normativo segue os passos de um planejamento orientado a objetivos no qual estes aparecem listados de forma hierárquica. O funcionamento da sustentabilidade dentro deste marco, conforme indica Fernández (2009), consiste na aplicação de um modelo causal. Desde esta contextualização se desenha um conjunto de cadeias de causa-efeito-resposta do sistema a partir do qual se originam os indicadores de sustentabilidade. A partir da definição do marco analítico e dos indicadores se define a sustentabilidade. Não há nada semelhante em discussão no âmbito da Coopasub, na microrregião sudoeste da Bahia. A ausência destes parâmetros pode inviabilizar a avaliação da sustentabilidade.

- Ausência da Avaliação Ambiental Estratégica para guiar as avaliações de sustentabilidade

A AAE, à medida que inclui o monitoramento ambiental e a sustentabilidade (Therivel, 2010), facilitaria a avaliação da sustentabilidade na cadeia produtiva da mandioca, na microrregião sudoeste da Bahia. Para Owens et al. (2002), o conceito de desenvolvimento sustentável é o suporte do planejamento que é inerente à AAE. Entretanto, não há a aplicação da AAE e do planejamento ligado à sustentabilidade nesta microrregião o que dificulta o uso da avaliação de sustentabilidade. A presente tese propõe para esta cadeia, na área geográfica citada, uma proposta metodológica para a aplicação da AAE.

3.4 INTEGRAÇÃO DE INDICADORES NA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE

3.4.1 Índices Agregados e mapas multicritérios na avaliação da sustentabilidade

De acordo com Garfí et al.(2010), os principais estágios e passos da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), tema desta tese, são:

- Estabelecimento de contexto para a AAE. Isto envolve avaliação, ajustes de objetivos e identificação dos participantes.
- Implementação da AAE. Esta etapa inclui: a. coleta de base de dados; b. identificação e comparação de alternativas; c. Identificação de como mitigar impactos; d. garantia de qualidade e relatórios.
- Informação e influência na tomada de decisão.
- Monitoramento.

Desta forma a análise multicritério pode ser vista como um conjunto de ferramentas de avaliação que ranqueia através de escores de desempenho contra múltiplos critérios social, ambiental e econômico. As técnicas multicritérios empregam dados de desempenho de opções rivais contra os objetivos estabelecidos pelos tomadores de decisão. A análise multicritério tem significante vantagens sobre outros métodos de decisão que necessitam converter todos os critérios para a mesma unidade e que apenas analisam os critérios ambientais. Para a AAE usada nesta tese, a análise multicritério dos indicadores de sustentabilidade tornou-se ferramenta essencial uma vez que através de ponderações sobre os múltiplos critérios necessários à tomada de decisão realizou um ajuste dos mesmos adequando-os ao contexto dos impactos ambientais e clarificando as melhores opções para a tomada de decisão.

3.4.2 Elementos necessários para a construção de um mapa multicritério

Para Corseuil & Campos (2007) a integração entre os métodos de análise multicritérios e o Sistema de Informação Geográfica (SIG) tem tido um avanço na metodologia de sobreposição de mapas para a determinação da adequação de uso da terra, sendo entendida como um processo que combina e transforma dados espaciais em uma resposta para a tomada de decisão.

Conforme De Souza et al. (2009) o mapeamento de risco baseado em análise multicritério é amplamente aceito no campo das análises espaciais e é recomendada por proposta do Ministério do Meio Ambiente Brasileiro para identificação, caracterização e mapeamento de áreas de risco ambiental. Para este autor, a metodologia de aplicação da análise multicritério na geração de mapas, se inicia primeiramente pela identificação das variáveis envolvidas. Para esta tese as variáveis ou elementos envolvidos na construção de mapas multicritérios ocorreu com a ponderação existente na elaboração dos mapas de riscos. Os seguintes mapas de risco gerados nesta tese, foram: 1. Mapa de risco ambiental; 2. Mapa

de risco de desertificação combinado com os teores de carbono orgânico; 3. Mapa de risco eólico. Desta forma os elementos envolvidos na elaboração de mapas multicritérios de risco envolveram as variáveis de solos, declividade, capacidade hídrica, carbono orgânico, desertificação e a variável de velocidade dos ventos.

3.5 REFERÊNCIAS

BAHIA EM FOCO.2010.A história de Vitória da Conquista. [on line]. Disponível em: http://www.bahiaemfoco.com/Vitoria_da_Conquista.[9 de maio de 2010].

BARANA, A. C. (2000). Avaliação de tratamento de manipueira em biodigestores fase acidogênica e metanogênica. Thesis. Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista. Brasil. 95 pp. [in portuguese].

BRITO FILHO, D.(1988). *Toxicologia humana e geral*. Ed. Livraria Atheneu. São Paulo. pp. 736.

Câmara, H.F.1999.Além dos Muros e das grades. Dissertação de Mestrado. Pontíficia Universidade Católica. São Paulo. Brasil.278pp. [In portuguese].

CEREDA, M.P. (2001). Caracterização dos subprodutos da industrialização da mandioca. In: Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. Ed. Fundação Cargill. Campinas. São Paulo. pp. 212.

CEREDA, M. P. (1994). Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca. In: *Resíduos da industrialização da mandioca*. Ed. Paulicéia. São Paulo. pp. 11-50.

CETESB. (2010). Valores de Qualidade das águas. [on line]. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp [21 de maio de 2010].

COOPASUB (2012). Organização Solidária e Sustentável dos Agricultores Familiares. Dados da Diretoria.

COOPASUB. (2005). Impactos Ambientais da Cultura da Mandioca na Microrregião Sudoeste da Bahia. Dados da Diretoria.

CONAMA. (2008). Qualidade da Água. Resolução nº 35. Ed. MMA. Brasília. pp. 58-63.

CORSEUIL, C.W; CAMPOS, S (2007). Geoprocessamento aplicado na adequação do uso de terras. XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Fortaleza. pp.7.

DAHL, A. L. (2007). Integrated Assessment and Indicators. *In* Sustainability Indicators. (Ed. Hak, T.; Moldan, B.; Dahl, A. L.). Island Press. Washington, Covelo, London. 413 pp.

DAMASCENO, S. Manipueira como substrato para desenvolvimento de *Geotrichum fragans*. (1998). Thesis. (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. São Paulo. pp.117.
DA SILVA, DSG. (2007). Construção de Indicadores de Condições de Vida Através da Análise Multicritério: Estudo Aplicado aos Municípios da Baixada Fluminense.Masters.Escola Nacional de Ciências Estatísticas - ENCE. Rio de Janeiro. pp. 135.

DE SOUZA, T.A.R; HISSA, L. B. V; MICHEL, R.F.M; DE MORAIS, A.M.L (2009). Análise de Multicritério Aplicada ao Diagnóstico de Risco Ambiental do Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos: um estudo de caso sobre a BR- 381. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal. pp. 4465-4472.

DINIZ, M.; DE SOUZA ALVES, M.A.; TRINDADE, A.V. (2009). Efeito da manipueira na adubação da mandioca. In: Congresso Brasileiro de Mandioca. Anais. Botucatu. São Paulo. pp. 416-420.

DONNELLY, A.; JONES, M.; O'MAHONY, T.; BYRNE, G. (2007). Selecting environmental indicator for use in strategic environmental assessment. Environmental Impact Assessment Review, **27**(2): 161-175.

EMBASA. Empresa Baiana de Abastecimento de Água e Saneamento: Laboratório de análise química. (2010). Análise físico - química da manipueira dos municípios de Cândido Sales, Tremedal e Vitória da Conquista, no Estado da Bahia.

EMBRAPA (2008). Avaliação da composição química de manipueira de diferentes localidades da Bahia. [on line]. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/geral/resumos/0863_Resumo%20II%20Jornada_MariluciaJS_AdrianaMAA1.pdf. [22 de maio de 2010].

FERNÁNDEZ, G.S. (2009). Análisis de la Sostenibilidad Agrária Mediante Indicadores Sintéticos: Aplicación Empírica para Sistemas Agrarios de Castilla y León. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. España. 252 pp.

FIORETTO, R.A. (2001). Uso direto da manipueira em fertiirrigação. In: Manejo, Uso e Tratamento de Subprodutos da Industrialização da Mandioca. Fundação CARGILL. São Paulo. pp. 67–79.

FIORETTO, R.A. (1985). Efeito da manipueira aplicada em solo cultivado com mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). Dissertação de mestrado. Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista. Botucatu. São Paulo. pp.112.

FLORES, C.P. (2008). Caracterização microbiana e avaliação físico-química e toxicológica de efluente de lavanderia de unidade de manutenção mecânica tratado por UV/TiO_2. Dissertação de Mestrado. Universidade de Santa Cruz do Sul. Brasil. 81 pp. [In portuguese].

FOGAÇA, C.M. (2007). Tolerância aos estresses salino e térmico em cultivares de taro e mandioca tuberizadas *in vitro*. Thesis. Universidade Federal de Viçosa. Brasil. 109 pp.

GARFÌ, M; FERRER-MARTÍ, L; BONOLI, A; TONDELLI, S.(2010). Multi-criteria analysis for improving strategic environmental assessment of water programmes. A case study in semi-arid region of Brazil, Journal of Environmental Management, Volume 92, Issue 3, Pages 665-675, ISSN 0301-4797, 10.1016/j.jenvman.2010.10.007. (http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030147971000335X).

GIBBONS, R.B; HASSAN, S; HOLTZ, S; TANSEY, J; WHITELAW, G. (2012). Sustainability Assessment: Criteria and Process. Earthscan. London-Sterling-Vancouver. pp. 268.

HOWELER, R.H. (2002). Cassava Mineral Nutrition and Fertilization. In-Cassava: biology, production and utilization. (Ed. R.J. Hillocks; J.M. Thresh, and A.C. Bellotti.) Cabi Publishing, Wallingford, UK. 115 pp.

IBGE. (2012). Evolução populacional comparativa entre os municípios produtores de mandioca. [on line]. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1. [13 de dezembro de 2012].

IBGE (2008). Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**.** [on line]. Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=99&z=t&o=11&i=P . [12 de maio de 2010].

IBGE. (2007). Produto Interno Bruto a preços correntes e Produto Interno Bruto *per capita* segundo as Grandes Regiões, Unidades da Federação e Municípios - 2007. [on line]. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/temas.php?nomemun=Vit%F3ria%20da%20Conquista&codmun=293330&tema=pibmunic&desc=Produto%20Interno%

IBGE. (2005). Produto Interno Bruto a preços correntes e Produto Interno Bruto *per capita* segundo as Grandes Regiões, Unidades da Federação e Municípios - 2002-2005. [on line]. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/lojavirtual/default.php?codigoproduto=8948 [13 de maio de 2010].

IBGE. (2003). Mapa da pobreza e da desigualdade. [on line]. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1. [13 de maio de 2010].

INOUE, K.R.A. (2008). Produção de biogás, caracterização e aproveitamento agrícola do biofertilizante obtido na digestão da manipueira. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Brasil. 76 pp. [In portuguese].

LACERDA, T. H. M. Estudo cinético da fase metanogênica de substrato de manipueira. (1991). Thesis. Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. São Paulo. pp.114.

MATA, O. R.; Tarroja, A. (2006): El paisaje y la gestión del território. Criterios paisajísticos en la ordenación del territorio y el urbanismo, Barcelona, Diputació de Barcelona- CUIMP, 716p.

MUSTAFÁ, G. DE S. (1998). Reutilização de efluentes líquidos em indústria petroquímica. Thesis. Universidade Federal da Bahia. Brasil. 99 pp. [in portuguese].

OLIVEIRA, E.(2012). Expansão da Eucaliptocultura no Planalto da Conquista - Singularidades no Processo de Implantação da Monocultura. Thesis. Universidade Federal de Sergipe. Brasil. 346 pp. [in Portuguese].

OWENS, S; COWELL, R. (2002). Lands and Limits: Interpreting Sustainability in the Planning Process. Ed. Routledge. London and New York. pp. 244.

PINHO, M.M.C (2007). Reaproveitamento de resíduo do processamento da mandioca (manipueira): avaliação de impactos químicos e microbiológicos no solo e utilização como fertilizante. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Brasil, 65 pp. [In portuguese].

PONTE, J.J. da; FRANCO, A.; SANTOS, J.H.R.(1992). Eficiência da manipueira no controle de duas pragas da citricultura. In: Congresso Brasileiro de Mandioca. Anais. Recife. Pernambuco. pp. 59.

PONTE, J.J. da; FRANCO. (1981). A. Manipueira, um nematicida não convencional de comprovada potencialidade. Ed. Sociedade Brasileira de Nematologia.Piracicaba. São Paulo. pp.25-33.

RIBAS, M.M.F. (2003). Comparação da estabilização da manipueira com calcário e hidróxido de sódio na fase acidogênica da biodigestão anaeróbia e uso do biofertilizante. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu. 83 pp.

SANTOS, A. (2009). Problemas sociales y regionales en America Latina: in Usos e impactos ambientais causados pela manipueira na microrregião sudoeste da Bahia-Brasil. Publicacions i Edicions Universitat de Barcelona. España. pp.11-23.

SANTOS, P.R.P.(2007). Avaliação de programa de desenvolvimento rural como vetor de superação da pobreza: Estudo de caso no município de Tremedal no Sudoeste da Bahia – Brasil.Thesis.Universidade de Barcelona.Barcelona.España. 335 pp. [In Portuguese].

SEMA (2007). Resolução 03.1. Padrões para o lançamento de efluentes líquidos em corpos receptores provenientes do beneficiamento da mandioca. Ed. Sema. Brasília. 42 pp.

SILVA, F.; BERTONHA, A.; FREITAS, P.; MUNIZ, A.; REZENDE, R.; GONÇALVES, A.; LABEGALINI, L.; CROSARIOLLO NETO, V. (2008). Desdobramento do amido em glicose para identificar água residuária de indústria de mandioca no perfil do solo. [on line]. Disponível em: http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1463/82 [22 de maio de 2010].

THERIVEL, R. (2010). Strategic Environmental Assessment in Action. Earthscan. London, Washington, D.C. 366 pp.

UESB/FADTC – Fundação para o Apoio ao Desenvolvimento Tecnologico e Cientifico/ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. (2006). Perfil do projeto reflorestamento no Sudoeste da Bahia. Nivel de Pré-viabilidade. FADTC/UESB. Vitória da Conquista. Bahia.

VEIGA, A.J.P. (2010). Sustentabilidade Urbana, Avaliação e Indicadores: Um Estudo de Caso Sobre Vitória da Conquista – BA. Thesis. Universidade Federal da Bahia. Brasil. 283 pp.

VIEITES, R. L.(1988). Efeitos da adubação com manipueira sobre o rendimento e qualidade dos frutos de tomate. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília. DF. pp.45-47.

4 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE: SUA DEFINIÇÃO E AVALIAÇÃO

4.1 A AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA (AAE) NO SETOR AGRÍCOLA

A Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) pode ser definida como um processo sistemático de avaliação das consequências ambientais de políticas, planos e programas propostos com intuito de garantir que as mesmas estejam completamente incluídas nos estágios iniciais apropriados da tomada de decisão, em conjunto com considerações econômicas e sociais (Therivel, 2010).

AAE pode ser considerada como uma visão orientada para o futuro. Desta forma é importante refletir sobre qual é esta visão de futuro que os diversos atores envolvidos na tomada de decisão querem para a complexidade do sistema agrícola em questão. (Figura109).

Figura 109. AAE como um processo dinâmico de tomada de decisão em contextos de complexidade agrícola.



Fonte: Adaptado de Therivel (2010).

São poucos os exemplos encontrados na literatura, da AAE setorial aplicada à agricultura; os planos existentes quando aplicados à agricultura são mais referentes a políticas de mercado agrícola, tratados ou subsídios (Therivel, 2005). Sugerindo possíveis explicações

para tal acontecimento, este autor observa que os impactos ambientais ocorrentes na agricultura diferem da maioria dos outros setores: são não pontuais e cumulativos. A AAE pode ser apenas o caminho para identificá-los e manejá-los.

Os impactos existentes na agricultura são difíceis de prevenir/mitigar pelas seguintes razões:

- Muitas medidas de mitigação ficam por conta de agricultores individuais que necessitam de consideráveis recursos e capacidade de realização;
- Muitas das formas de mitigação, desde a promoção da agricultura orgânica até o controle de alimentos geneticamente modificados, não mitigam os impactos ambientais da agricultura, pois encontram muitos obstáculos conflitantes com acordos de comércio que foca sobre o produto mais do que sobre o processo que conduz ao produto;
- Muitas medidas de mitigação, como subsídios para manejo do solo, mais do que produção de alimentos, têm diferentes efeitos sobre diferentes subsetores agrícolas, tamanho de propriedades e região, com implicações no lucro líquido;

Não se deve perder de vista que a AAE é quase sinônimo de planejamento. Visto desta forma é importante que no sistema agrícola se selecione os pontos críticos do sistema e se reforce os impactos positivos ao mesmo tempo em que se minimize os negativos.

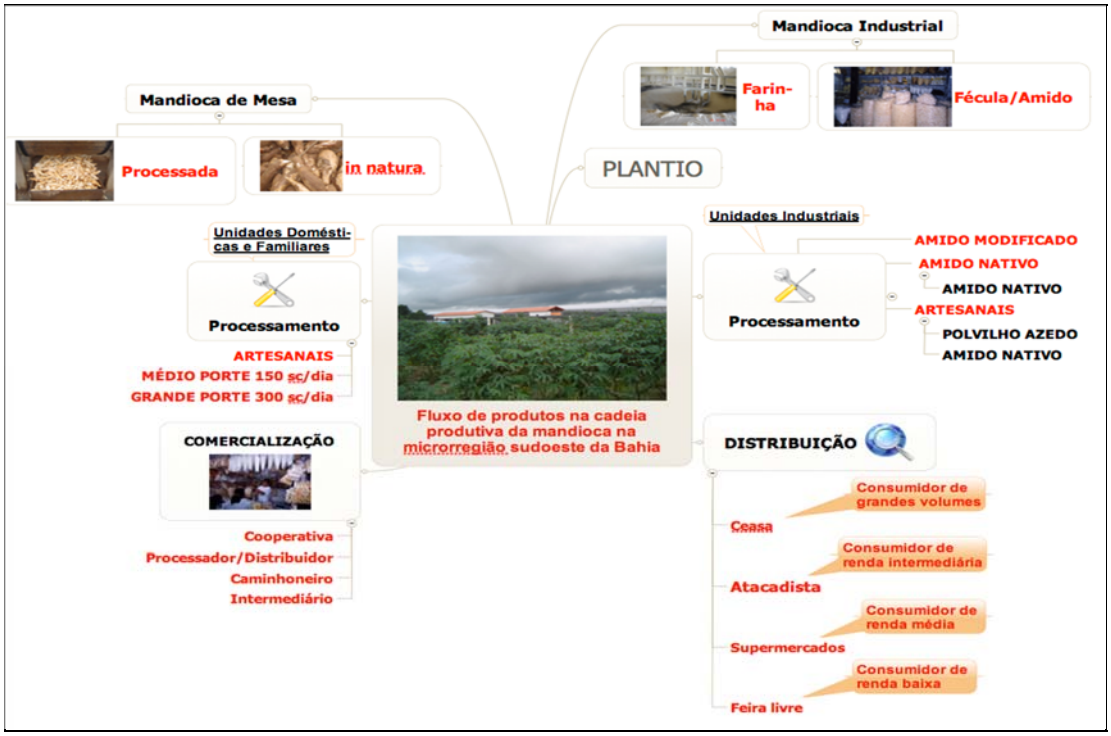
Quando se investiga a aplicação da AAE nas escalas regionais, de propriedade agrícola e de parcelas, os exemplos são ainda mais escassos. Um dos exemplos mais importantes, adequados às regiões agrícolas semiáridas, foi a Avaliação Ambiental Estratégica que a FAO fez em 2004 para o cultivo de mandioca. Esta Avaliação Ambiental Estratégica para a cadeia produtiva da mandioca, teve os seguintes objetivos estratégicos:

- Revisar o corrente conhecimento dos efeitos da produção de mandioca sobre o meio ambiente;
- Avaliar o grau de degradação do solo produzido pelo cultivo;
- Determinar as práticas de manejo apropriadas para redução dos efeitos negativos;
- Encontrar caminhos para disseminar este conhecimento e incentivar a adoção de práticas mais sustentáveis de produção;
- Avaliar o presente conhecimento sobre os efeitos do processamento da mandioca em pequena escala sobre o meio ambiente, sugerindo medidas para mitigação deste problema;

- Identificar obstáculos e sugerir políticas de mudanças de práticas que incentive o uso de técnicas de processamento da raiz ambientalmente amigáveis;
- Identificar lacunas no conhecimento e sugerir a necessidade de linhas adicionais de pesquisa, além de fazer recomendações que possam ser utilizadas em planos, políticas e programas.

Como se pode observar na figura 110, o fluxo da cadeia produtiva da mandioca na microrregião sudoeste da Bahia é bem diversificado e complexo, abrangendo não só a unidade doméstica e familiar, mas também a unidade empresarial[1]. A partir do plantio em campo, a raiz de mandioca é processada de diversas formas e comercializada em diversos segmentos. Ao mesmo tempo em que existe um consumidor de baixa renda que compra farinha e raiz "*in natura*", nas feiras livres, existe também o consumidor de renda alta que compra elevados volumes desta raiz, principalmente da fécula, no Ceasa (Central de Abastecimento).

Figura 110. Fluxo de Produto na Cadeia Produtiva da Mandioca na microrregião sudoeste da Bahia. (sc: sacos).

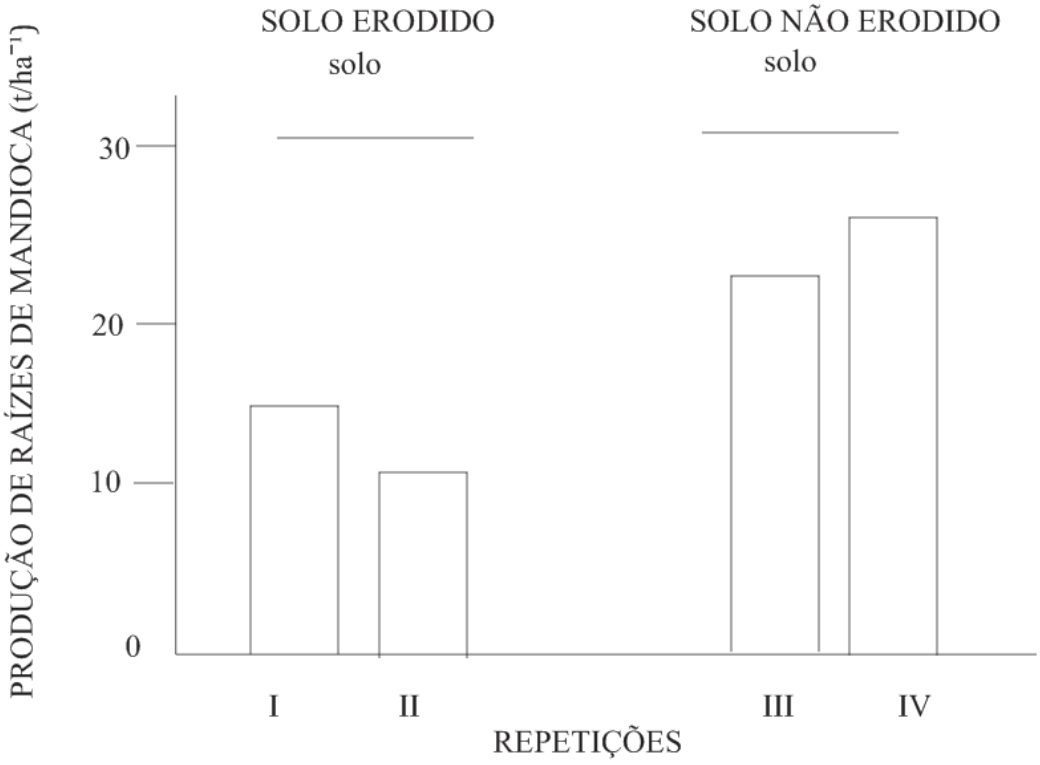


Fonte: Elaboração própria, adaptado de Souza & Otsobu (2002).

[1] A unidade doméstica é caracterizada por usar mão de obra familiar, baixa tecnologia e baixa participação no mercado. A unidade familiar adota tecnologias modernas, participa significativamente do mercado e dispõe de capital de exploração mais elevado. A unidade empresarial se caracteriza por contratar mão de obra de terceiros. Fonte: Souza & Otsobu (2002).

A FAO (2004) usou inventários e avisos de alertas para os impactos do cultivo da mandioca na biodiversidade de áreas do semiárido do nordeste do Brasil. Utilizou na sua pesquisa um conjunto de técnicas, incluindo indicadores de sustentabilidade, para medir os impactos do cultivo da mandioca na perda da fertilidade do solo, no índice de nutrientes removidos pela colheita, na determinação dos fatores de erosão hídrica e eólica, comparando as perdas ocasionadas pela mandioca com as de outras culturas agrícolas. A figura 111 abaixo apresenta um exemplo de comparação de cultivo em relação à fertilidade do solo de 18 variedades de mandioca cultivadas em solos erodidos e não erodidos. Nesta investigação a FAO relata que a á área sem aplicação de P foi 7.7t/ha^{-1} em solo erodido e 22.6 t/ha^{-1} em solo não erodido. Com a aplicação de 115 kg de P_2O_5 /ha a produção foi 18,3 e 30 t/ha^{-1} em solo erodido e não erodido, respectivamente.

Figura 111. O rendimento médio de 18 variedades de mandioca plantadas em duas repetições: numa encosta erodida e numa área plana adjacente não erodida.



Fonte: FAO (2004).

4.2 OS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE E A AAE

Hayati et al. (2010) definem indicadores de sustentabilidade como uma poderosa ferramenta para reduzir a descrição da complexidade de um sistema e integrar informação a este sistema complexo. Estes autores refletindo sobre o uso de indicadores para a agricultura argumentam que o sistema agrícola é um componente de um ecossistema maior e por consequência, os indicadores usados devem coletar informações não apenas sobre os balanços, relatos e déficits do sistema de produção agrícola, mas também sobre as deposições externas dos efeitos das emissões resultantes da produção agrícola sobre este ecossistema. Dois tipos de indicadores podem ser classificados para serem usados no contexto agrícola: a) indicadores específicos, caracterizando uma única parte de interesse do sistema; b) indicadores sistêmicos, descrevendo funções chaves e processos do sistema como um todo.

Para Donnelly (2007), os indicadores selecionados para a AAE devem ser associados a um conjunto de critérios para garantir que os objetivos do planejamento estratégico não sejam alterados. A lista de critérios que este autor indica é:

- Ser politicamente relevante;
- Cobrir um amplo leque de temas ambientais
- Ser relevante para a AAE
- Mostrar tendências
- Ser compreensível
- Estar fundamentados em termos técnicos e científicos;
- Ser adaptável
- Identificar conflitos
- Priorizar temas chaves e antecipar medidas.

Os indicadores a serem utilizados na AAE devem ser os de sustentabilidade, uma vez que esta é orientada para a sustentabilidade (Partidário, 2007).

A questão do contexto irá definir o peso de cada dimensão da sustentabilidade. Existirão contextos agrícolas no qual a degradação dos recursos naturais existentes, tipo solo, florestas recursos hídricos será tão intenso que a dimensão ambiental da sustentabilidade se imporá de forma natural, o mesmo ocorrendo com as outras dimensões em situações diferentes.

Uma importante questão é como harmonizar os indicadores de sustentabilidade com os objetivos AAE. Alguns fatores que podem minimizar esta questão são: i) Considerações de escala dos indicadores: caso os indicadores não sejam ajustados às escalas específicas podem ocorrer distorções que impliquem no não cumprimento dos objetivos da AAE; alguns indicadores podem ser bons para uma escala nacional e inadequados para uma escala regional e local ou vice-versa (Therivel, 2010). ii) evitar perda de contexto dos indicadores em relação à AAE: muitas vezes os indicadores são selecionados em função de uma resposta ou preferência que se deseje *a priori*. iii) uso de indicadores que captem o contexto da AAE, do tema e da região estudada.

Um equívoco muito comum quando se trabalha com indicadores de sustentabilidade em Avaliação Ambiental Estratégica é a escolha de indicadores pré-definidos e não originados de modelos metodológicos que aparentemente mantém coerência com os objetivos da AAE. Entretanto, tais indicadores escolhidos desta forma, principalmente quando aplicados na AAE setorial agrícola não conseguem captar tampouco as especificidades da região de estudo. Nesta situação obtêm-se indicadores desvinculados dos objetivos AAE com perda grave do contexto do trabalho e torna a escolha de um marco metodológico apropriado para o uso de indicadores fundamental para a adequada aplicação da AAE. Para Antiquera (2005), por exemplo, a utilidade de se usar indicadores depende primeiramente do seu encaixe num modelo conceitual no qual poderão relacionar-se entre si. Dahl (2007) considera que os indicadores podem ser derivados de modelos para refletirem sistemas de resiliência, suscetibilidade às perturbações e a habilidade para manter funções básicas e saídas por um longo período de tempo. Fernández (2009) argumenta que sem a consideração de um marco metodológico, qualquer seleção de indicadores deriva em um processo de avaliação *ad hoc* incompleto, baseado na experiência ou interesse investigativo dos autores, que pode resultar profundo em algumas áreas de análises, e difuso ou simplesmente ignorante em outras. A apresentação de um conjunto de indicadores sem a estratégia clara para integrar estas informações (na AAE, por exemplo) produzem uma fragmentada, e muitas vezes errônea, compreensão do sistema a ser analisado.

4.2.1 A Elaboração do *baseline* como pré-requisito para a construção de indicadores válidos

Para Therivel (2010), na etapa de determinação das condições de partida, os objetivos AAE e indicadores devem cobrir um amplo e apropriado tópico de ambiente/sustentabilidade,

incluindo biodiversidade, população, saúde humana, fauna, flora, solo, água, ar, fatores climáticos, qualidade da propriedade, herança cultural, paisagem e suas inter-relações, integrando as dimensões da sustentabilidade.

A função dos indicadores de sustentabilidade na AAE, nas sucessivas etapas da avaliação estratégica é apresentada na figura 112.

Figura 112. A função dos indicadores nas etapas de *baseline*, predição e monitoramento, no sistema AAE.



Fonte: Therivel (2010).

Os indicadores têm funções bem definidas nas etapas de *baseline*, predição e monitoramento, no sistema AAE. Conforme Therivel (2010), o *baseline* ajuda a identificar problemas existentes que a ação estratégica tenta resolver, ajusta o contexto os estágios de predição e avaliação e provém uma base na qual os impactos da ação estratégica podem ser monitorados.

Quando se descreve o *baseline* na AAE está se descrevendo, portanto, a base ambiental atual. Embora alguns aspectos do *baseline* atual possam continuar no futuro é

improvável que todos os aspectos continuem intactos, pois o clima deverá mudar, assim como as condições econômicas das pessoas, renda per capita, mudanças na legislação ambiental e outros fatores. A construção de indicadores AAE deve captar a tendência dominante. Caso se considere na AAE, por exemplo, o problema da conservação da biodiversidade em áreas adjacentes a sistemas agrícolas, o indicador de Conservação da Biodiversidade, Nº de áreas protegidas, é claramente inadequado, pois não se estará levando em consideração as pressões antrópicas nas unidades de conservação, tais como queimadas que levem a destruição das unidades além de outros fatores. Neste exemplo o número de espécies ameaçadas em curva ascendente ou declinante (indicador de resultado) é o indicador mais adequado.

Therivel (2010) considera que o baseline ambiental não pode ser descrito pela AAE com um nível de detalhamento próprio da Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), pois o excesso de informação resultaria sem sentido para AAE. Ao invés disto, temas ou objetivos deverão representar o conjunto de dados ambientais e os indicadores mais detalhados devem atuar como exemplos representativos de tais dados para fins de monitoramento, conforme é exemplificado na figura 112.

4.3 SELEÇÃO DO MARCO METODOLÓGICO DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE ADAPTADO AO CONHECIMENTO DO CONTEXTO AGRÍCOLA

Em função do modelo conceitual que se adote**,** os marcos metodológicos de avaliação da sustentabilidade mediante indicadores, conforme indica Fernández (2009), podem ser classificados em três tipos:

- **Marco analítico**: A operatividade da sustentabilidade dentro deste marco consiste para a autora, na aplicação de um modelo causal. Desde esta contextualização se desenha um conjunto de cadeias de causa-efeito-resposta do sistema a partir do qual se originam os indicadores de sustentabilidade.
- Dentro do marco analítico, o modelo DPSIR (Driving force, Pressure, State, Impact, and Response) para a classificação de indicadores de acordo com a observação de Peano & Cassatella (2011), parece ser o modelo conceitual mais amplamente aceito em nível internacional. As categorias de indicadores ambientais, dentro do modelo DPSIR, são exemplificadas na tabela 46.

Tabela 46. Categorias de indicadores ambientais no modelo DPSIR.

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO
Força Motriz (Driving Force)	Constituem fatores básicos que influenciam o conjunto de variáveis pertinentes ao mesmo (ex: cultivo agrícola em solos de baixa fertilidade natural).
Pressão (Pressure)	Descrevem variáveis que causam diretamente o problema ambiental (por exemplo: queimadas da floresta nativa para plantio agrícola, plantio sem adubação, ausência de técnicas de conservação de solo).
Estado (State)	A atual situação da condição ambiental (x: Percentual de florestas destruídas para plantio agrícola).
Impacto (Impact)	Descreve os últimos efeitos de mudanças no Estado (ex: Redução da produtividade agrícola e do rendimento financeiro dos cultivos devido à deterioração acentuada da fertilidade do solo causada pelo uso de práticas agrícolas inadequadas).
Respostas (Responses)	O esforço do sistema social para resolver o problema (ex: O uso da Avaliação Ambiental Estratégica para o sistema agrícola em questão).

Fonte: Adaptado de Bottero (2011).

- **Marco Sistêmico**: baseado em modelos sistêmicos que propiciam uma interpretação sistêmica do sistema. Neste enfoque o sistema econômico-social se interpreta como parte integrante do ecossistema e as regras ecológicas determinam as regras econômicas e sociais. Neste sistema os indicadores de sustentabilidade se originam dos pontos críticos que hajam sido identificados para cada um dos princípios do agro-ecossistema de estudo. São exemplos de modelos dentro do marco metodológico sistêmico: índices de impacto ambiental e capacidade de carga, a mochila ecológica, a pegada ecológica e os balanços energéticos.
- **Marco Normativo**: marco baseado em modelos hierárquicos, contendo PC&I (Princípios, Critérios e Indicadores) bem definidos, aonde os objetivos para lograr um conteúdo disciplinar específico se apresentam listados de forma hierárquica. Sobre este enfoque, o conceito de sustentabilidade postula uma aproximação multidimensional considerando a opção de separar a sustentabilidade em dimensões definindo objetivos e metas em setores produtivos ou unidades produtivas. O marco normativo segue os passos de um planejamento orientado a objetivos, no qual estes aparecem listados de forma hierárquica. A vantagem deste procedimento é o seu aspecto participativo, que permite o intercâmbio de informação entre os atores envolvidos, incluindo-se os especialistas científicos. Neste marco os indicadores derivam tanto das relações causa-efeitos (típicas do marco analítico) como do

estabelecimento de princípios gerais. Exemplo de marco metodológico de sustentabilidade pertencente a esta categoria normativa é o Marco SAFE (Sauvenier *et al*., 2006; van Cauwenbergh *et al*., 2007).

Fórmulas prontas e modelos mais usados devem ser rejeitados se não se adequarem apropriadamente à escala e contexto do trabalho. Dentre outros fatores que devem ser considerados na escolha do modelo de indicadores, Binder & Feola et al., (2010) apontam 4 questões que não são usualmente consideradas quando se escolhem modelos de indicadores para uso no setor agrícola:

- A multifuncionalidade da agricultura normalmente não é levada em conta nas avaliações da sustentabilidade;
- Nos modelos ocorre um desequilíbrio na consideração das dimensões da sustentabilidade, sendo a dimensão ambiental favorecida;
- A pesquisa tem focado na adição de importantes *gaps* no conhecimento e tecnologia, mas tem negligenciado os passos em direção à utilização e implantação deste conhecimento;
- Os resultados da avaliação resultante são difíceis de serem implantadas em tomada de decisão. Objetivos conflitantes e a interação entre indicadores não têm sido suficientemente considerada.

Para escolher o marco metodológico para a construção dos indicadores de sustentabilidade no setor específico da cadeia produtiva da mandioca na microrregião semiárida do sudoeste da Bahia, foram consideradas as observações acima, adicionadas às questões colocadas por Therivel (2010), que argumenta que indicadores de sustentabilidade deverão testar as opções estratégicas para alcançar os objetivos da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE). Desta forma pode-se afirmar que dos três marcos existentes: analítico, sistêmico e normativo (orientado para objetivos), o último marco se adapta melhor a este sistema agrícola. Esta posição encontra ampla concordância em Fernández (2009), que sustenta que o marco analítico, no qual os métodos PSR (Pressure-State-Response) e DPSIR são os mais importantes, é muito limitado para a escala de exploração agrícola. Isto se deve, para esta autora, ao fato de que os métodos deste marco foram desenvolvidos para serem empregados em escala macroeconômica (regional nacional e transnacional). Se aplicados na escala de exploração agrícola, a maioria dos indicadores selecionados, como por exemplo o

aporte de fertilizantes, seria classificada como de pressão. Deste modo, inexistiriam indicadores das demais categorias, e os poucos existentes seriam qualitativos, pelo qual a relação causa-efeito que subjaz neste marco, não poderia ser delineada na sua aplicação para a agricultura e por consequência, as ações necessárias para a melhoria da sustentabilidade agrícola tampouco poderiam ser identificadas. Isto não impede, entretanto, que estes importantes indicadores denominados PSR, sejam usados em outro marcos e modelos metodológicos.

No modelo SAFE (*Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework)*, por exemplo, os indicadores PSR /DPSIR são usados apenas na dimensão ambiental (Van Cauwenbergh & Biala, 2007).

Os modelos metodológicos existentes e que podem ser aplicados na agricultura, conforme Binder et al.(2010), são:

a. **ISAP** (Indicator of Sustainable Agricultural Practice). Este modelo foca sobre a sustentabilidade de práticas agrícolas específicas, e os indicadores elaborados servem em particular para comparar ameaças relativas à sustentabilidade por diferentes métodos agrícolas permitindo uma avaliação com dados disponíveis limitados. Ex: Redução de recursos de fontes não renováveis dentro da propriedade agrícola.

b. **RISE** (Response-Inducing Sustainability Evaluation). Este modelo permite analisar e comparar a sustentabilidade de uma diversidade de sistemas de produção agrícola. Ele é caracterizado pelo equilíbrio entre o rigor da análise, a complexidade da realidade, e a transparência dos resultados, o que o torna compreensível e aplicável para um público de agricultores. Neste método o escore de cada indicador é calculado na base de parâmetros do Estado (State) e Força Motriz e normalizado no denominado *Graus de Sustentabilidade* no qual o valor é calculado para cada indicador e dado pela diferença entre *State* e *Driving Force* e normalizado na base de uma escala entre 0 (o pior caso) e 100 (o melhor caso). Ex: Uso de métodos de proteção e melhorias do ambiente natural dentro da propriedade agrícola.

c. **IDEA** (Indicateur de Durabilité des Exploitations Agricoles). Este método analisa a sustentabilidade em nível de propriedade agrícola a partir de algumas premissas: i) A propriedade agrícola deve ser viável economicamente para o agricultor e sua família; ii) Se deve garantir a capacidade de recuperação do ambiente. Neste modelo um conjunto de 41 indicadores são derivados, contemplando as três dimensões da sustentabilidade.

Ex: Práticas agrícolas para a proteção de recursos do solo.

d. **FESLM** (Framework for the Evaluation of Sustainable Land Management). O método fornece um sistema estratégico para avaliação da sustentabilidade no manejo de solos. Este

modelo parte da premissa que a sustentabilidade não é rígida, mas é capaz de capturar as modificações nas tipologias de áreas em desenvolvimento ao longo do tempo. Este sistema permite a possibilidade de fornecer estimativas preliminares de confiabilidade aceitável, sem esperar por todos os dados finais. Ex: População de nematoides e térmitas como indicadores biológicos da qualidade do solo.

e. **MMF** (Multiscale Methodological Framework). Este sistema visa avaliar a sustentabilidade a nível multiescala, com ênfase na agricultura familiar e manejo de recursos naturais. No MMF a avaliação dos objetivos e critérios são definidos por especialistas no processo de participação denominado *bottom-up*. Um conjunto básico de indicadores pré-determinados são adaptados ao contexto específico e objetivos dos especialistas. Ex: Conjunto de benefícios obtidos por diferentes grupos de agricultores.

f. **SAFE** (Sustainability Assessment of Farming and the Environment). Este sistema propõe uma metodologia hierárquica e holística para avaliar a sustentabilidade do sistema agroecológico nos níveis de planos regionais de ação, no contexto de propriedades e parcelas agrícolas. Este método permite uma maior liberdade aos pesquisadores na seleção dos indicadores e não há a ocorrência de indicadores pré-definidos. Ex: A proporção de habitat que está presente no cenário da propriedade agrícola em relação com a lista de habitat que podem ser encontrados potencialmente no agro-ecossistema.

g. **SSP** (Sustainability Solution Space for Decision Making). É um integrativo método para a avaliação da sustentabilidade, caracterizado por ser aplicado em diferentes tipos de avaliação. A abordagem é sistêmica, multidisciplinar e dinâmica graças às análises das ligações entre os indicadores utilizados. O método utiliza os indicadores selecionados na forma de intervalos. A sustentabilidade ocorre num espaço correspondente aos maiores valores alcançados pelos indicadores. O possível *Espaço de Solução da Sustentabilidade* é determinado através do exame das consistências e contrastes entre os intervalos, e também através do ranqueamento e composição dos indicadores. O processo suporta a abordagem transdisciplinar, com inclusão da participação pública e de especialistas. Ex: Possíveis arranjos de suprimento hídrico de uma comunidade. A solução deste tipo de indicador, dentro do método SSP é alcançado pela identificação do Espaço de Solução da Sustentabilidade. Na tabela 47, analisam-se os diversos modelos metodológicos de indicadores usados em sistemas agrícolas quanto aos objetivos, grupo alvo, definição de sustentabilidade e pré-definição de indicadores.

Tabela 47. Modelos metodológicos, objetivos, grupo alvo, definição de sustentabilidade e pré-definição de indicadores usados em sistemas agrícolas.

MODELO METODOLÓGICO	OBJETIVO	GRUPO ALVO	DEFINIÇÃO DE SUSTENTABILIDADE	TRATAMENTO INDICADORES PRÉ-DEFINIDOS
SLM (Smyth and Dumanski, 1993).	Guiar a análise da Sustentabilidade do uso do solo Modelo integrativo: considera a integração de todos os fatores.	Planejadores	Produtividade, Segurança, Proteção, Viabilidade e Aceitabilidade.	Ajuste de potencial indicador é necessário
MMF (Lopez-Ridaura, 2002, 2005a,b).	Avaliar a sustentabilidade multiescala com ênfase no agricultor e no manejo dos recursos naturais.	Pesquisadores, formuladores de políticas.	Produtividade, Estabilidade, Resiliência, Confiança, Adaptabilidade.	Ajuste básico é adaptado para contextos e objetivos dos *stakeholders*
SAFE (Van Cauwenbergh et al., 2007).	Identificar, desenvolver e avaliar sistemas de produção agrícola, técnicas e políticas.	Pesquisadores, formuladores de políticas.	Diversidade Biológica, Produtividade, Regeneração, Capacidade, Vitalidade e Capacidade de funcionar	Não há indicadores Pré-definidos
SSP (Binder et al., 2008; Binder and Wiek, 2007; Castoldi et al., 2007; Wiek and Binder, 2005).	Identificar soluções de sustentabilidade no qual *stakeholders* podem definir estratégias e permanência do sistema ou opções para que se torne mais sustentável.	Todos os atores que podem afetar a sustentabilidade do sistema, planejadores, agricultores, e formuladores de políticas.	Teoria baseada na combinação com processos transdisciplinares, incluídos: multidimensionalidade e multifuncionalidade.	Desenvolvido com base em metas e critérios
IDEA (Zahm et al., 2006).	Prover uma ferramenta para avaliar a sustentabilidade em nível de exploração agrícola.	Planejadores, agricultores, formuladores de políticas, Agricultores/ organizações agrícolas.	Viabilidade econômica, convivência social e regeneração ambiental.	Ajuste de potencial indicador é necessário
ISAP ((Rigby et al., 2001).	Operacionalizar a sustentabilidade da agricultura em ordem para dar suporte a formulações de políticas	Pesquisadores, formuladores de políticas.	Minimização de insumos não produzidos na propriedade agrícola; Minimização de recursos não renováveis; Maximização de processos biológicos naturais; Promoção da biodiversidade local; garantia de qualidade de vida e aumento da segurança aos agricultores; Sustentar a qualidade e lucro da propriedade; Melhorar a equidade;	Ajuste de potencial indicador é necessário
RISE (Häni et al., 2003, 2004, 2005; Porsche et al., 2004).	Prover uma simples e barata ferramenta holística para: a.Avaliar os graus de sustentabilidade em nível de propriedade agrícola; b.Visualizar potenciais e falhas e então induzir respostas de manejo.	Agricultores	Produtividade; Competitividade;Eficiência; Proteção e melhoramento do ambiente natural e condições socioeconômicas das comunidades locais.	Ajuste de potencial indicador é necessário

Fonte: Binder & Feola et al. (2010).

Pela observação da tabela 47, os métodos ISAP, RISE e IDEA detém um conjunto padrão de indicadores dirigidos a processos ambientais, econômicos e sociais chaves. SAFE e FESLM permitem aos pesquisadores mais liberdade na seleção dos indicadores. No caso do SAFE, não há lista pré-definidas de indicadores. FESLM provém uma lista de tentativas, no qual se supõe ser adaptado a cada caso específico. No MMF a escolha dos indicadores não apenas dependem dos pesquisadores, mas, sobretudo dos objetivos, princípios e contribuições gerais dos *stakeholders* para o processo de avaliação. Conforme Binder & Feola et al. (2010), todos os métodos mostrados na tabela 47 são multidimensionais, exceto o ISAP. Este método limita a análise para o pilar ambiental da sustentabilidade e embora multidisciplinar na teoria, a camada de dados de outras dimensões da sustentabilidade resulta com foco na sustentabilidade ambiental. Os métodos SAFE, RISE e IDEA, têm três categorias para os seus correspondentes indicadores, correspondendo as dimensões ambientais, econômicas e sociais; enquanto o FSLM inclui sistema de atributos.

Na escolha do sistema SAFE de indicadores, considerado pelo autor deste trabalho como o mais adequado para a cadeia produtiva da mandioca na referida região semiárida, levou-se também em consideração a classificação dos métodos quanto ao tipo de participação: *Top-down* e *Bottom-up*[2], marco, enfoque, dimensão avaliada, período de avaliação, escala de análises, processo de seleção dos indicadores, obtenção de índices avaliadores, grupo de utilização e exemplos de aplicações empíricas, dentre outros fatores avaliados. Todos estes fatores são apresentados na tabela 48.

[2] Top-down - Especialistas e pesquisadores definem todo o sistema de indicadores que poderão ser utilizados pelos tomadores de decisão que podem adaptá-los segundo as condições locais, mas não podem definir o sistema nem modificar os indicadores. Bottom-up - Seleção de indicadores a partir de um processo participativo que se inicia com questionamentos na comunidade e tomadores de decisão, e finaliza com os especialistas que ajudam a estruturar os resultados obtidos.

Tabela 48. Comparação dos principais marcos metodológicos de avaliação da sustentabilidade mediante indicadores.

MARCO	ENFOQUE	DIMENSÃO AVALIADA	PERÍODO DE AVALIAÇÃO	ESCALA DE ANÁLISES	PROCESSO DE SELEÇÃO DOS INDICADORES	INTEGRAÇÃO (OBTENÇÃO DE ÍNDICES AVALIADORES)	AVALIADORES	EXEMPLOS DE APLICAÇÕES EMPÍRICAS
FESLM (1993)	Normativo (orientado a objetivos)	Econômica Ambiental	*Ex-post*	Nacional	Bottom-up*	Não integra (porém é de fácil implantação)	Consultor externo; Atores locais	Alto.
IICA (1993)	Analítico (relação causa-efeito)	Econômica Ambiental	*Ex-post*	Institucional	Top-down*	Não integra	Cons. Externo	Baixo
PSR E DPSIR (1994 E 1995)	Analítico (Relação causa-efeito)	Ambiental	*Ex-post*	Nacional Regional	Bottom-up	Índice Agregado	Consultor externo	Alto
CIFOR (1999)	Normativo (Orientado a objetivos)	Econômica Ambiental Social	*Ex-post*	Nacional Regional	Top-down Bottom-up	Não integra	Consultor externo; Atores locais	Alto (com sistematização). Estudos setoriais (manejo de florestas).
MESMIS (1999)	Normativo (orientado a objetivos)	Econômica Ambiental Social	*Ex-post* *Ex-ante*	Sistema Agrícola Exploração Agrícola	Bottom-up	Integra (uso de gráficos AMOEBA)	Cons. Externo Diversos setores	Muito alto (com sistematização) usado em comunidades de trabalhadores rurais da América Latina
INSURE (2005)	SISTÊMICO	Econômica Ambiental Social Institucional	Ex-post	Regional	Top-down	Integra (uso de gráficos de pizza)	Cons.Externo.	Baixo. Principalmente trabalhos de consultoria.
SAFE (2007)	Normativo (orientado a objetivos)	Econômica Ambiental Social	Ex-post	Sist. Agrícola Exp.Agrícola Parcela agric.	Top-down Bottom-up	Integra	Cons.Externos Atores locais	Marco recente

Fonte: Fernández (2009).

Conforme é mostrado nesta tabela, alguns marcos metodológicos não contemplam todas as dimensões da sustentabilidade, como ocorre com os métodos PSR/DPSIR, FESLM, IICA. Outra inadequação com o sistema AAE (objeto deste capítulo) é referente ao enfoque. Necessariamente o marco a ser utilizado deve ser orientado a objetivos, uma vez que a função dos indicadores, em sintonia com Therivel (2010), deverá ser dentro do sistema AAE, de testar as opções estratégicas para alcançar os objetivos AAE, integrando-os completamente à sustentabilidade. Por este ângulo de análise, os marcos IICA, PSR/DPSIR, INSURE, não poderiam ser usados neste exemplo da cadeia produtiva da mandioca, na citada região semiárida.

Em relação ao método MESMIS, uma possível opção alternativa, há o fato do período de avaliação *ex-post* e *ex-ante*, aumentar os custos e deslocar recursos humanos em dois períodos de avaliação. O método SAFE usa apenas o período *ex-post*.

Com referência à escala de análise, fator muito relevante para o trabalho com a cadeia produtiva da mandioca, no semiárido, apenas dois marcos usam a escala de análise para sistemas e exploração agrícolas: o MESMIS e o SAFE. Este último abrange ainda as parcelas (subáreas na propriedade agrícola), relevantes para o contexto deste sistema agrícola. As escalas de análise, nacional, institucional e mesmo regional, não se adaptariam bem a este trabalho.

4.3.1 Justificativa da seleção do marco metodológico

Com referência ao processo de seleção dos indicadores, o autor da tese considera que o mais adequado para a cadeia produtiva da mandioca é o uso dos dois métodos: *top-down* e *bottom-up*.

O marco INSURE, por exemplo, com enfoque sistêmico e que avalia em âmbito regional as quatro dimensões, não se adaptaria a este contexto, por usar no processo de seleção dos indicadores, exclusivamente, o método *top-down* com consultores externos. Da mesma forma, o método MESMIS, teria problema similar por usar apenas o método *Bottom-up*, enquanto o SAFE usaria os dois métodos. Com relação aos avaliadores, considerou-se na escolha do marco a ser utilizado, como a mais desejável, a participação tantos de consultores externos como de atores locais e institucionais.

Os principais pré-requisitos na seleção da metodologia de escolha do plano de indicadores para a avaliação da sustentabilidade agrícola da cadeia produtiva da mandioca na área de estudo, foram: a. método específico para sistemas agrícolas; b. método que abrangesse

os três pilares da sustentabilidade ambiental, econômico e social e permitisse uma visão integrada da sustentabilidade agrícola; c. método que permitisse a seleção dos indicadores de sustentabilidade, avaliados em relação a critérios de confiança diretamente relatados para as pressões e impactos que são mais relevantes para a agricultura como também a aplicabilidade dos mesmos, permitindo o seu cálculo operacional sobre a base de informações obtidas diretamente de agricultores (Gómez-Limón & Sanchez- Fernandez, 2010); d. A agregação de múltiplos indicadores de sustentabilidade formando um conjunto de indicadores ou índices, no qual se tornasse fácil compreender não só o complexo conceito de agricultura sustentável, como também permitir que este conceito fosse operacionalizado; e. Inclusão do tema biodiversidade na definição de sustentabilidade (v.tabela 47, método SAFE); f. modelo metodológico que pudesse permitir o uso dos dois métodos: *top-down* e *bottom-up* no processo de seleção dos indicadores; f. método que pudesse ser aplicado tanto ao sistema agrícola como à exploração e parcela agrícola, com o objetivo de identificar, desenvolver e avaliar sistemas de produção agrícola, técnicas e políticas, no contexto da cadeia produtiva da mandioca g. método no qual os indicadores não fossem pré-definidos para que pudesse permitir captar os contextos da área geográfica do presente trabalho de pesquisa; h. método no qual não houvesse necessidade de ajustes de potenciais indicadores.

No sistema SAFE, os indicadores refletem as funções do agro-ecossistema. Algumas complicações que podem dificultar o conteúdo baseado na estrutura PC&I (Princípios, Critérios e Indicadores), são evitadas no sistema SAFE: 1. Problema com a seleção dos indicadores; 2. Problemas de escala para a implementação como um sistema; 3. Ausência de valores de referência para testar temas de sustentabilidade (Van Cauwenbergh & Biala, et al., 2007). Evita-se ainda, o problema crucial que é o de evitar o uso de indicadores pré-definidos ou fixos. Conforme observa López-Ridaura (2005), cada sistema é único e critérios específicos e indicadores podem ou não ser relevantes para todos os casos.

Tendo em vista os pré-requisitos citados, escolheu-se o modelo SAFE (*Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework)*, desenhado especificamente para sistemas agrícolas.

4.3.2 Ajuste e Adequação dos Indicadores ao Marco Metodológico Escolhido

Recursos naturais fornecidos ao ecossistema, dentro do sistema SAFE, são: ar, água, solo, energia e biodiversidade (habitat e recursos bióticos). Exceto para o habitat, todos os recursos naturais podem ser caracterizados por estoques e fluxos, sejam ou não parte do ciclo

natural. Recursos naturais fornecidos ao ecossistema, dentro do sistema SAFE, são: ar, água, solo, energia e biodiversidade (habitat e recursos bióticos). A decisão para expressar um dado princípio em termo de estoque ou fluxo é largamente arbitrária, mas é baseado na importância relativa dos fluxos e estoques no agro-ecossistema.

Dois conjuntos de funções do agro-ecossistema são considerados no SAFE:

1. Armazenamento seguro dos fluxos residuais da cadeia produtiva;

2. Regulação ou suprimento dos recursos naturais. Neste caso (regulação de fluxo), a ênfase é sobre o fluxo regular, em qualquer tempo, para verificar se uma suficiente quantidade de recurso está disponível para uso. No SAFE, a escolha entre um e outro caminho para expressar estas funções são feitas na base da importância relativa do estoque versus fluxo. As principais funções dos recursos naturais do agro-ecossistema da mandioca na área de abrangência de estudo é mostrada na tabela 49.

Pela observação da tabela 49, de acordo com a metodologia do SAFE (Sauvenier *et al*., 2006), pode-se ver que o agro-ecossistema da mandioca tem uma dupla função em relação ao solo: manter um suficiente estoque de solo e manter a qualidade deste estoque. Embora as condições do solo sejam dinâmicas e não estáticas, escolheu-se (arbitrariamente) definir as funções do solo em termos de estoque e não de fluxo. O motivo desta escolha se verifica apenas para enfatizar às condições de degradação dos solos existentes nas áreas de plantio de mandioca na área de estudo, com redução acentuada das condições para a prática agrícola sustentável; estoque e fluxo, entretanto, na teoria SAFE, são complementares e a depender do processo no qual se queira dar ênfase, pode-se fazer a inversão.

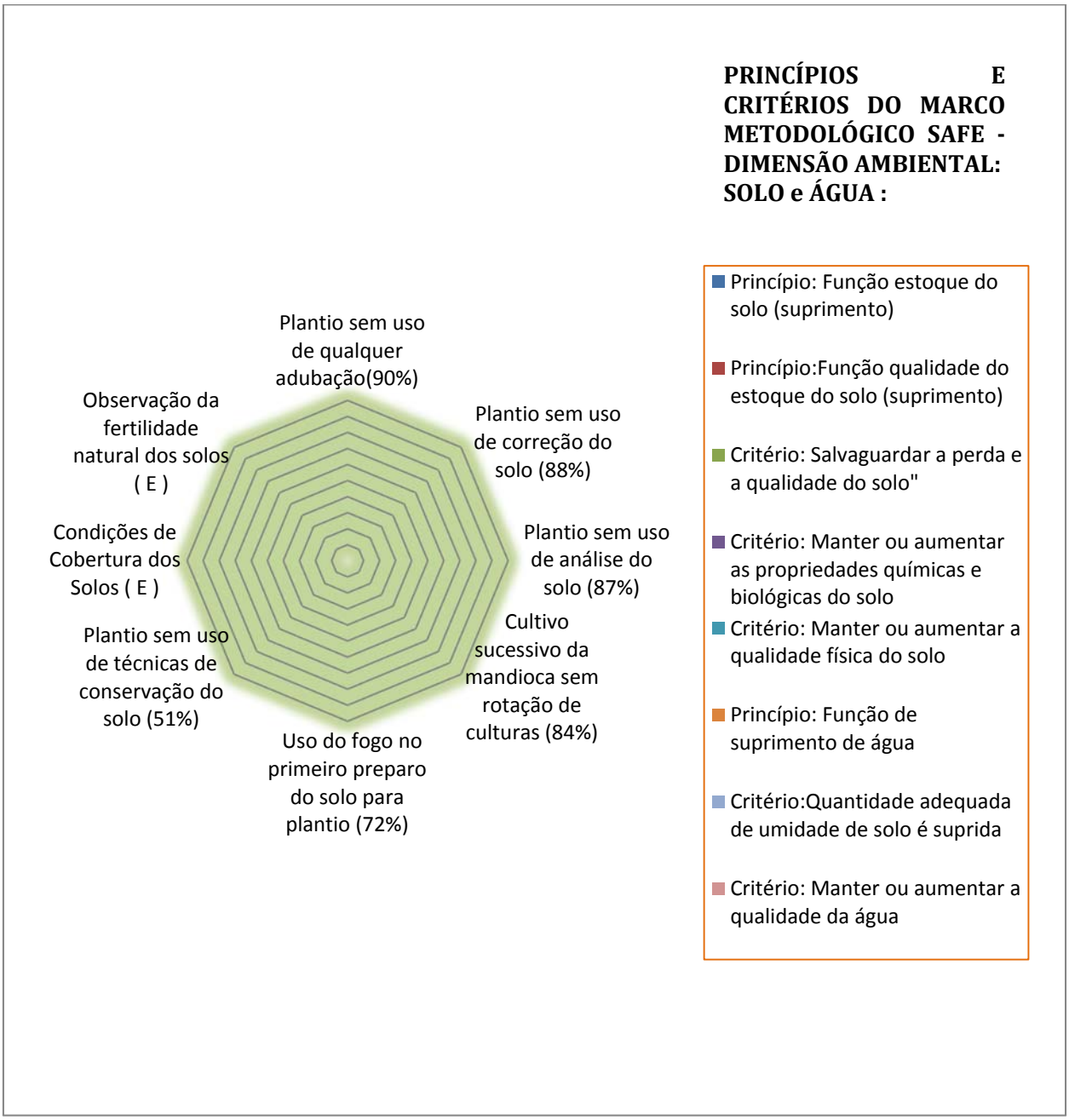
Tabela 49. Principais funções do agro-ecossistema da mandioca na microrregião sudoeste da Bahia de acordo com o SAFE.

		ESTOQUE		FLUXO		
RECURSO NATURAL		Função de Retenção		Função de Regulação	Função de Suprimento	
		Quantidade	Qualidade[1]		Quantidade	Qualidade[1]
Solo (físico, químico e biológico)		Sim	Sim	/	/	/
Água	Superfície da água	/	/	Sim	Sim	Sim
	Água do solo	/	/	na[2]	Sim	Sim
	Lençol freático	/	/	na[2]	Sim	Sim
Ar	Atmosfera	/	/	Sim	Não	Sim
	Ar do solo	/	/	na[2]	Sim	Sim
Fluxos Energéticos	Transferência de energia entre níveis tróficos	/	/	Sim	Sim	na
Resíduo Líquido	Manipueira	/	/	Sim	na	na
Espaço Físico +-	Vegetação/solos	Sim	Sim	/	/	/
Paisagem	Vegetação/solos: usou-se para este recurso natural o modelo DPSIR (Pressão-Estado-Impacto-Resposta)	Sim	Sim	/	/	/
Biodiversidade/Flora e Fauna	Planejada	Sim	Sim	Na	/	na
	Funcional (Natural)	Sim	Sim	Na	/	na
	Herdada (Natural)	Sim	Sim	Na	/	na
Biodiversidade/habitat	Planejada	Sim	Sim	Na	/	na
	Funcional	Sim	Sim	/	/	Sim
Integridade do Ecossistema	Resiliência e Resistência	/	/	Sim	/	na

Fonte: Adaptado de Sauvenier *et al.,* (2006).

Os princípios (primeira categoria hierárquica do método SAFE) e os critérios relativos aos recursos de solo e água (impactos) selecionados pelos agricultores e especialistas, depois de uma consulta, são exemplificados na figura 113.

Figura 113. Princípios e Critérios dos recursos solo e água, selecionados por agricultores e especialistas (E) conforme o seu grau de importância e de acordo com o percentual de frequência de ocorrência na área de estudo (número entre parênteses).



Fonte: Elaboração dos autores, a partir de Sauvenier *et al*., (2006).

Obs: Os impactos selecionados pelos especialistas (E) não constam graus de frequência na área de estudo.n

i. Solo e Água

O critério associado com a função de estoque de solo, tal como preconizado por Sauvenier *et al*. (2006), é minimizar a perda de solo. Perda de solo por água, vento, preparo do solo para plantio, erosão por movimentação de solo, necessitam ser minimizados, tanto para conservar o(s) recurso (s do) solo, como para prevenir os efeitos perigosos das enxurradas. Para a qualidade do solo, a física do solo (a densidade volumétrica, a capacidade de retenção de água), a qualidade química (pH, poluentes adsorvidos, conteúdos de nutrientes) e a qualidade biológica (conteúdo em matéria orgânica, biodiversidade, atividade enzimática) são levados em consideração.

Em relação ao recurso água, elaborou-se um princípio e dois critérios (v. fig. 5), relacionados com a água de escorrimento. Para esta escolha levou-se em consideração o contexto do bioma caatinga, área geográfica do presente trabalho.

Da mesma forma a qualidade da água de irrigação, devido a impactos do uso de agrotóxicos, fósforo (eutrofização) e nitratos não tem importância direta no contexto do estudo, embora possa ocorrer por contaminação atmosférica. Acrescente-se ainda o fato de que nos locais de plantio de mandioca, não há exemplos de irrigação deste cultivo como também não se verifica a ocorrência de fenômenos de chuva horizontal, umidade retida das nuvens pelas montanhas. A geografia desta área de estudo é caracterizada por longas planícies e poucas montanhas.

4.3.3 Ponderações

i. Ponderação do poder decisório dos agentes envolvidos.

Os indicadores elaborados a partir dos impactos detectados se conectam neste trabalho com a Avaliação Ambiental Estratégica, na qual a tomada de decisão resulta fundamental. Desta forma a ponderação dos agentes decisórios é uma etapa importante que afeta diretamente não só os indicadores elaborados como todo o processo da AAE. Refletir as relações de poder existentes neste tipo de processo além de não ser uma tarefa fácil exige conhecimento profundo do contexto no qual as ações ocorrem.

ii. Ponderação das dimensões da sustentabilidade

As dimensões da sustentabilidade recebem atribuição de pesos de acordo com os objetivos da AAE. Desta forma a dimensão ambiental recebe peso 5; A econômica peso 4. e a

social-cultural peso 3,5. Todos os indicadores elaborados refletiram estas atribuições de pesos.

4.3.4 Uso de software específico

Uso de Software para a análise multicritério e análise de sensibilidade. O software utilizado foi o Pradin 3.0, elaborado pelo Centro Nacional de Pesquisas Científicas do Brasil (CNPq), junto com outras entidades de pesquisa e desenhado especificamente para estes tipos de análises. As vantagens do uso dos softwares específicos residem nas possibilidades de obtenção de várias análises, além de ponderações de variáveis múltiplas. A figura 114 apresenta estas possibilidades. O software usado pondera os indicadores e os agentes decisores.

Figura 114. Software Pradin 3.0 usado para análise multicritério e de vulnerabilidade



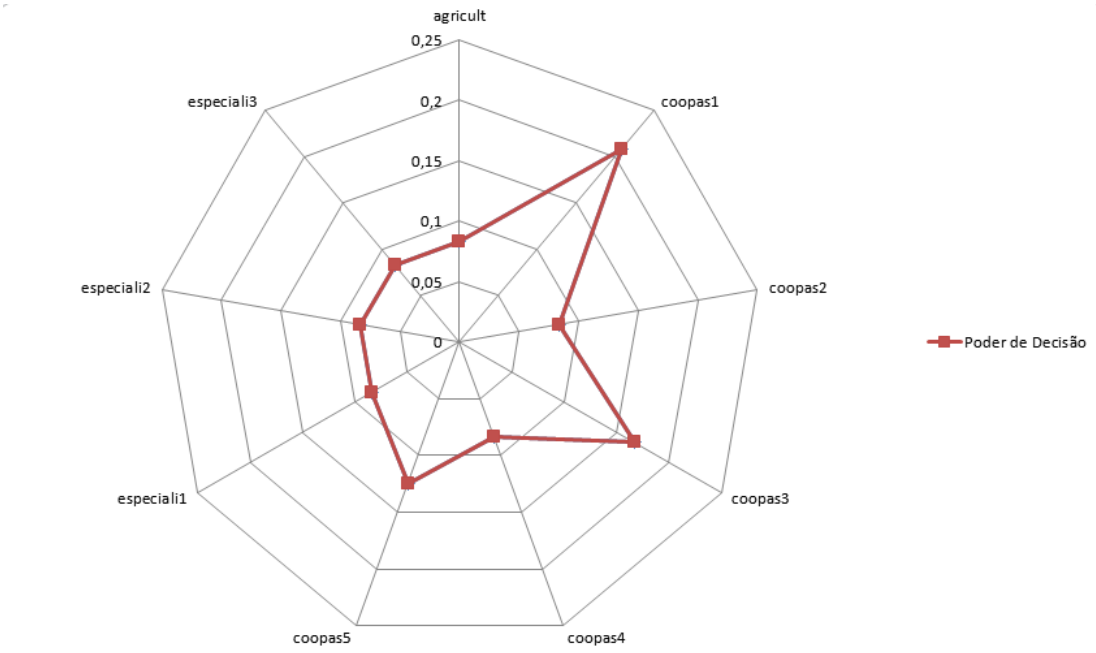
Fonte. Pradin 3.0.

4.3.5 Análise Multicritério

i. Análise Multicritério dos Agentes Decisores

Foram atribuídos pesos (0-5) aos agentes decisores a partir de consultas a especialistas que trabalham diretamente com a Coopasub e do conhecimento de contexto do autor da tese. Embora esta atribuição de pesos tenha um caráter subjetivo, procurou-se ponderar o poder de decisão dos agentes quanto aos impactos ambientais discutidos neste trabalho, importantes para a Avaliação Ambiental Estratégica. O diagrama radar da figura apresenta esta situação.

Figura 115. Poder de decisão dos agentes envolvidos quanto aos impactos ambientais selecionados para a análise multicritério.



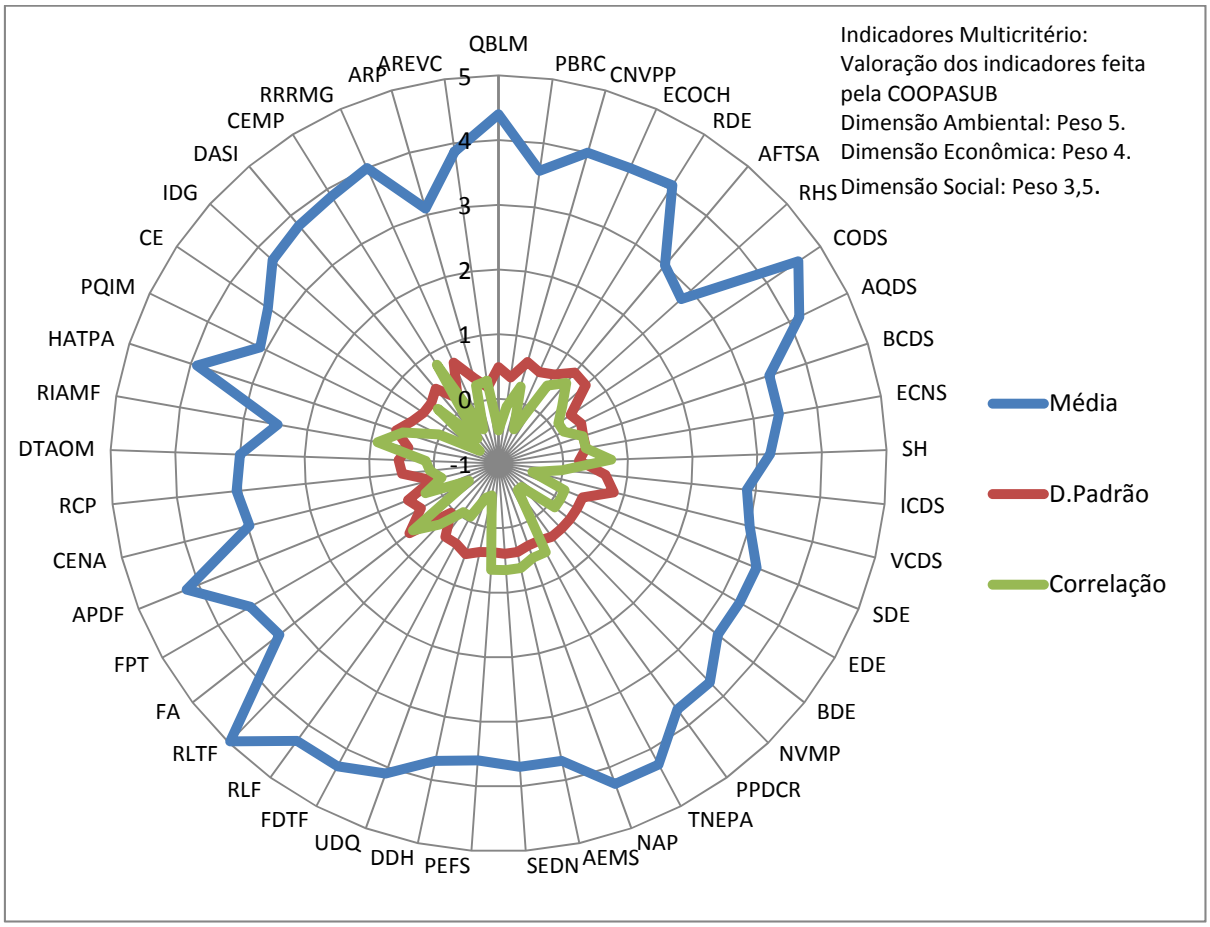
Fonte. Pradin 3.0.

Pela observação da figura, pode-se afirmar que a decisão de agir contra os efeitos dos impactos ambientais selecionados pelas três categorias, na presente análise multicritério é pontuada primeiramente à presidência da Coopasub (Coopas1) e depois ao seu diretor administrativo (Coopas 3). Depois vem o representante institucional. As demais categorias, agricultores e especialistas, tem poderes menores, assim como também os dois diretores da Coopasub (coopas 2 e 4).

ii. Análise multicritério dos indicadores elaborados quanto às dimensões da sustentabilidade.

Os indicadores elaborados, já submetidos a análise multicritério e representados graficamente quanto à importância atribuída às dimensões da sustentabilidade, são mostradas na figura 116.

Figura 116. Representação gráfica da análise multicritério dos indicadores de sustentabilidade.



Fonte. Elaboração própria a partir do software de indicador multicritério Pradin 3.0.

Observando-se a figura, pode-se ver que o indicador que mais pontuou no processo participativo foi o indicador econômico RLTF (Rendimento Líquido do Trabalho Familiar), entendido como o rendimento líquido do trabalho familiar. Na discussão que se seguiu na apresentação dos indicadores para a direção da Coopasub, este indicador foi considerado importante para diminuir a pressão sobre o bioma. Para estes agentes decisores não é possível proteger o ambiente sem aumentar o rendimento líquido dos agricultores. Raciocínio idêntico ajudou a pontuar o indicador APDF (Aumento na Produção de Fécula). Entretanto, os indicadores da dimensão ambiental da sustentabilidade predominaram em relação às outras duas dimensões. No sentido horário do gráfico, se inicia com QBLM (Quantificação da Biomassa Primária Líquida ou Resíduo Primário Líquido) e termina com FDQ (Frequência de Queimadas). Os indicadores QBLM e CODS (Carbono Orgânico do Solo), bem pontuados, refletem a importância dada pelo conjunto destes agentes à dimensão ambiental da sustentabilidade nesta cadeia produtiva.

4.4 REFERÊNCIAS

ANTEQUERA, J. (2005). El potencial de sostenibilidad de los asentamientos humanos. Cátedra UNESCO de la Universidad Politécnica de Barcelona, Barcelona. 351 pp.

BINDER, C. R., G. FEOLA, *et al.*, (2010). Considering the normative, systemic and procedural dimensions in indicator-based sustainability assessments in agriculture. Environmental Impact Assessment Review, **30**(2): 71-81.

BOTTERO, M. (2011). Indicator Assessment System. *In* Landscape Indicators. (Ed. Cassatella, C.; Peano, A.). Springer. Dordrecht, Heidelberg, London, New York. 222 pp.

DAHL, A. L. (2007). Integrated Assessment and Indicators. *In* Sustainability Indicators. (Ed. Hak, T.; Moldan, B.; Dahl, A. L.). Island Press. Washington, Covelo, London. 413 pp.

DONNELLY, A.; JONES, M.; O'MAHONY, T.; BYRNE, G. (2007). Selecting environmental indicator for use in strategic environmental assessment. Environmental Impact Assessment Review, **27**(2): 161-175.

FAO (2004). Strategic Environmental Assessment: An Assessment of the Impact of Cassava Production and Processing on the Environment and Biodiversity. Food and Agriculture Organization of the United Nations & International Fund for Agricultural Development. Roma. 154 pp.

FERNÁNDEZ, G.S. (2009). Análisis de la Sostenibilidad Agrária Mediante Indicadores Sintéticos: Aplicación Empírica para Sistemas Agrarios de Castilla y León. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. España. 252 pp.

GÓMEZ-LIMÓN, J. A.; SANCHEZ-FERNANDEZ, G. (2010). Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators. Ecological Economics, 69(5): 1062-1075.

HAYATI, D.; RANJBAR, Z.; KARAMI, E. (2010). Measuring Agricultural Sustainability. *In* Biodiversity, Biofuels, Agroforestry and Conservation Agriculture. (Ed. Lighthouse, E.). Springer. Dordrecht, Heidelberg, London, New York. pp. 73-101.

LÓPEZ-RIDAURA, S. (2005). Multi-Scale Sustainability Evaluation: A framework for the derivation and quantification of indicators for natural resource management systems. PhD Thesis. University of Wageningen. 201 pp.

PARTIDÁRIO, M. R. (2007). Guia de Boas Práticas para Avaliação Ambiental Estratégica: Orientações Metodológicas. Lisboa. Agência Portuguesa do Ambiente. 59 pp.

PEANO, A.; CASSATELLA, C. (2011). Landscape Assessment and Monitoring. - *In* Landscape Indicators. (Ed. Cassatella, C.; Peano, A.). Springer. Dordrecht, Heidelberg, London, New York. 222 pp.

SOUZA, J. da S.; OTSOBU, A.A. (2002). Perspectivas e Potencialidades de Mercados para os Derivados de Mandioca. In: Aspectos do cultivo da mandioca em Mato Grosso do Sul. (Ed. OTSOBU, A.A.; MERCANTE, F.M.; MARTINS, C.S). Embrapa Agropecuária Oeste & UNIDERP; Dourados. Campo Grande. pp.25.

SAUVENIER, X; VALCKZ, J; van CAUWENBERGH, N.; WAUTERS, E; BACHEV, H.; BIALA, K; BIELDERS, C.; BROUCKAERT, V.; GARCIA CIDAD, V.; GOYENS, S.; HERMY, M.; MATHIJS, E; MUYS, B.; VANCLOOSTER, M. y PEETERS, A. (2006). Framework for Assessing Sustainability Levels in Belgian Agricultural Systems – SAFE. Part 1: Sustainable Production and Consumption Patterns. Final Report - SPSD II CP 28. Belgian Science Policy, Brussels. 125 pp.

THERIVEL, R. (2010). Strategic Environmental Assessment in Action. Earthscan. London, Washington, D.C. 366 pp.

THERIVEL, R. (2005). SEA of Agriculture, Food and Rural Development: Issues for IAIA'05. Conference on Ethics and Quality. 4 pp. [on line]. Disponível em: [http://www.iaia.org/conferences/special-meetings/prague/sea-ag-food-rural.aspx] (October 19, 2012).

VAN CAUWENBERGH, N.; BIALA, K.; BIELDERS, C.; BROUCKAERT, V.; FRANCHOIS,L.; GARCIA CIDAD, V.; HERMY, M.; MUYS,B.; REIJNDERS, J.; MATHIJS, E.; SAUVENIER, X.; VALCKX, J.;VANCLOOSTER,M.; VAN DER VEKEN.; WAUTERS, E.; PEETERS, A. (2007). SAFE—A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. Agriculture, Ecosystems & Environment, **120**(2-4): 229-242.

5 INSTRUMENTOS COMPLEMENTARES

5.1 ANÁLISE DE VULNERABILIDADE

5.1.1 Definição de Vulnerabilidade

Conforme De Lange et al. (2010), vulnerabilidade é definida como uma função de exposição do ambiente natural, ecossistema ou população a três variáveis: *1) estressor*: definida como a fonte primária inicial de impacto como, por exemplo, o despejo do resíduo líquido da mandioca no meio ambiente circundante, ou o uso da queimada como método de preparo de solo para o plantio de mandioca; *2) sensibilidade*: definida como a intensidade pela qual um determinado ecossistema, ambiente natural ou população são afetados pelo estressor; *3) resiliência*: definida como a capacidade do sistema de retornar ao estado original, antes da ação do estressor. Para a OECD (2009), vulnerabilidade define a probabilidade que deverá resultar na *resiliência* ou na quebra da *resiliência* contra uma determinada adversidade. Estas duas definições têm em comum o termo *resiliência*. Para De Lange et al. (2009), este termo tem origem na pesquisa ecológica e pode ser descrito e usado de múltiplas formas normativas. A convergência, por exemplo, dos termos vulnerabilidade e resiliência compõem o sistema socioecológico ambiental, implicando que a ação humana e a estrutura social são integradas à natureza, e que qualquer distinção entre o social e o sistema natural é arbitrário. Este autor define *Vulnerabilidade ecológica* com a mesma definição vista acima, mas com uma importante diferença: o termo *vulnerabilidade ecológica* é usado em níveis hierárquicos de organismos, populações, comunidades, ecossistemas e paisagens.

De forma geral, Julião et al.(2009), define vulnerabilidade no contexto de análise de riscos como "grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado da ocorrência de um processo (ou ação) natural, tecnológico ou misto de determinada severidade". Expressa numa escala de 0 (sem perda) a 1 (perda total).

5.1.2 Vulnerabilidade de Ecossistemas

De Lange et al. (2010) definem o termo *vulnerabilidade de ecossistemas* como o potencial de um ecossistema para modular a sua resposta a estressores ao longo do tempo e do espaço. Este potencial é determinado pelas características do ecossistema na qual incluem

vários níveis de organização. Estes autores também definem o termo de forma inversa como *uma estimativa da incapacidade de um ecossistema de tolerar estressores ao longo do tempo e espaço.*

Para Ippolito et al. (2010) vulnerabilidade *de ecossistemas* é definido como um conjunto de propriedades de um ecossistema que determina o seu potencial para ser ameaçado por um específico estressor. O termo *vulnerabilidade da comunidade biológica* é definido por estes autores a partir da análise de três características de diferentes populações:

- Susceptibilidade à exposição;
- Sensibilidade para um particular estressor;
- Potencial de recuperação em população e em nível de comunidade.

Desta forma, a avaliação da vulnerabilidade de ecossistemas é um complexo processo que necessita de um grande número de fatores a ser considerado. Entretanto, a avaliação da vulnerabilidade de ecossistemas deve compreender aspectos da comunidade e do habitat. Ambos estão interligados: caso um estressor induza mudanças relevantes no habitat, estará afetando direta ou indiretamente a comunidade biológica.

5.1.3 Vulnerabilidade na agricultura

Quando ocorre referência a sistemas agrícolas, os enfoques de vulnerabilidade se ampliam. Berry et al. (2006) afirmam que a agricultura é um sistema socioeconômico e a avaliação da vulnerabilidade deve se direcionar para as pessoas dentro do sistema, de preferência comunidades que tenham objetivos comuns. Estes autores identificam dois grupos de pessoas: a) fornecedores de insumos: neste grupo estão os agricultores e agroindústrias; b) consumidores de produtos agrícolas: neste grupo estão os consumidores de alimentos, fibras e serviços agrícolas.

Ekhin et al. (2008), no trabalho de pesquisa sobre vulnerabilidade em propriedades agrícolas, decompõem a vulnerabilidade em três dimensões: I. Função de exposição aos choques; II. Sensibilidade; III. Capacidade de adaptação. Estes autores consideram a sensibilidade como um importante componente da vulnerabilidade. Quando esta se refere às ameaças climáticas na agricultura é muitas vezes medida em termos de graus de declínio na produtividade, perdas no rendimento agrícola, aumento no custo de produção ou falha na qualidade da produção. Mas a sensibilidade é também um produto da organização de um sistema agrícola, a tecnologia e a informação empregada no sistema e a sua exposição a

outros fatores socioeconômicos e biológicos. A sensibilidade pode se tornar em casos, por exemplo, de avaliação de impactos climáticos, uma função da percepção e tolerância de risco, variáveis que são difíceis de serem capturadas em estudos de impactos. A capacidade de adaptação para estes autores é vista como uma função da flexibilidade do sistema.

O grau de diversificação dentro do sistema de produção agrícola e a diversificação econômica do agricultor são importantes fatores que determinam a sustentabilidade e servem para diminuir a sensibilidade aos impactos.

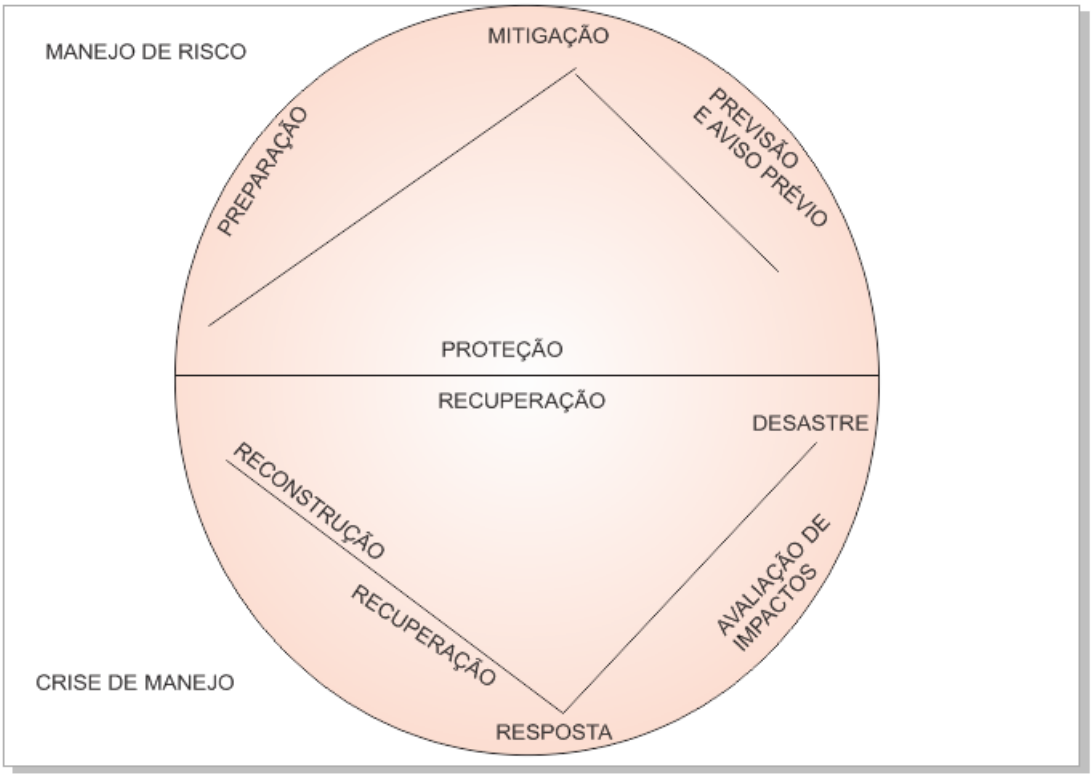
5.1.3.1 Vulnerabilidade à seca

Wilhite (2009), define vulnerabilidade dentro do contexto de seca, como "um conjunto de condições e processos resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a susceptibilidade de uma comunidade aos impactos dos perigos". Fatores positivos, que aumentam a capacidade das pessoas e da sociedade em que vivem, para lidar de forma eficaz com os riscos podem reduzir sua vulnerabilidade. A medida da vulnerabilidade, portanto, são os impactos.

Para este autor, a seca difere de várias formas de outras periculosidades naturais. A precipitação acumulada, por exemplo, pode se concentrar rapidamente num determinado período de tempo ou levar meses antes que os efeitos da seca sejam expressos ou ainda como consequência da seca, a profundidade do lençol freático pode ser aumentada. O déficit de precipitação primeiro aparece como déficit de água no solo e neste caso, o setor agrícola é o primeiro a ser afetado. Um outro fator que distingue a seca de outros tipos de periculosidade é a ausência de uma definição universalmente aceita para o termo. São milhares de definições adicionando confusão sobre a existência ou não da severidade da seca. Por estas razões a definição de seca deve ser feita regionalmente. Um outro motivo é o fato de que cada região tem características climáticas específicas. A seca, por exemplo, que ocorre no nordeste do Brasil e a na região sul do Mediterrâneo são diferentes da seca que ocorre nos grandes planaltos da América do Norte: a quantidade, a distribuição ou sazonalidade e a forma da precipitação diferem amplamente em cada uma destas localidades. Este autor considera que a vulnerabilidade à seca tem aumentado globalmente exigindo grande atenção que deve ser direcionada para redução de riscos associados com a sua ocorrência através da introdução de um plano para melhorar as capacidades operacionais (monitoramento do clima e suprimento de água, capacidade de construção institucional) além de medidas mitigatórias que possam evitar ou reduzir os seus impactos. Esta mudança de ênfase, para este investigador, entretanto,

ainda não ocorreu: *mitigar os efeitos da seca exige a utilização e gestão de todos os componentes do ciclo de desastre da figura 117, ao invés de apenas parte de gerenciamento de crise deste ciclo.*

Figura 117. Ciclo do Desastre.



Fonte: Wilhite (2009).

Wilhite argumenta que as medidas contra a seca têm sido ineficientes e que o alívio da seca, devido ao uso do gerenciamento parcial do ciclo do desastre (Figura117), na verdade aumenta a vulnerabilidade para futuros eventos por reduzir o nível de autoconfiança e aumentando a dependência externa por assistência. Para ser eficaz, estes planos devem avaliar as características da região e a sua vulnerabilidade ao risco, incorporando estes elementos num plano de preparação para a seca, conforme é mostrado na figura117. Um abrangente monitoramento integrado da seca e um sistema de alerta precoce é uma parte integrante do planejamento de preparação para a seca, uma vez que este planejamento é dinâmico, evoluindo com as mudanças sociais.

5.1.4 Metodologias de avaliação da vulnerabilidade

Existe uma variedade muito grande de metodologias de avaliação de vulnerabilidade. Alguns dos principais métodos, conforme indica De Lange et al. (2010), são listados abaixo.

- ESI (Environmental Sensitivity Index). Desenvolvido nos Estados Unidos para mapear a vulnerabilidade de costas marítimas ao derramamento de óleo. Esta é uma classificação de habitat do litoral relacionada com a sensibilidade ao derramamento de óleo e combinado com localizações de componentes sensíveis do sistema natural, ou objetos de uso humano, sobre um mapa de vulnerabilidade. Um exemplo seria uma colônia de pássaros.
- VME (Vulnerability of Marine Ecosystems). Este é um método para coletar opiniões de especialistas que descrevem quais as ameaças que afetam os ecossistemas marinhos. 23 tipos de sistemas marinhos recebem escores de 0 a 6, sobre seis medidas de vulnerabilidade para 20 categorias de estressores. O julgamento dos especialistas são usados para a aplicação do escore. O método apresenta os resultados numa classificação de sistemas de vulnerabilidade.
- OSPAR (Commission, protecting and conserving the North-East Atlantic and its resources). Neste método uma estrutura é avaliada na qual os diversos componentes do ecossistema como tipos de habitat, grupos de espécies são sistematicamente confrontados contra um conjunto de 22 diferentes pressões associadas com atividades antropogênicas. O método usa o julgamento de especialistas para classificar o grau de impacto e o potencial de recuperação para cada estressor na combinação de componentes do ecossistema.
- ReVA (Regional Vulnerability Assessment). Desenvolvido pela EPA (Environmental Protection Agency), este método é usado preventivamente para identificar ecossistemas mais vulneráveis a perdas ou ameaças num período de tempo compreendido entre 5 a 25 anos e determinar quais os estressores que estão ligados aos maiores riscos. Recursos ecológicos alvos são identificados usando-se o julgamento de especialistas e mapas de vulnerabilidade são elaborados.
- VL (Vulnerability of Landscapes). Sete tipos de uso de solo são comparados para vulnerabilidade à desertificação e erosão do solo. Classificação de tipos de paisagens é feito por modelos de cálculos, e a vulnerabilidade dos tipos de paisagem es estimada usando-se modelos estatísticos. O resultado é um mapa de vulnerabilidade.

- EVA (Ecological Vulnerability Analysis). Neste método usado para espécies animais da vida selvagem, características ecológicas são determinadas para 144 espécies selvagens. A contribuição de cada característica para a vulnerabilidade ecológica para seis tipos de contaminantes de solo são avaliados usando-se uma ferramenta de análise multicritério (software), resultando num escore de vulnerabilidade para cada espécie e um ranking de espécies para cada contaminante.

De Lange et al. (2010), depois de fazer uma exaustiva revisão dos métodos de avaliação da vulnerabilidade, chegou à conclusão de que todos estes métodos têm em comum as seguintes características:

- Uso do julgamento de especialistas. A maioria dos métodos recorre ao julgamento dos especialistas nos diversos tipos de avaliação de vulnerabilidade, como vulnerabilidade ecológica e socioecológica.
- Uso da participação pública com agentes ou atores envolvidos com o problema e selecionados por características adequadas ao contexto.
- Quantificação. É realizado por apenas um método, Metzger and Schröter (2006), e apresenta uma quantificação da vulnerabilidade, calculada com alguns modelos.
- Mapas de ranqueamentos. A maioria dos métodos produz um ranqueamento qualitativo da vulnerabilidade. Alguns aplicam escores para distribuição de espécies ou habitat para a obtenção de um mapa. Mapas são também obtidos baseados em dados quantitativos.

Este último método foi o selecionado para ser usado na Análise de Resultados de Vulnerabilidade desta pesquisa, com uma importante diferença: a maior parte das análises foram obtidas de dados quantitativos. Este método permite o uso das importantes ferramentas: Sistema de Informação Geográfica (SIG) e Sensoriamento Remoto (SR).

5.1.5 A Análise de Vulnerabilidade através do Sistema de Informação Geográfica (SIG) e do Sensoriamento Remoto (SR)

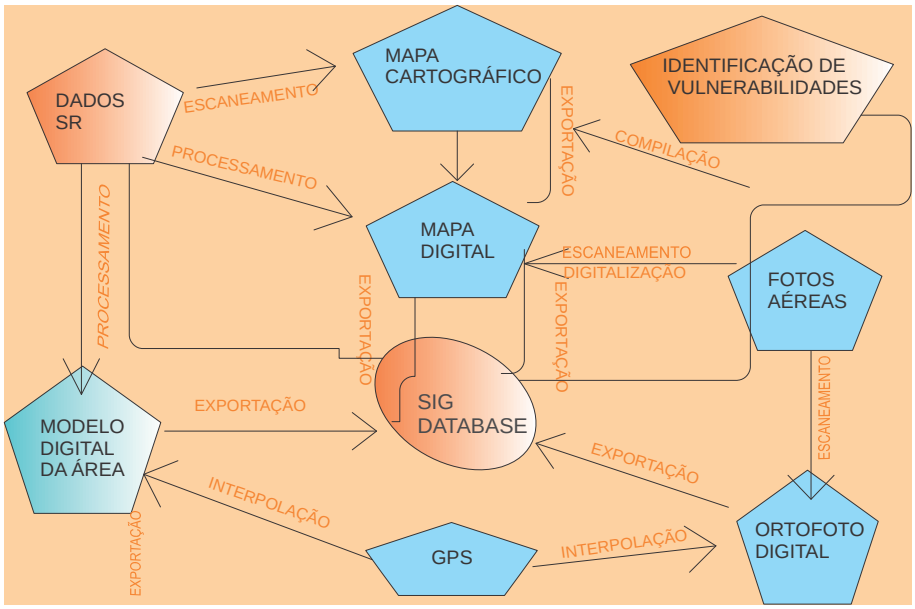
Para Skidmore (2003), muitas definições alternativas de SIG têm sido sugeridas, mas uma definição simples é que o SIG é um sistema baseado na computação para captura, armazenamento, análise e exposição de dados espaciais. O sistema SIG é diferenciado de

outros sistemas espaciais relatados por sua capacidade analítica que permite possibilitar a operação de modelagem sobre dados espaciais. Os dados espaciais no banco de dados do SIG, são predominantemente gerados por sensoriamento remoto, através da direta importação e classificação de imagens, mas também através da geração de mapas convencionais. O SR é uma parte integral do SIG e este não é possível sem o SR. Os dados de SR, como imagens de satélites e de fotos aéreas permitem mapear variações em propriedades do terreno como vegetação, água, geologia, situados no espaço e tempo. Imagens de satélite dão uma visão sinóptica e articula múltiplos usos de informações ambientais para uma grande diversidade de escalas, desde um continente inteiro até detalhes de metros. Para este autor algumas das questões típicas respondidas pelo SIG são: qual tipo de cultivo existe num ponto Y numa determinada área? Qual é a proporção de determinadas espécies de árvores ocorrentes numa determinadas região? Quais as alterações ocorrentes na vida selvagem dos últimos 20 anos no determinado local? Qual foi o aumento da salinidade dos últimos 50 anos numa dada região geográfica? Qual o tamanho de áreas no qual não houve a regeneração da vegetação de cobertura? Todas estas perguntas permitem classificar à vulnerabilidade das áreas da pesquisa relativas a uma grande quantidade de variáveis, como por exemplo: solo, pluviometria, desertificação, cobertura vegetal, hipsometria, geomorfologia, fertilidade, capacidade hídrica dos solos, relevo.

O uso do SIG e do SR nesta tese, permitiu responder outra série de perguntas, tais como: 1. Quais as propriedades agrícolas dos agricultores estão situadas em áreas vulneráveis à desertificação? Quais os tipos de solos existentes em cada uma das propriedades amostradas na pesquisa? Qual a capacidade hídrica nos locais de amostragem? Qual o número de meses sem chuvas e a localização no tempo e espaço destas condições, nas áreas de amostragem? Como evoluiu a cobertura vegetal num determinado intervalo de tempo (em anos), na área de pesquisa? Muitas outras perguntas podem ser respondidas pelo uso do SIG e do SR.

Conforme Ravenga (2005), as novas tecnologias com Sensoriamento Remoto (SR) e Sistema de Informação Geográfica (SIG), podem ser usados em decisões de manejo para estabelecer programas de monitoramento a longo prazo. A tecnologia de sensoriamento remoto, por exemplo, permite repetir as observações sob a superfície da Terra a partir de imagens de satélites. O SIG usa a combinação de dados físicos, biológicos e socioeconômicos para analisar as condições dos ecossistemas e as suas modificações, fazendo ligações entre mudanças e os impactos possíveis. Desta forma o uso destas ferramentas torna-se essencial para classificar os diversos tipos de vulnerabilidades existentes numa dada região geográfica, conforme se pode ver na figura 118.

Figura118. Relação entre SIG e SR e identificação de vulnerabilidades.



Fonte: Adaptado de Nizeyimana et al. (2003).

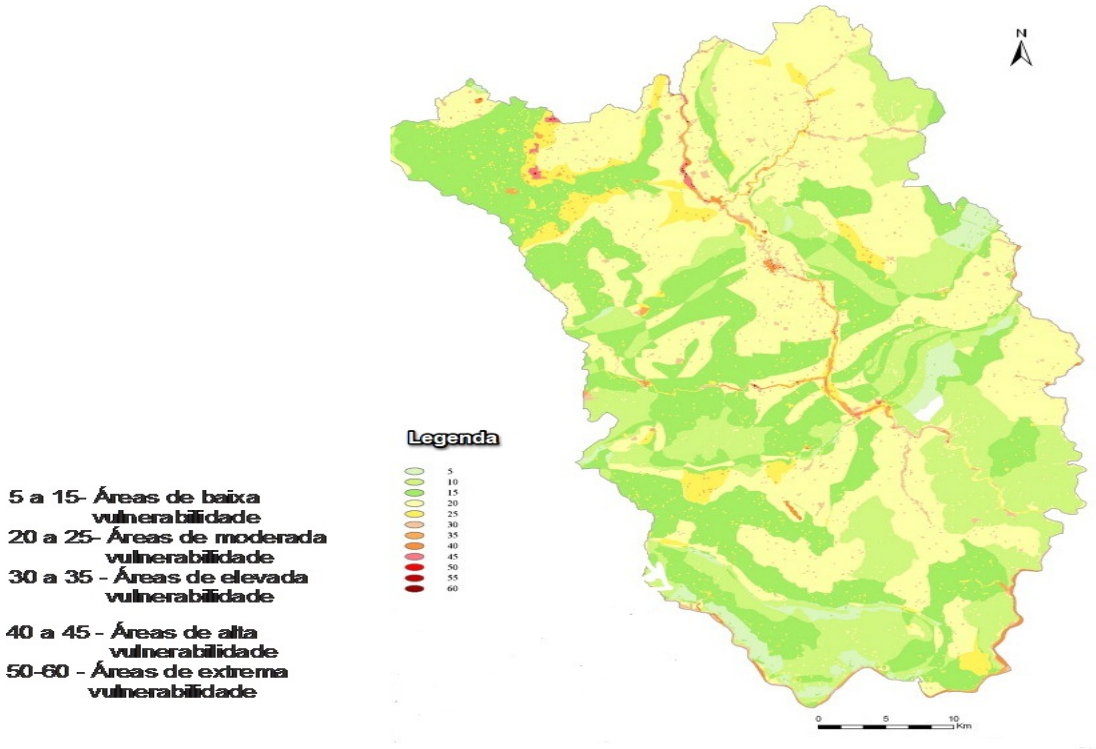
Para Nizeyimana et al. (2003), a tecnologia SIG foi originalmente desenvolvida como uma ferramenta para a organização, armazenamento, análise e exibição de dados geográficos e tem sido usado em modelos ambientais, sistemas de suporte de decisão com o objetivo de tornar essas ferramentas aplicáveis tanto no planejamento ambiental como na tomada de decisão.

5.1.5.1 O uso do SIG na determinação da vulnerabilidade aos impactos na etapa Baseline da AAE

González et al. (2011), submeteram, através de entrevistas, à dezenove especialistas quanto ao uso do SIG no contexto da Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) em plano de uso de solos para a determinação da vulnerabilidade aos impactos ambientais na etapa do *baseline*. Os entrevistados concluíram que a incorporação de dados espaciais e geoprocessamento permitiu a prestação de informações claras e espacialmente específicas. Como resultado foi percebido que o SIG tem um potencial de melhorar o processo da avaliação da AAE, facilitando a execução do plano e melhorando as informações sobre tomadas de decisão. Todos os entrevistados consideraram que os mapas produzidos nos casos estudados pelos autores, ajudaram a identificar e entender os conflitos do uso da terra e explorar as oportunidades de desenvolvimento. Estes autores, no seu trabalho de investigação, elaboraram mapas de avaliação de graus de vulnerabilidade potencial de impactos de uso do

solo, dentro da área de abrangência do *baseline* da AAE, ponderando os dados de entrada. Os resultados permitiram elaborar uma pontuação da vulnerabilidade, representando os impactos cumulativos e fornecendo uma indicação do impacto ambiental da vulnerabilidade de diferentes áreas.

Figura 119. Mapa de vulnerabilidade ambiental e categorização de vulnerabilidade.

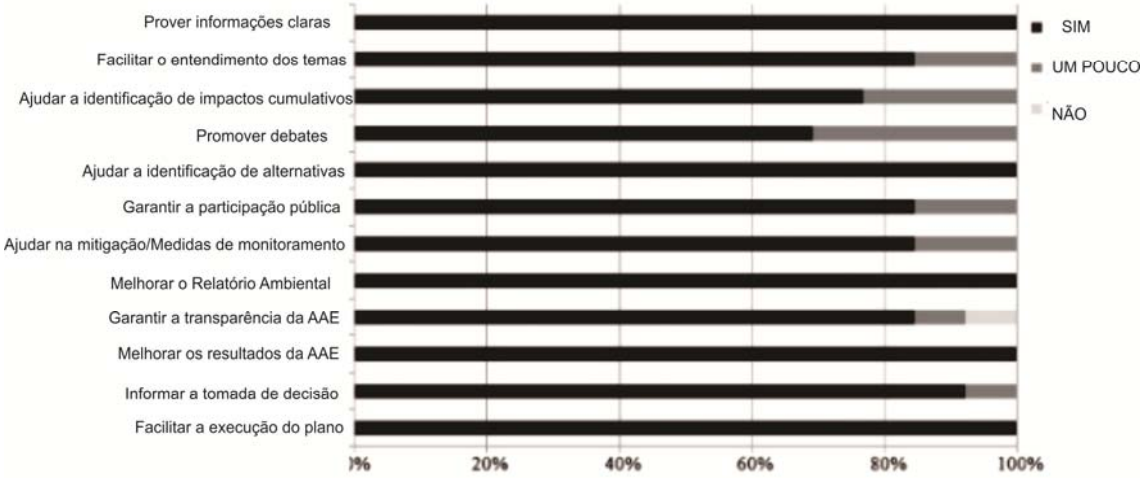


Fonte: González et al. (2011).

De acordo com Julião et al. (2009), a classificação da vulnerabilidade ou susceptibilidade expressas no mapa deverá ser estabelecida numa escala qualitativa com quatro classes: 1. Vulnerabilidade elevada; 2. Vulnerabilidade moderada; 3. Vulnerabilidade Baixa; 4. Vulnerabilidade nula ou não aplicável. Apesar desta recomendação são encontradas na literatura sobre o tema escalas de vulnerabilidade de vários tipos.

González et al. (2011), ressaltaram também a importância do SIG para a AAE, na medida em que os mapas de vulnerabilidade ambiental ajudam na determinação espacial específica, quantificando as medidas mitigatórias que podem ser adotadas. A figura 120 apresenta a percepção dos especialistas sobre a contribuição do SIG para a AAE.

Figura 120. Percepção de especialistas sobre a contribuição do SIG para a AAE.



Fonte: González et al. (2011).

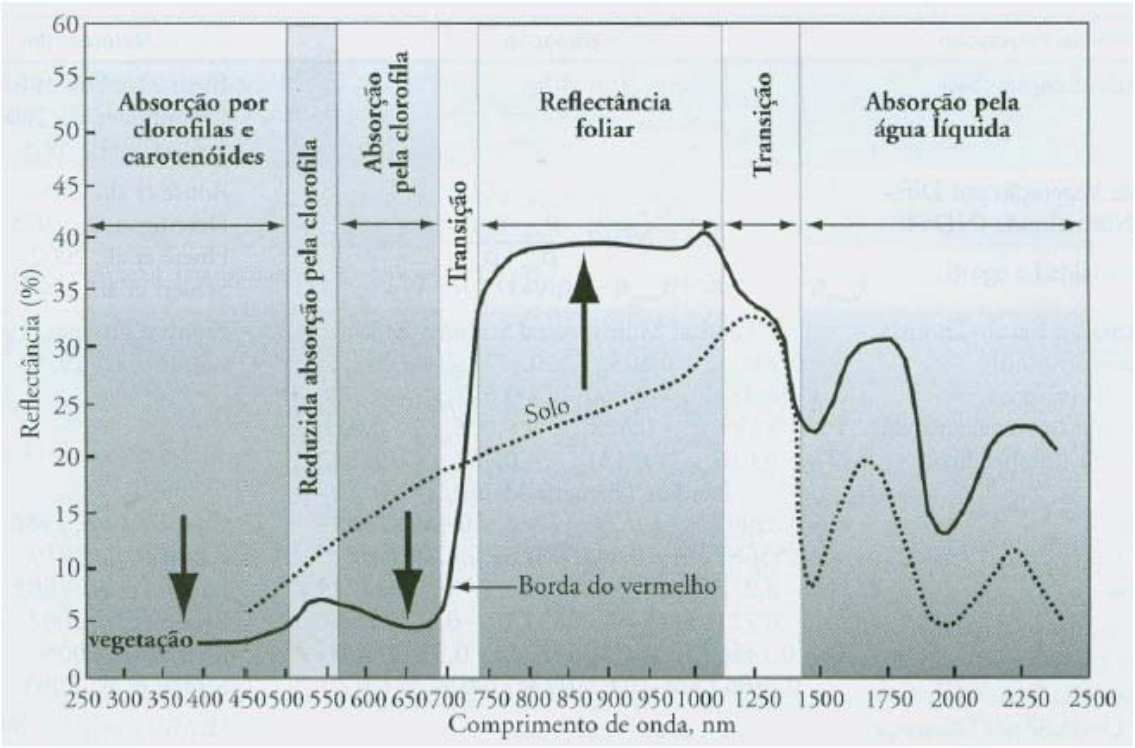
5.1.5.2 O uso do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) na Análise de Vulnerabilidade

Conforme Backes (2010), o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, ou NDVI, foi proposto a partir da normalização do Índice de Vegetação da Razão Simples para o intervalo de -1 a +1, consistindo numa relação entre as medidas espectrais de duas bandas, a do infravermelho próximo e a do vermelho. Embora numericamente os valores do NDVI possam variar no intervalo de -1 a +1, a vegetação está associada aos valores positivos. O limite superior aproxima-se de 0,80, que está associado a vegetação vigorosa. Materiais que refletem mais intensamente na porção do vermelho em comparação com o infravermelho próximo (nuvens, água, neve) apresentam índice negativo. Solos descobertos e rochas refletem os dois comprimentos de onda em intensidade semelhante, logo, o NDVI aproxima-se de zero.

Para Rodrigues (2010), a base da técnica NDVI baseia-se no fato de a vegetação apresentar grande absorção na faixa do visível (400 a 700 nm), devido aos pigmentos fotossintetizantes presentes no mesófilo das folhas, com um pico máximo de reflectância em 555 nm. Na região do infravermelho próximo (700 a 1300 nm) a vegetação reflete intensamente, formando um platô devido a sua estrutura celular. Estas características permitem operações matemáticas de bandas e criação de índices. Os índices de vegetação são modelos matemáticos desenvolvidos para avaliar a cobertura vegetal e relacionam porções da

curva de reflectância da vegetação com os parâmetros mensuráveis no campo, tanto quantitativamente como qualitativamente. Ver Figura 121.

Figura 121. Base fisiológica e características típicas de reflectância espectral.



Fonte: Rodrigues (2010).

Dentre os usos do NDVI, tem-se: a. Indicadores de crescimento e vigor da vegetação; b. Índice de área foliar e biomassa; c. Porcentagem de cobertura do solo;d.Atividade fotossintética; e. Produtividade dos cultivos; f. Construção de perfis sazonais e temporais das atividades da vegetação, permitindo a comparação desses perfis; g.Previsão de safras; h.Estimativa da área plantada; i.Estudos de pluviometria; j.Mudanças fenológicas na vegetação ocorridos após períodos de seca; l. Medições de variações de temperaturas; m.Predição de ciclos de vegetação (Mangiarott,2012).

O uso do NDVI na análise de vulnerabilidade, conforme pesquisa na literatura especializada, é extensa. Ramachandran et al. (2012), usaram esta ferramenta para avaliar à vulnerabilidade agrícola em diversos distritos da Índia. Para estes autores, as variações do NDVI indicam os impactos das mudanças climáticas sobre o crescimento e vigor da vegetação e pode ser usado em estudos de vulnerabilidade agrícola. No trabalho de investigação dos autores citados o Coeficiente de Variação (CV) no NDVI identificou

distritos vulneráveis, selecionando-os, portanto, no desenvolvimento de tecnologias de resiliência a serem aplicadas prioritariamente, nas áreas identificadas como vulneráveis.

Jilhä et al.(2011), interpretou imagens de satélites para diferenciar áreas cobertas de neve e áreas cobertas com vegetação verde pelo método NDVI e determinaram com precisão as áreas especialmente vulneráveis à erosão e ao carreamento de nutrientes para o sistema de água.

Tonini et al.(2012), em pesquisa conduzida com a colaboração do United Nations World Food Programme (WFP), identificaram áreas dentro da zona sul da Etiópia, usando a transformação do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI). Neste trabalho os autores usaram valores negativos de NDVI para representarem a redução do vigor local da vegetação, mostrando através das imagens de satélites entre períodos, as áreas na qual não houve regeneração da vegetação, ligando-as e classificando-as como áreas críticas susceptíveis às secas, e mapeando as áreas de riscos de secas em zonas de produção agrícola. Para a WFP antes de qualquer decisão e intervenção no país há a necessidade de se diferenciar as situações de emergência das de não emergência, decorrendo daí a importância deste tipo de pesquisa como auxílio essencial na tomada de decisão. O uso da ferramenta NDVI se insere dentro do programa denominado "A Análise de Vulnerabilidade e Mapeamento (Vulnerability Analysis and Mapping - VAM)", nome dado pela WFP aos trabalhos de análise da segurança alimentar que visam identificar e localizar populações vulneráveis que podem passar fome como consequência da crise ou de desastres naturais.

5.2 ANÁLISE DE RISCO

5.2.1 Riscos e Incertezas em Agricultura

De acordo com Aimin (2010), os termos risco e incerteza são termos básicos para qualquer estrutura de Tomada de Decisão (TD). *Risco* pode ser definido como o imperfeito conhecimento aonde as probabilidades de possíveis consequências são conhecidas; a *incerteza existe* quando estas possibilidades não são conhecidas. Este autor considera que a área aonde ocorrem os maiores riscos e incertezas seja a agricultura. Um agricultor, por exemplo, se depara com o manejo de risco envolvendo a combinação de atividades com consequências incertas e variáveis níveis de expectativas de retorno. De acordo com este pesquisador, as principais fontes de risco para o agricultor podem ser classificadas como segue:

a. Fatores incontroláveis: fatores como condições meteorológicas, pragas, doenças;

b. Mercado incerto: as decisões são tomadas pelo agricultor no contexto de volatilidade inerente aos mercados agrícolas;
c. Risco familiar: perda do trabalho por membros da família por doenças, acidentes e morte;
d. Incertezas políticas: políticas econômicas exercem impactos em todos os setores da sociedade, alterando juros, taxas, regulações.
e. Insuficiência e assimetria da informação disponível para o meio rural para fazê-lo lidar com o mercado.

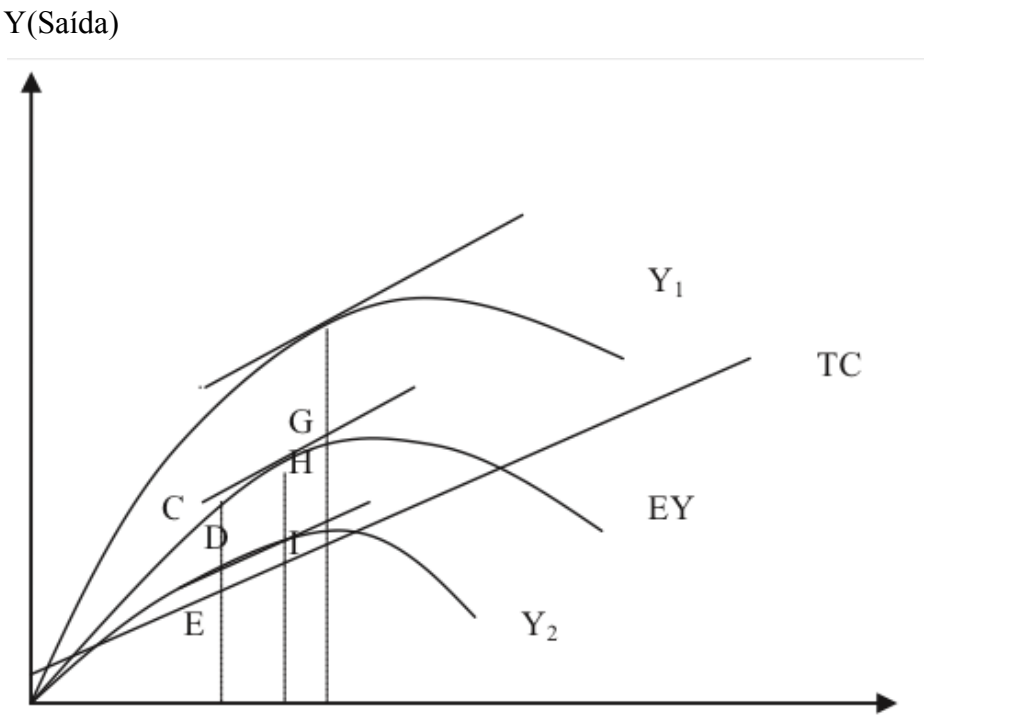
De forma geral as reações diante do risco podem classificar os agricultores em três tipos diferentes: 1. agricultores que assumem os riscos; 2. agricultores que têm aversão ao risco; 3. agricultores neutros quanto ao risco.

Na investigação feita por Aimin, referente à adoção de novas tecnologias por parte dos agricultores, os dados obtidos indicaram que geralmente os agricultores consideram desnecessário adotar novas tecnologias por causa do seu alto risco. A adoção de novas tecnologias aumenta quando ocorrem subsídios governamentais. Entretanto, agricultores classificados no item 2, acima deverão usar menos as novas tecnologias do que aqueles classificados como neutros.

Conforme Aimin (2010), o plantio com vistas ao alto rendimento agrícola, baseado no princípio de reciprocidade risco-retorno exige um maior investimento e também um maior risco. No caso dos mercados de seguros imperfeitos, considerando-se a aversão ao risco, os agricultores comuns escolherão as seguintes combinações: plantio de baixo investimento, baixa recompensa, e baixo risco de plantio, reduzindo assim a possibilidade de aumentar o investimento. Desta forma, os pequenos agricultores deverão optar por reduzir a combinação de culturas, a fim de reduzir o risco. Este autor cita uma pesquisa feita em relação à agricultura familiar indicando que para os pequenos agricultores são os direitos de propriedade da terra que determinam a sua estabilidade. O nível de investimento não é o fator chave. Baixo nível de investimento na terra, por parte destes agricultores, ocorrem pelo motivo de evitar os riscos que levem a perda de sua propriedade.

O comportamento dos agricultores diante do mercado de risco é mostrado na figura 122.

Figura 122. Comportamento dos agricultores diante de um Mercado de risco, num ano bom (Y_1) e num ano ruim (Y_2).



Fonte: Aimin (2010).

Na figura 122, a curva T_c é o custo total. Quando o declive da curva *custo total* for igual à inclinação do total de saída (output), o agricultor consegue o seu máximo lucro. Se o agricultor for da categoria 3 (risco neutro), ele deverá escolher X_E, no fator de entrada, e então esperar um grande rendimento que é igual a *GH*. Entretanto, na entrada X_E, se há risco de mercado e ocorra um ano ruim, a renda do agricultor será HI; neste caso o agricultor pode não ser capaz de sobreviver. O agricultor da categoria 2 (adverso ao risco) escolherá X_2 fator de entrada quando esperará que o seu rendimento seja menos do que GH, situação na qual o agricultor não maximizará rendimentos.

5.2.2 Análise de Riscos Ambientais/Ecológicos

Conforme Evans et al. (2003), o risco ambiental é estimado a partir da relação entre a exposição e os efeitos (levando em conta um certo grau de incerteza). O conhecimento que se tem das respostas de um ecossistema diante de um estresse ambiental para avaliar a sua capacidade de recuperação/adaptação e os processos envolvidos é em geral pouco profundo e cercado de incertezas. Desta forma, medir as alterações nestes sistemas complexos, que estão

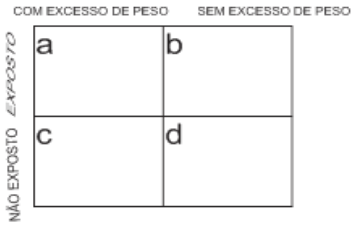
continuamente em transição e que experimentam estocasticidade[1] é uma tarefa complexa.

Para cada uma das etapas do risco ambiental/ecológico existem circunstâncias específicas que devem ser observadas. Na etapa de análise, por exemplo, os autores alertam para a necessidade de se entender o conceito de que para que haja risco, os organismos ou outra parte do ecossistema devem estar em contato ou pelo menos coincidirem no espaço e tempo com o agente estressor. Em relação à limitação e problemas existentes neste tipo de avaliação, estes investigadores citam a extrapolação em escalas de espaço, tempo e níveis de organização ecológica. Estes problemas ocorrem devido à constatação de que a única informação disponível para este tipo de avaliação é a gerada por provas de laboratório ou por limitadas provas de campo, resultando necessário fazer extrapolações utilizando-se modelos matemáticos ou confiando-se no julgamento de especialistas; se utilizam conceitos existentes na toxicologia para uma análise dose-efeito. Por exemplo:

a) Concentração Média Efetiva (CE_{50}) – Concentração obtida estatisticamente ou estimada graficamente que causa um efeito determinado em 50% do grupo de organismos, sob condições específicas;
b) Concentração Média Letal (CL_{50}) – Concentração obtida estatisticamente ou estimada graficamente que causa a morte de 50% do grupo de organismos sob condições específicas.
c) Dose Média Letal (DL 50): doses obtidas estatisticamente ou estimada graficamente que é letal para 50% do grupo de organismos sob condições específicas.

Em áreas de intensa mecanização têm resultado em aumento de ocorrências de acidentes e injúrias. Mudanças ecológicas no cultivo do arroz destas áreas têm aumentado a incidência de mosquitos transmissores de doenças e provocado um surgimento maior na incidência de encefalite japonesa e malária. A prevalência de excesso de peso tem emergido também como uma nova mudança na saúde pública, especialmente em áreas agrícolas de alta tecnologia. Em todas as áreas agrícolas foi observado que as mulheres correm grande risco em ambos os extremos: baixa nutrição e excesso de peso. A avaliação de risco neste caso pode seguir a metodologia sugerida por Evans et al. (2003), de calcular o Risco Relativo (RR) e o Risco Atribuível (RA). O RR descreve a proporção do risco de enfermidade na população exposta pela população não exposta. Caso tomássemos como exemplo os riscos da população rural com excesso de peso, em primeiro lugar se organizaria uma matriz 2x2:

E*stocásticos* são padrões que têm origem em processos não determinísticos, baseado em eventos aleatórios.



A equação que poderia representar o Risco Relativo seria:

$RR= a/(a+b) \div c/ (c+d)$

Donde a/(a+b) seria a frequência das populações com e sem excesso de peso às situações expostas, enquanto c/ (c+d) seria a frequência dos mesmos grupos às situações de não-exposição.

Um valor de RR maior do que 1 indica um risco superior na população rural com excesso de peso exposta do que na população com excesso de peso não exposta; um risco relativo inferior a 1 significa que a população exposta não apresenta um risco maior do que a população não exposta.

O Risco Atribuível (RA), no exemplo citado, descreve a diferença entre a probabilidade de desenvolver enfermidades nos grupos de pessoas com excesso de peso, com ou sem exposição aos problemas oriundos da modernização agrícola. Um valor zero indica que não existe risco adicional pela exposição, enquanto um RA superior a zero indica um risco adicional de desenvolver enfermidades atribuídas a certa exposição. A equação que representa o Risco Atribuível é:

$$RA= a/(a+b) - c/(c+d)$$

5.2.3 A Probabilidade na Análise de Riscos Ambientais

A probabilidade, de acordo com Evans et al. (2003) é a melhor forma de quantificar a incerteza. A probabilidade não só depende do evento em si mesmo, mas também do nível de informação disponível acerca do mesmo. Dado que diferentes pessoas podem ter diversos graus de informação e/ou níveis de confiança, é normal que distintos indivíduos estimem diferentes probabilidades para o mesmo evento. Desde o ponto de vista subjetivo da probabilidade, não existe uma probabilidade verdadeira para um evento, devido a que as pessoas podem ter diferentes informações relevantes sobre o mesmo evento e que as mesmas pessoas podem modificar seus pontos de vista ao dispor de nova informação.

Estes autores incluem diversos tipos de distribuição de probabilidade que podem caracterizar grupos de informação. Alguns exemplos de tipos de distribuição são: uniforme, triangular, normal, log-normal e gama. A eleição de uma distribuição de probabilidade depende da informação disponível da variável que se está descrevendo. Para determinar a melhor distribuição a se utilizar, é necessário determinar se o parâmetro é discreto ou contínuo, e tratar de entender o mecanismo subjacente. Há várias técnicas para selecionar uma distribuição, incluindo técnicas gráficas, funções empíricas métodos de estimação como "probabilidade máxima", "menores quadrados ponderados", dentre outros. Existem também provas para determinar se uma distribuição corresponde aos dados. Estas são provas estatística de hipóteses, como "Qui-quadrado", "Shapiro Wilk" e "Anderson- Darling".

5.2.3.1 A Avaliação Probabilística de Risco

Esta avaliação é um método para incorporar a variabilidade à incerteza na estimação de riscos, que dá como resultado uma distribuição de risco em lugar de uma estimação pontual. Na análise das incertezas se tende a utilizar uma análise de sensibilidade, nos quais se faz variar o valor dos parâmetros mais importantes individualmente para determinar seus efeitos. Embora a análise de sensibilidade mostre indícios da importância relativa dos parâmetros, não gerará uma idéia da probabilidade de um resultado particular ou da incerteza de variações simultâneas em diversos parâmetros. Uma técnica para incluir a incerteza na avaliação do risco é apresentando as incertezas nos parâmetros do modelo com distribuições de probabilidade. Com a utilização de técnicas de simulação, se pode propagar as incertezas simultâneas em um número de parâmetros mediante um modelo para determinar os efeitos combinados.

Antes de começar uma análise, estes autores sugerem as seguintes etapas:

a. *Formulação do problema*. Determinar qual é o problema que se vai abordar. Articular claramente o propósito e o alcance das análises. Determinar as perguntas que se quer fazer e os dados disponíveis.
b. *Estimação preliminar*. Começar com uma estimação básica que usa valores pontuais sem informação sobre as incertezas. Desta maneira se pode determinar se se usando valores pontuais, o risco é suficientemente grave e merece regulação e mais análises. *Análise de sensibilidade*. Determinar os parâmetros onde há suficientes incertezas para alterar os resultados.

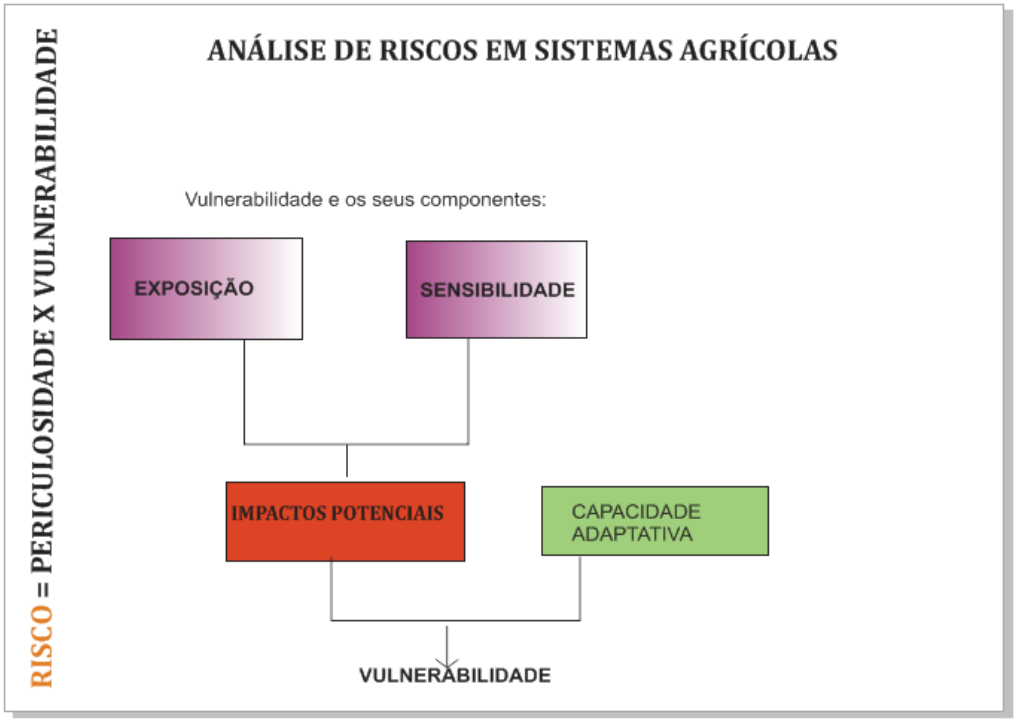
c. *Determinação dos parâmetros de importância*. Avaliar quais são os parâmetros cujas incertezas podem afetar os resultados.
d. *Consideração de custos e benefícios*. Comparar os benefícios de realizar uma análise de riscos com os custos em termos de tempo em recursos para realizar a análise.

5.2.4 O uso do Sistema de Informação Geográfica (SIG), na análise de riscos ambientais.

Conforme Herrero (2002), a realização de diferentes operações e procedimentos de Análises de Riscos (AR) para o desenho e colocação em prática de medidas de mitigação ambiental fazem com que o Sistema de Informação Geográfica (SIG) se manifeste, desde muitos anos, como ferramenta básica e imprescindível. Para este autor a tendência do SIG de ir substituindo e eliminando técnicas e manuais antigos, menos precisos e mais custosos e a obtenção de parâmetros hidrográficos (rede de drenagem, delineação de bacias, conectividade), morfométricos (longitudes e pendentes), a partir dos modelos digitais de elevação têm causado modificações importantes em tomadas de decisões. Também se apoiando no SIG se tem gerado coberturas matriciais de parâmetros hidrológicos tão importantes como o número de curvas de nível mediante a superposição das variáveis que intervêm na sua estimação pertinentemente reclassificadas: pendentes, vegetação, usos e tipos de solo. A partir destes valores de lixiviação de água e dos procedentes das precipitações se hão elaborados, aproveitando as funcionalidades do SIG (agregação de fluxo, medidas morfométricas em bacias, estimação de valores médios), os mapas de caudais máximos esperáveis mediante o método racional modificado (bacias espanholas). Herrero destaca o emprego do SIG nas AR de inundações, por exemplo, obtendo-se e cruzando-se diferentes variáveis e parâmetros que controlam a exposição e vulnerabilidade normalmente extraídos de bases de dados. O risco para este autor é o resultado da integração de seus três componentes: periculosidade, exposição e vulnerabilidade. Esta integração se expressa mediante um produto dos três componentes. No âmbito do SIG, as operações para a análise integrada do risco empregam quase sempre funções de superposição algébrica das coberturas que representam os componentes.

Quassou et al. (2012), descreve a elaboração de mapas de risco dentro do contexto da Análise de Risco em Sistemas Agrícolas através do SIG, iniciando pelos conceitos expostos na figura 123.

Figura 123. Análise de Riscos em Sistemas Agrícolas segundo Quassou.



Fonte: Quassou et al. (2012).

Os principais componentes da vulnerabilidade, de acordo com a figura, são: exposição, sensibilidade, impactos potenciais e capacidade adaptativa. Todos os termos da figura são definidos da seguinte forma:

Risco: é definido como o produto da periculosidade pela vulnerabilidade.

Periculosidade: é a probabilidade de ocorrência de um potencial fenômeno negativo.

Vulnerabilidade: é o grau de perda de qualidade resultante da ocorrência do fenômeno.

Exposição: é a natureza e o grau do qual o sistema agrícola é exposto a significantes variações, por exemplo climáticas.

Sensibilidade: é o grau pelo qual o sistema é afetado pelo fenômeno negativo.

Capacidade Adaptativa: é a habilidade do sistema de ajustar a variabilidade, por exemplo climática, e os extremos, a fim de moderar danos potenciais ou para lidar com as consequências.

Tomando como exemplo o fenômeno da seca na região Mediterrânea, estes investigadores destacam três pontos importantes do modelo de risco:

1. Prevenir a ocorrência da seca é impossível; no Mediterrâneo, a seca pode apenas ser monitorada.
2. Compreender e caracterizar a periculosidade da seca na agricultura é no, entanto, um essencial componente da AR.
3. Diminuir o impacto do risco da seca pela redução da vulnerabilidade do sistema agrícola é possível.

Para gerar os mapas de risco, Quassou et al. (2012), recomendam combinar os mapas de periculosidade com os de vulnerabilidade. Os fatores relatados para a periculosidade são os fatores biofísicos, que no exemplo estudados pelos autores, seriam os fatores determinantes de clima e solo. Os fatores relatados para vulnerabilidade são os atributos dos fatores biofísicos que no exemplo dos autores, seriam suprimento de água, qualidade do solo. Os mapas de vulnerabilidade recomendados por Quassou et al. teriam que identificar áreas geográficas como: a. áreas com baixa vulnerabilidade. b. baixa para moderada vulnerabilidade; c. alta vulnerabilidade.

De acordo com Aronica et al.(2012), os mapas de risco podem ser obtidos através da combinação da exposição e dos mapas de periculosidade, de acordo com uma relação entre a periculosidade e os elementos em situação de risco e o valor da unidade da vulnerabilidade. Para estes autores, divergindo de Quassou et al (2012), o termo risco tem diferentes significados e é compreendido de diversas formas por diferentes pessoas e muitas vezes usadas com ausência de coerência. Como consequência se torna essencial uma definição consistente do termo. Para Aronica et al., na comunidade científica o risco é amplamente definido como "o número esperado de vidas perdidas, pessoas feridas, danos à propriedade, ou a interrupção da atividade econômica, devido a um fenômeno natural particular". Em termos matemáticos, para estes autores, esta definição pode ser expressa como o produto da periculosidade, vulnerabilidade e exposição e expressa pela fórmula:

$$R = H \cdot V \cdot E$$

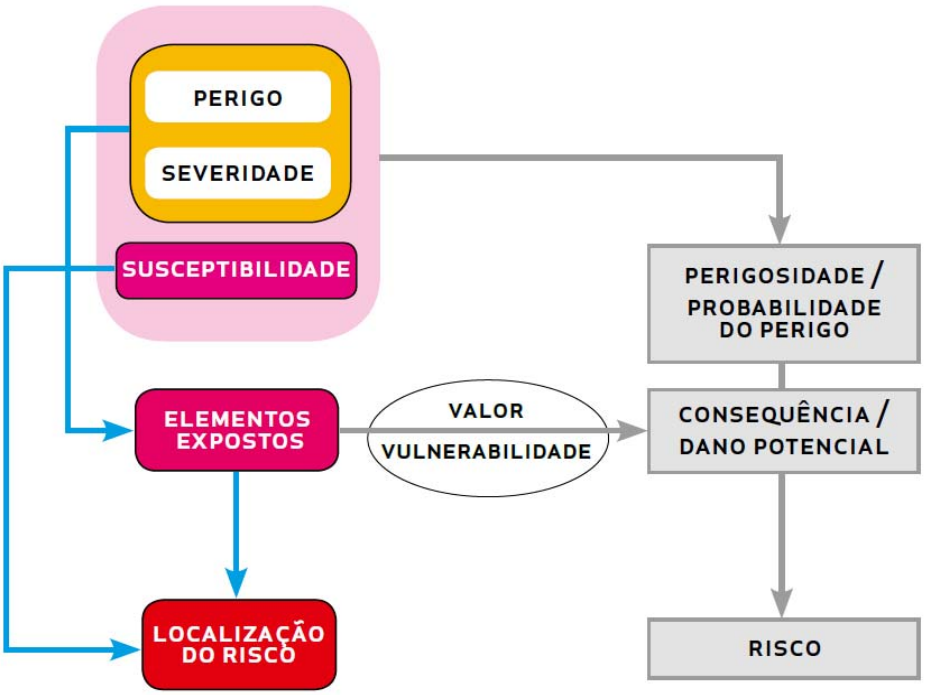
aonde R=Risco; H=Periculosidade; V=Vulnerabilidade e E= Exposição.

A Periculosidade (H) representa para estes autores o mesmo que para o Quassou et al (2012) e está representada por fatores biofísicos. Vulnerabilidade significa o grau de perda de um dado elemento ou conjunto de elementos em risco resultante da ocorrência de um evento de uma dada intensidade. A vulnerabilidade (V) é expressa numa escala de 0 (ausência de danos) até 1 (perda total). A Exposição (E), ou o valor do elemento em risco, representa o

dano real para as vidas humanas, propriedades e ativos. Aonde não há pessoas ou valores, não há risco, embora a periculosidade possa ser muito alta. De forma inversa, numa área pouco habitada, uma periculosidade moderada pode provocar um risco alto. De acordo, portanto, com Aronica et al. (2012), risco e vulnerabilidade podem ser tratados separadamente no início, mas devem ser combinados para a análise de risco final. A interface SIG, para estes autores, permite derivar periculosidade e mapas de risco.

Embora haja divergência de conceitos entre os diversos autores que escrevem sobre o tema, existem muitos pontos de convergência entre eles. Julião et al. (2009), por exemplo, articula graficamente os conceitos abordados, tal como é visto na figura 124.

Figura 124. Articulação de conceitos fundamentais segundo Julião.



Fonte: Julião et al. (2009).

O risco conforme a figura 124 pode ser definido pelo produto da periculosidade pela consequência. Entretanto, não haveria diferenças significativas caso a definição de risco destes autores fossem a mesma de Quassou et al (2012):

R = Periculosidade x Vulnerabilidade.

As definições dos conceitos expostos na figura por Julião et al. (2009) são expressos na figura 125.

Figura 125. Definição de conceitos fundamentais segundo Julião.

Conceito	Definição	Observações
Perigosidade ou Probabilidade do Perigo (P) *Probability of the Hazard*	Probabilidade de ocorrência de um processo ou acção (natural, tecnológico ou misto) com potencial destruidor (ou para provocar danos) com uma determinada severidade, numa dada área e num dado período de tempo.	Representável cartograficamente de mapas de zonamento, nos casos dos processos naturais e mistos identificados. A probabilidade de ocorrência é quantificada e sustentada cientificamente.
Exposição (E) Elementos expostos Elementos em risco *Exposure Exposed elements Elements at risk*	População, propriedades, estruturas, infra-estruturas, actividades económicas, etc., expostos (potencialmente afectáveis) a um processo perigoso natural, tecnológico ou misto, num determinado território.	Expressão cartográfica com representação pontual, linear e zonal.
Risco (R) *Risk*	Probabilidade de ocorrência de um processo (ou acção) perigoso e respectiva estimativa das suas consequências sobre pessoas, bens ou ambiente, expressas em danos corporais e/ou prejuízos materiais e funcionais, directos ou indirectos. (R = P*C).	Produto da perigosidade pela consequência
Vulnerabilidade (V) *Vulnerability*	Grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado da ocorrência de um processo (ou acção) natural, tecnológico ou misto de determinada severidade. Expressa numa escala de 0 (sem perda) a 1 (perda total).	Reporta-se aos elementos expostos. Pressupõe a definição de funções ou matrizes de vulnerabilidade reportadas ao leque de severidades de cada perigo considerado.
Valor (dos elementos expostos) (VE) *Value*	Valor monetário (também pode ser estratégico) de um elemento ou conjunto de elementos em risco que deverá corresponder ao custo de mercado da respectiva recuperação, tendo em conta o tipo de construção ou outros factores que possam influenciar esse custo. Deve incluir a estimativa das perdas económicas directas e indirectas por cessação ou interrupção de funcionalidade, actividade ou laboração.	Reporta-se aos elementos expostos.
Consequência ou Dano Potencial (C) *Consequence / Potential loss*	Prejuízo ou perda expectável num elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado do impacto de um processo (ou acção) perigoso natural, tecnológico ou misto, de determinada severidade (C = V*VE).	Reporta-se aos elementos expostos.

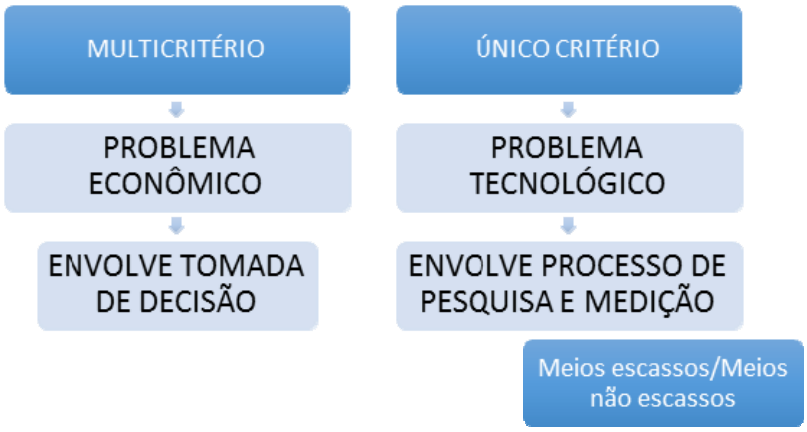
Fonte: Julião et al. (2009).

Em resumo, a elaboração dos mapas de risco pode ser feito com o cruzamento das tabelas de atributos da vulnerabilidade pela periculosidade, dentro do próprio software usado na interface SIG, sem ter qualquer necessidade de gerar tipos de mapas separadamente. Os riscos relativos e atribuídos apresentados nesta parte poderão ser calculados sempre que os dados disponíveis e contextos permitirem.

5.3 ANÁLISE MULTICRITÉRIO APLICADA À SISTEMAS AGRÍCOLAS

Conforme Fernández (2009), a construção de um indicador de sustentabilidade pode ser interpretada como um problema de decisão multicritério. Esta autora argumenta que a avaliação da sustentabilidade de um sistema agrícola não se deveria fazer na base de um critério econômico-financeiro, uma vez que a agricultura possui natureza multifuncional, e sim à base de uma avaliação multicritério abarcando os aspectos econômicos, sociais e meio-ambientais da atividade. Romero & Rehman (2003), em concordância com Fernández, arguem que a revisão da pesquisa em agricultura revela que os múltiplos objetivos são mais regras do que exceções na tomada de decisão em agricultura. Estes autores enfatizam a complexidade da abordagem de critérios na agricultura, exemplificando os diferentes critérios existentes na tomada de decisão entre um agricultor de subsistência e um agricultor comercial. O primeiro pode estar interessado em aumentar a entrada de dinheiro, garantir a segurança alimentar, aumentar o tempo livre e evitar riscos desnecessários. O agricultor comercial pode querer maximizar a margem bruta de renda, reduzir dívidas, adquirir mais terra, reduzir custos fixos e garantir suporte social. Como consequência da abordagem multicritério dado neste exemplo, a política pública tem que levar em consideração na sua formulação, os instrumentos de política para a desejável alocação social da terra, mas tendo que considerar como os motivos privados de maximização do lucro podem ser reconciliados com o objetivo de minimizar riscos ambientais. Além do mais estes autores destacam a importância de se distinguir, nas decisões que envolvem dimensões econômicas e tecnológicas, a ocorrência ou não de multicritérios envolvidos. O problema de decisão envolvendo um único critério de escolha pode ser considerado um problema tecnológico, e apenas quando ele tem múltiplos critérios é que passa a ser considerado, na tomada de decisão, um problema econômico. A lógica do problema tecnológico consiste apenas do processo de pesquisa e medição que pode ser compreendido usando-se ferramentas simples ou métodos sofisticados. Mas o problema tecnológico, estritamente falando, não é uma tomada de decisão baseada na pesquisa e medição. O real problema da tomada decisão ocorre quando múltiplos critérios determinam a decisão ótima, conforme se pode ver na figura 126 abaixo.

Figura 126. Distinção entre os conceitos de problemas econômicos e tecnológicos a partir da abordagem dos critérios.



Fonte: Romero&Rehman(2003).

Romero & Rehman citam o seguinte exemplo de uma agência de planejamento responsável pelo desenvolvimento do setor agrícola de uma região de 1000 ha de terra arável, onde é possível crescer apenas dois cultivos, A e B. As necessidades hídricas dos dois cultivos durante a estação de pico são estimadas em 4000 m^3 /ha e 5000 m^3 /ha respectivamente e a avaliação da água disponível durante esta estação é de 4.200 m^3. Por razões rotacionais a área do cultivo B deve ser menor ou igual a área do cultivo A. x_1 e x_2 representam, respectivamente as áreas do cultivo A e B, representadas abaixo:

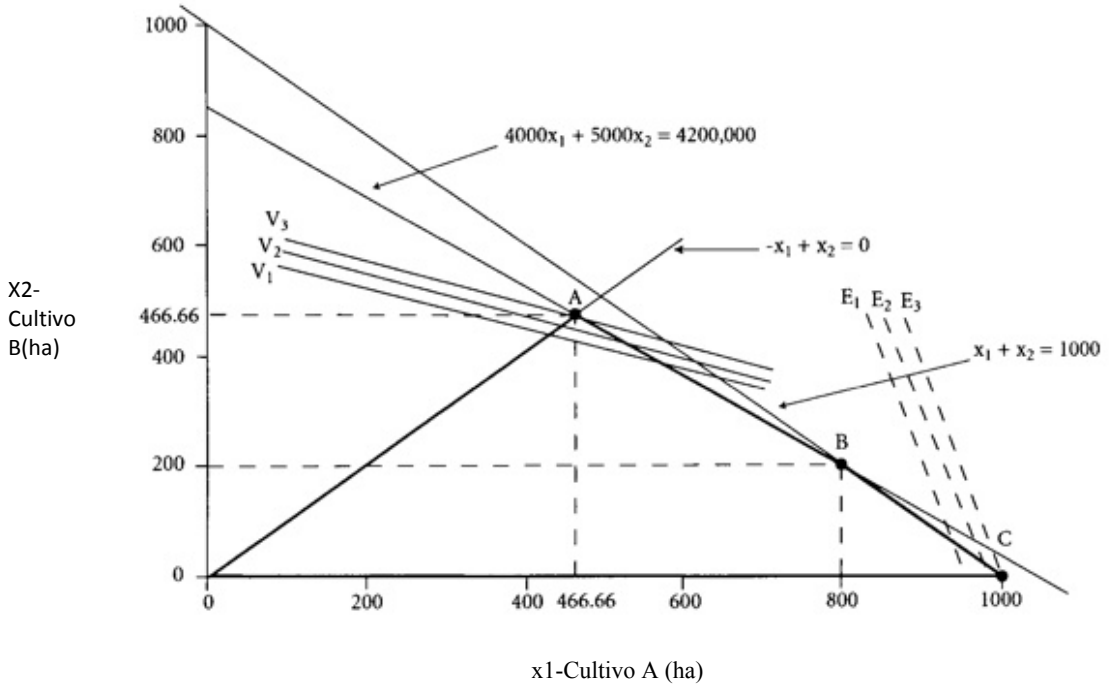
$$x_1 + x_2 \leq 1000$$

$$4000x_1 + 5000x_2 \leq 4.200$$

$$-x_1 + x_2 \leq 0$$

O conjunto da solução desejada, mostrado na figura 127, é representada pela região OABC, assumindo-se que a preferência dos formuladores de política são adequadamente representadas pelo valor do critério adicionado e que £ 1000/ha e £3000/ha são a contribuição dos cultivos A e B, respectivamente e que podem ser representados da seguinte forma: $1000x_1 + 3000x_2 = V$.

Figura 127. Um problema de planejamento agrícola com dois objetivos.



Fonte: Romero&Rehman(2003).

O ponto de máximo valor adicionado pelos cultivos A e B foi selecionado da melhor solução possível por um processo de pesquisa e medição. Estritamente, este é um problema tecnológico e não econômico. Supondo, entretanto, que a política pública estabeleça a sua preferência não apenas pelo valor adicionado, mas também considerando o nível de emprego e que os cultivos A e B, requerem 500horas/ha e 200 horas/ha, respectivamente, representado pela fórmula:

$$500x_1 + 200\ x_2 = E$$

De acordo com este novo critério a solução ótima é dado pelo ponto C, na figura 127, pela produtividade de 1000 ha do cultivo A e zero do cultivo B, fornecendo o máximo de emprego de 500 horas. Baseado neste exemplo, os autores indicam os limites do paradigma tradicional para resolver este tipo de problema, uma vez que este paradigma pode apenas informar o que a política pública deseja de acordo com os critérios de valor adicionado pelos cultivos e de emprego, situando este ponto de equilíbrio ao longo do domínio ABC, da figura 127. Para descobrir este ponto de equilíbrio a pesquisa técnica não é suficiente e é necessário analisar o problema econômico dentro de uma estrutura multicritério aonde a meta e os múltiplos objetivos apresentados geram problemas de conflitos.

5.3.1 Conceitos básicos da Análise Multicritério

Romero & Rehman (2003), argumentam que para entender os processos de decisão envolvendo modelos agrícolas, via Análise Multicritério (Multicriteria Decision Methods – MCDMS) é necessário que os conceitos fundamentais do método sejam claros. Para estes autores, deve-se em primeiro lugar estabelecer as diferenças entre atributos, objetivos e metas. Em segundo lugar, a idéia de eficiência ou solução ótima de Paretto é considerada como fundamental para o desenvolvimento de um programa de multiobjectivos, inerentes à atividade agrícola. O uso destes termos na análise multicritério é diferente do significado existente nos dicionários. Um exemplo ocorre entre os termos *metas* e *objetivos* que podem ser usados de forma intercambiável. Entretanto estes termos quando usados para analisar problemas econômicos dentro de uma estrutura MCDMS assumem significados completamente diferentes dos existentes nos dicionários.

5.3.1.1 Conceitos de Atributos, objetivos, metas e critérios usados em análise multicritério

Atributo, de acordo com Romero & Rehman (2003), pode ser definido como um valor de tomada de decisão relatado para um objetivo real. Estes valores podem ser medidos independente e em muitos casos podem ser expressos como uma função matemática $f(\underline{x})$ de decisões variáveis. No exemplo do problema representado pela figura 127, acima, a política pública determina a sua preferência de acordo com dois atributos: valor adicionado pelos cultivos agrícolas e nível de emprego. Os atributos, neste caso, representam os valores da tomada de decisão (TD) e são medidos em unidades monetárias e horas de trabalho, independentemente da vontade dos tomadores de decisão e são expressos como função matemática equivalentes para os atributos *valor adicionado pelos cultivos* e *nível de emprego* que são $1000x_1 + 3000x_2$ e $500x_1 + 200x_2$, respectivamente.

O Objetivo, para estes autores, representa a direção do melhoramento de um ou mais dos atributos. Quando se expressa um objetivo implica a maximização ou minimização de um ou mais atributos refletindo o valor da tomada de decisão (TD). Num exemplo típico de objetivo, maximizando o valor adicionado, minimiza-se o risco e os custos. Os objetivos tomam, então, a forma de Max $f(\underline{x})$ ou Min $f(\underline{x})$ e eles não são atributos, mas são derivados deles. Retomando o exemplo da figura 127, o objetivo Max $1000x_1 + 3000x_2$ representa a maximização do valor adicionado pelos cultivos A e B, embora em muitos casos um objetivo possa ser derivado de mais de um atributo. Por instância, se a TD considerar dois atributos

representados pelas funções $f_1(\underline{x})$ e $f_2(\underline{x})$, então a maximização do objetivo deve ser dado por: Max $w_1 f_1(\underline{x}) + w_2 f_2(\underline{x})$, aonde w_1, w_2 representam a importância agregada, respectivamente, pela TD de cada um dos atributos. A meta é entendida pela exata precisão dos termos nível e alvo. Um alvo é um nível aceitável de realização para qualquer um dos atributos. Na combinação de um atributo com um alvo tem-se a meta. Ainda usando-se o exemplo da figura 127, pode-se dizer que se a política pública quer um particular modelo para produzir um valor adicionado por cultivo de £2.000 originando-se uma meta que pode ser expressada como: $1000x_1 + 2000x_2 \geq 2.000.000$. Caso a política pública queira cultivar toda a área disponível (1000 ha), então a meta é representada como:

$x_1 + x_2 = 1000$. No geral a meta toma a forma $f(\underline{x}) \geq t$ ou $f(\underline{x}) \leq t$ ou $f(\underline{x}) = t$, onde t representa o nível de aspiração ou valor alvo.

O critério abrange os três conceitos precedentes: critérios são atributos, objetivos ou metas que são consideradas relevantes para uma determinada situação de tomada de decisão. O que vai definir o critério é basicamente o contexto.

5.3.2 Classificação da Análise Multicritério

Para Cisneros et al. (2011), a MCDMS), pode ser classificada em: a. Discreta; b. Contínuo. A MCDMS discreta é baseada na avaliação de um reduzido número de alternativas. No método contínuo as decisões são baseadas em infinito número de possibilidades. As soluções desejáveis são descritas por uma contínua função matemática. No primeiro caso, a finalidade é encontrar a ótima solução de Pareto. No segundo caso, a solução é a melhor decisão contextual no qual a decisão possível é a mais usada do que a decisão perfeita. De acordo com estes autores todos estes métodos têm sido usados em aplicações agrícolas para otimizar estratégia com múltiplos objetivos.

5.3.3 Caso de estudo, do tipo contínuo, aplicado à demanda de suprimento hídrico de uma determinada comunidade

Conforme, Zarghami & Szidarovszky (2011), este problema de análise multicritério parte de dois critérios conflitantes estabelecidos pela política pública: 1.Custo do tratamento da água; 2. Qualidade da água. Os critérios são conflitantes a medida que para melhorar a qualidade da água se requer custos crescentes. Neste caso, os autores citados, assumem que todos os critérios devam ser maximizados e que cada critério negativo deva ser multiplicado

por -1. A demanda de água, deste problema, pode ser suprida de duas fontes: a. Lençol freático (x_1); b. Água de superfície (x_2). As variáveis decisórias(alternativas) são: 1. Qual o volume de água que deve ser retirado do lençol freático (recurso x_1); 2. Qual o volume de água que deve ser retirado do reservatório (recurso x_2). A tomada de decisão (TD) quer minimizar o custo total de satisfação da demanda. O custo do suprimento da água são 3 e 2, respectivamente. A TD também deseja maximizar o fornecimento do suprimento de água, que pode ser identificado por uma escala numérica. O lençol freático é mais viável do que a água de superfície, nesta área e submetido esta questão a um especialista, este pode determinar o número 5 e 3, da escala numérica, para o lençol freático e a água de superfície, respectivamente. A mínima quantidade de água, do total disponível, que pode ser fornecida é de 5 unidades. O lençol freático pode fornecer 4 unidades/ano e a água de superfície pode fornecer o máximo de 3 unidades/ano em média. O correspondente problema contínuo MCDMS, pode ser formulado como se segue:

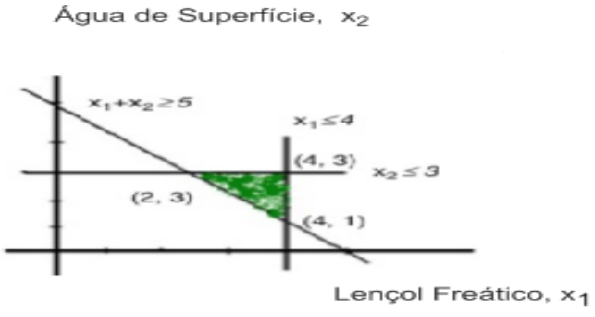
Minimizado $f_1 = 3x_1 + 2x_2$ **(1.1)**

Maximizado $f_2 = 5x_1 + 3x_2$ **(1.2)**

No qual: $x_1 + x_2 \geq 5$
$x_1 \leq 4$
$x_2 \leq 3$
$x_1, x_2 \geq 0$

O espaço de decisão é mostrado na figura 128. As decisões alternativas podem ser escolhidas deste espaço. Desta forma o conjunto de alternativas (possíveis arranjos de fornecimento de água) permite infinitamente muitas diferentes escolhas. O critério (f_1 e f_2) são funções das variáveis decisórias (x_1 e x_2).

Figura 128. O espaço de decisão na aplicação da MCMDS em problemas de demanda de suprimento hídrico.



Fonte: Zarghami&Szidarovszky(2011).

A figura mostra apenas o que a TD pode fazer. Para visualizar as consequências da decisão tem-se que encontrar e desenhar o conjunto de valores e critérios possíveis, que é chamado de *espaço objetivo.* Na ordem para fazer isto, tem-se que expressar as variáveis decisórias como funções de valor de critério pela resolução **(1.1)** e **(1.2),** por desconhecidos x_1 e x_2:

$$x_1 = -3f_1 + 2f_2 \quad \textbf{(1.3)}$$

e $$x_2 = 5f_1 - 3f_2. \quad \textbf{(1.4)}$$

Substituindo estas expressões dentro da restrição do modelo de decisão original, a correspondente restrição para o valor de critério torna-se o seguinte:

$$2f_1 - f_2 \geq 5$$

$$-3f_1 + 2f_2 \leq 4$$

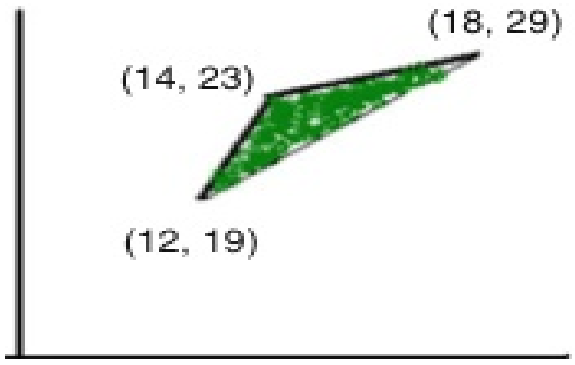
$$5f_1 - 3f_2 \leq 3$$

$$-3f_1 + 2f_2 \geq 0$$

$$5f_1 - 3f_2 \geq 0$$

O conjunto possível destas diferenças é o espaço objetivo que é mostrado na figura 129.

Figura 129. O espaço objetivo na aplicação da MCMDS em problemas de demanda de suprimento hídrico



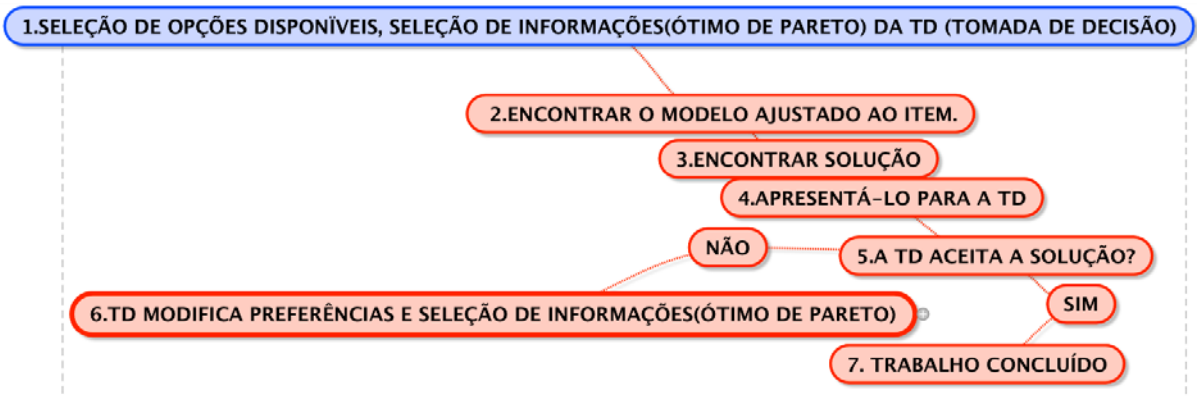
Fonte: Zarghami&Szidarovszky(2011).

Qualquer ponto da linha quebrada com segmentos conectando o ponto (12,19) com

(14,23) e (14,23) com (18,19), mostrado na figura 129 é razoável desde que nenhum dos critérios possa ser melhorado sem que piore o outro. A escolha de um único "melhor ponto"deste conjunto pode ser baseada na preferência adicional e da informação obtida na TD.

Os passos para formulação e resolução de um modelo matemático de um problema MCDMS *contínuo* é apresentado na figura 130.

Figura 130. Os passos de formulação e resolução de um problema MCDMS contínuo.



Fonte: Zarghami&Szidarovszky(2011).

5.3.4 O Ótimo de Pareto

Conforme Romero & Rehman (2003), o conceito de otimização de Pareto tem um papel essencial não somente na teoria econômica, mas também como idéia fundamental dentro do paradigma MCDMS, uma vez que todas as aproximações dentro deste paradigma estão relacionados à eficiência ou ótima solução de Pareto. Aplicado a MCDMS, a solução ótima de Pareto pode ser entendida como a solução possível para o qual um aumento no valor de um critério pode apenas ser obtido pela diminuição do valor de pelo menos um outro critério. O problema de planejamento agrícola, abaixo, com três possíveis soluções para três possíveis critérios, exemplifica este conceito.

Tabela 50. Problema Multicritério de Planejamento Agrícola com três possíveis soluções para três possíveis critérios.

Renda Bruta (£)	Trabalho Sazonal (horas)	Dívidas (£)
200.000	500	50.000
200.000	600	50.000
300.000	700	60.000

Fonte: Romero&Rehman(2003).

De acordo com a observação da tabela e assumindo que a Tomada de Decisão (TD) quer que a renda bruta seja a maior possível e deseja que ambas: O uso do trabalho sazonal e o nível de endividamento seja o menor possível, tem-se então que a segunda solução é claramente não eficiente, uma vez que oferece a mesma renda bruta e endividamento, mas requer mais horas de trabalho sazonal. Então, a segunda solução nunca deve ser escolhida por uma racional TD. A terceira solução, contudo, é o ótimo de Pareto. De fato, se ocorre um aumento no endividamento e nas horas de trabalho sazonal, ocorre também um grande aumento na renda bruta. A escolha entre a primeira e a terceira solução é um problema econômico, onde a real decisão deve ser tomada de acordo com as preferências da TD para cada um dos três atributos considerados. Entretanto, todas as técnicas MCDMS visam obter soluções que são eficientes no ótimo de Pareto, como mostrado no exemplo.

5.3.4.1 Escolha entre critérios de TD

Para Romero & Rehman o conceito da solução ótima de Pareto leva a outro crucial conceito em MCDMS: o valor de escolha entre dois critérios. Qual é a parte de um critério que deve ser sacrificado para aumentar o ganho unitário de outro? Usando-se o mesmo exemplo da tabela 50, chega-se a duas soluções x_1 e x_2 e o valor de escolha entre os critérios jth kth (T_{ejo}) são representados como seguem:

$T_{jk} = f_j (\underline{x}_1) - f_j(\underline{x}_2) / f_k (\underline{x}_1) - f_k (\underline{x}_2)$

Onde $f_j (\underline{x})$ e fk ($\underline{x}$) representam duas funções dos objetivos considerados. Neste caso o valor de escolha entre a renda bruta e o trabalho sazonal para a primeira e terceira soluções são:

$T_{12} = 300.000 - 200.000 / 700 - 500 = 500$

A escolha T_{12} indica que cada hora diminuída do trabalho sazonal implica uma diminuição de £ 500 de renda bruta. A oportunidade de custo de uma hora de trabalho sazonal é £ 500 da renda bruta. A escolha T_{13} entre a renda bruta e o endividamento e a escolha T_{23} entre trabalho sazonal e endividamento é dado, respectivamente, por:

T_{13}= 300.000 – 200.000 / 60.000 – 50.000 = 10.

T_{23} = 700 – 500 /60.000 – 50.000 = 0,02

No qual a oportunidade de aumentar o custo da dívida para £1 é o equivalente a £ 10 de renda bruta ou 0,02 h de trabalho sazonal.

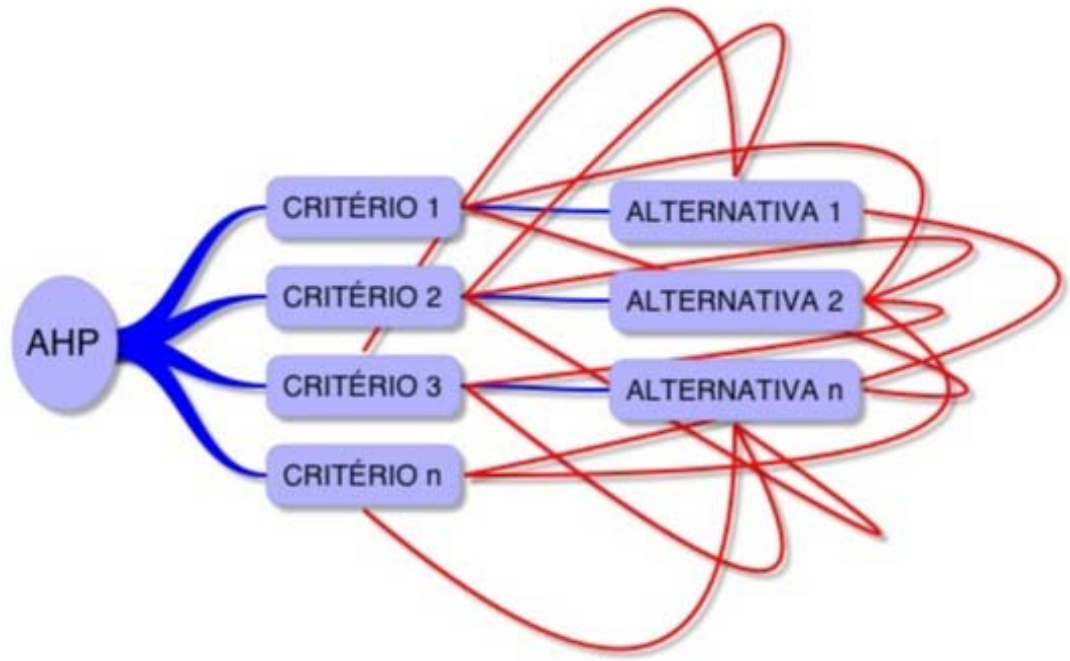
5.3.5 Técnicas multicritérios usadas na atribuição de pesos aos indicadores de sustentabilidade para ajuda à tomada de decisão em Avaliação Ambiental Estratégica (AAE).

1. Método AHP - Quando se trabalha com a Avaliação Ambiental Estratégica e indicadores de sustentabilidade, como ocorre na presente tese, a técnica multicritério denominada AHP (Analytic Hierarchy Process) deve ser considerada por sua adequação ao contexto destes dois temas. Conforme Garfí et al. (2010), a técnica multicritério AHP é uma técnica matemática que capacita pessoas a tomarem decisões envolvendo muitos tipos de relações, selecionando o melhor cenário dentre um conjunto. A AHP aproxima a tomada de decisão através da organização de importantes componentes de um problema dentro de estrutura similar a uma árvore familiar, conforme se pode ver na figura 131. Esta organização consiste de três principais fases:

- Critério identificação e seleção;
- 2.Cálculo do relativo peso de cada critério;
- 3.Comparação de alternativas.

O primeiro estágio envolve especificamente um conjunto compreensível de objetivos (critérios) que refletem todos os aspectos relevantes para o problema de decisão. A lista de critérios pode ser desenvolvida *top down*, dividindo-se uma meta dentro de critérios subsidiários.

Figura 131. Estrutura Multicritério AHP.



Fonte: Garfí et al. (2010).

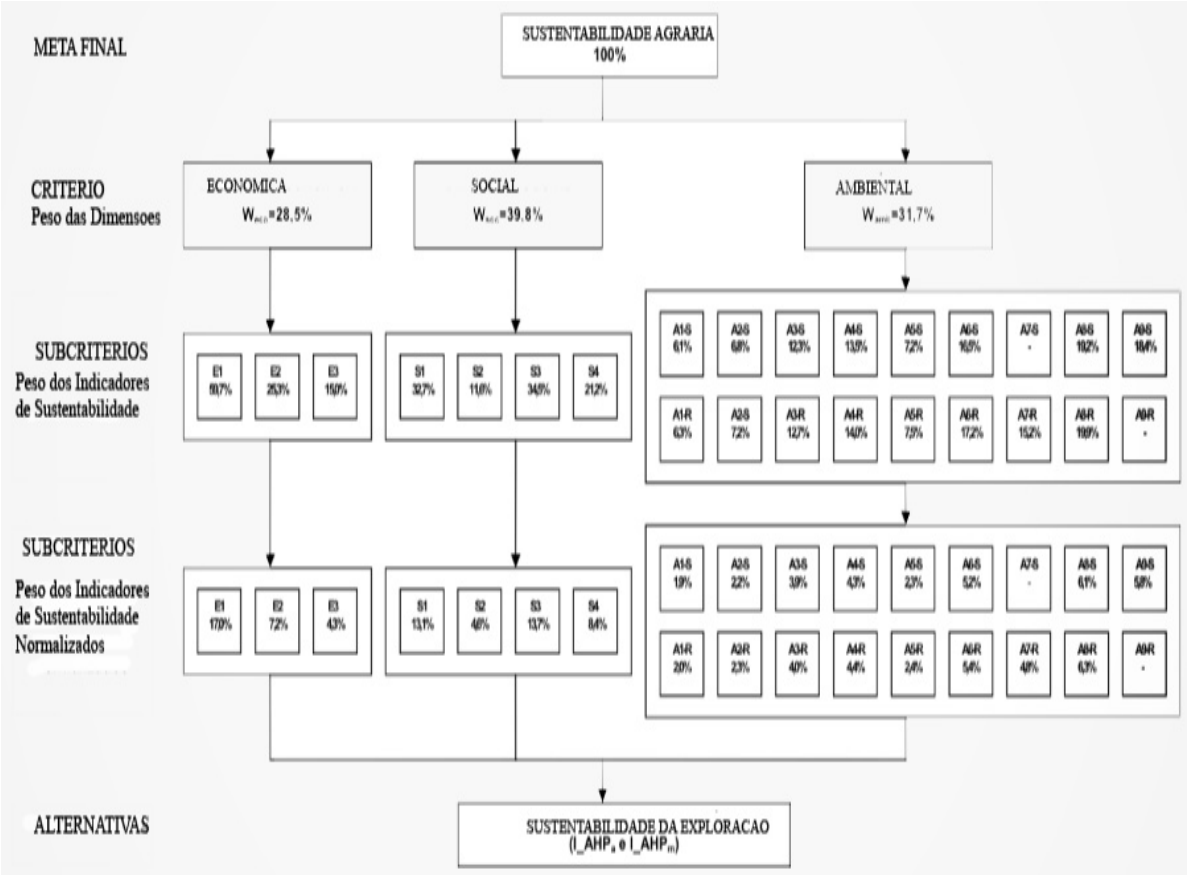
Conforme estes autores, o peso relativo no método AHP são determinados pela comparação par a par através de técnicas matemáticas que determinam os pesos relativos do critério dividindo-se o problema do complexo decisório dentro de uma série de julgamentos um a um considerando o significado de cada critério relativo a outros. Cada critério é comparado a outros por uma equipe de especialistas. Os dados são dispostos numa matriz. Para cada comparação par a par entre dois critérios um valor de 1 (importância igual) a 9 (extrema importância) é atribuído. Considerando a comparação par a par na matriz, a soma de cada coluna é primeiramente calculada. Secundariamente, a matriz é normalizada pela divisão de cada elemento por sua coluna total. Em terceiro lugar, a amostragem dos elementos em cada linha da matriz normalizada é feita pela divisão da soma dos escores normalizados por cada linha pelo número de critérios. Estas amostras fornecem uma estimativa do peso relativo do critério a ser comparado. O passo da comparação de alternativas é feito pelo método do ranqueamento. Observando-se cada critério e alternativa, o tomador de decisão pode atribuir um escore escolhido num intervalo de valores. O escore mostra a desempenho de cada critério sobre cada alternativa. Na investigação sobre o uso da análise multicritério para aperfeiçoar o uso da Avaliação Ambiental Estratégica de programas hídricos, na região semiárida da caatinga, no Brasil, Garfí et al. (2010), atribuíram um valor de -2, caso a performance do

critério tivesse uma forte influência negativa sobre a alternativa e +2 caso o desempenho do critério tivesse uma forte influência positiva sobre a alternativa. Um escore vetor pode ser determinado para cada alternativa isolada. Um final escore vetor para cada solução pode ser determinado pela multiplicação do peso relativo de cada critério por seu próprio escore. A alternativa com mais alto escore foi selecionada como a alternativa apropriada.

Gómez-Limón& Riesgo (2009), no estudo de investigação sobre agricultura irrigada na Espanha, aplicando técnica multicritério para construção de indicadores, justificou a atribuição de pesos para cada critério, no contexto da agricultura sustentável, pela sociedade com o argumento de que a sustentabilidade é um conceito social e como tal deveria ter a participação da sociedade. Por outro lado, estes autores consideraram mais apropriado em relação aos subcritérios obter a opinião de especialistas em agricultura ao invés do uso de técnicas de comparação.

De acordo com Fernández (2009), não há evidência alguma de que um método multicritério de estimação de pesos seja superior a outro. Entretanto, esta autora selecionou este método no seu trabalho de investigação para analisar a sustentabilidade agrária em sistemas agrícolas, mediante indicadores em duas localidades da Espanha, justificando a simplicidade do método. De acordo com Pena et al. (2011), a vantagem do método multicritério AHP em comparação com outros métodos que utilizam diversos indicadores para a tomada de decisão, característica da AAE, consiste em permitir que os resultados sejam vinculados a indicadores realmente significativos aos objetivos do trabalho, sendo que os agentes decisores podem estabelecer o grau de importância de cada um considerando múltiplos aspectos, como apresentados esquematicamente na figura 132.

Figura 132. Representação esquemática das ponderações dos indicadores de sustentabilidade mediante o método multicritério AHP.



Fonte: Fernández (2009).

Na figura 132, requer atenção o significado do *peso dos indicadores normalizados*. A soma de todos eles devem equivaler a unidade. Desta forma se multiplica os referidos pesos pelas respectivas ponderações dos critérios correspondentes, calculando assim os pesos normalizados (Fernández,2009).

Garfí et al. (2010) considera que o método multicritério AHP tem uma aproximação multidisciplinar. Para estes autores este é um tema chave para a Avaliação Ambiental Estratégica, na medida em que a AAE incorpora tanto objetivos ambientais como de sustentabilidade. As outras vantagens que estes autores destacam deste método são na maioria ligadas a AAE:

a. O método AHP pode ser estabilizado e adaptado para diferentes tipos de problemas o que se torna uma vantagem, uma vez que a AAE deve se adequar ao contexto;
b. O método AHP pode trabalhar com dados mistos e a análise não necessita ser intensiva. Informações quantitativas e qualitativas podem ser incorporadas. Esta característica é crucial quando dados acurados não estão disponíveis, o que ocorre

frequentemente quando a AAE é usada em projetos de desenvolvimento humano;

c. A análise é transparente para os participantes. O uso da AHP na avaliação de planos permite explicitar a participação pública.

2. Técnica Multicritério baseada no conceito de distância ao ponto ideal (MP) - Conforme Fernández (2009), o enfoque do ponto ideal é usado como ponto de referência para o centro decisor. Como no ponto ideal cada atributo deve alcançar o seu valor ótimo, parece lógico aceitar que um comportamento racional por parte do centro decisor consistirá em eleger aquele ponto eficiente mais próximo do ponto ideal, que por definição é inalcançável e que resulta impossível que os valores de todos os atributos logrem o seu melhor valor ou valor ideal. Mediante este enfoque se irá reduzindo o tamanho do conjunto eficiente, selecionando apenas aqueles subconjuntos mais próximos do ponto ideal. A estes subconjuntos se denominam *solução de compromisso* e entre eles se encontrará com toda a probabilidade, a eleição optada pelo centro decisor. O cálculo do índice de sustentabilidade, a partir deste método é representado pela fórmula:

$$I_MC_{\lambda} = (1-\lambda)[\ \underset{q}{\mathrm{Min}}(w_q.x_q)] + \lambda.. \quad w_q\ x_q$$

No qual:

Sendo:

I_MC_{λ} = Índice de Sustentabilidade Global calculado pelo método MC

Λ = Parâmetro de Compensação

W_q = Peso atribuído ao indicador $_q$

X_q = Valor normalizado do indicador $_q$

Para a aplicação desta metodologia de cálculo são selecionados 5 valores do parâmetro de compensação testado (λ=0, λ=0,25, λ=0,75 e λ= 1), de modo a contemplar as três possibilidades de compensação entre indicadores: a. compensação total (λ=1); b. Compensação parcial ($0 < \lambda < 1$) e c. Compensação nula ($\lambda = 0$).

Este método de agregação, assim como o método AHP são usados em sistemas de sustentabilidade agrícola.

3. Método Promethee - Este método foi o selecionado na presente tese, usado

mediante um software multicritério específico denominado Pradin e detalhado no item Metodologia.

Outros métodos multicritérios como o ELECTRE e o MAUT, as versões 1, 3,4,5 e 6 do método PROMETHEE, dentre outros não foram discutidos neste capítulo.

5.4 ANÁLISE DE IMPACTO ECONÔMICO

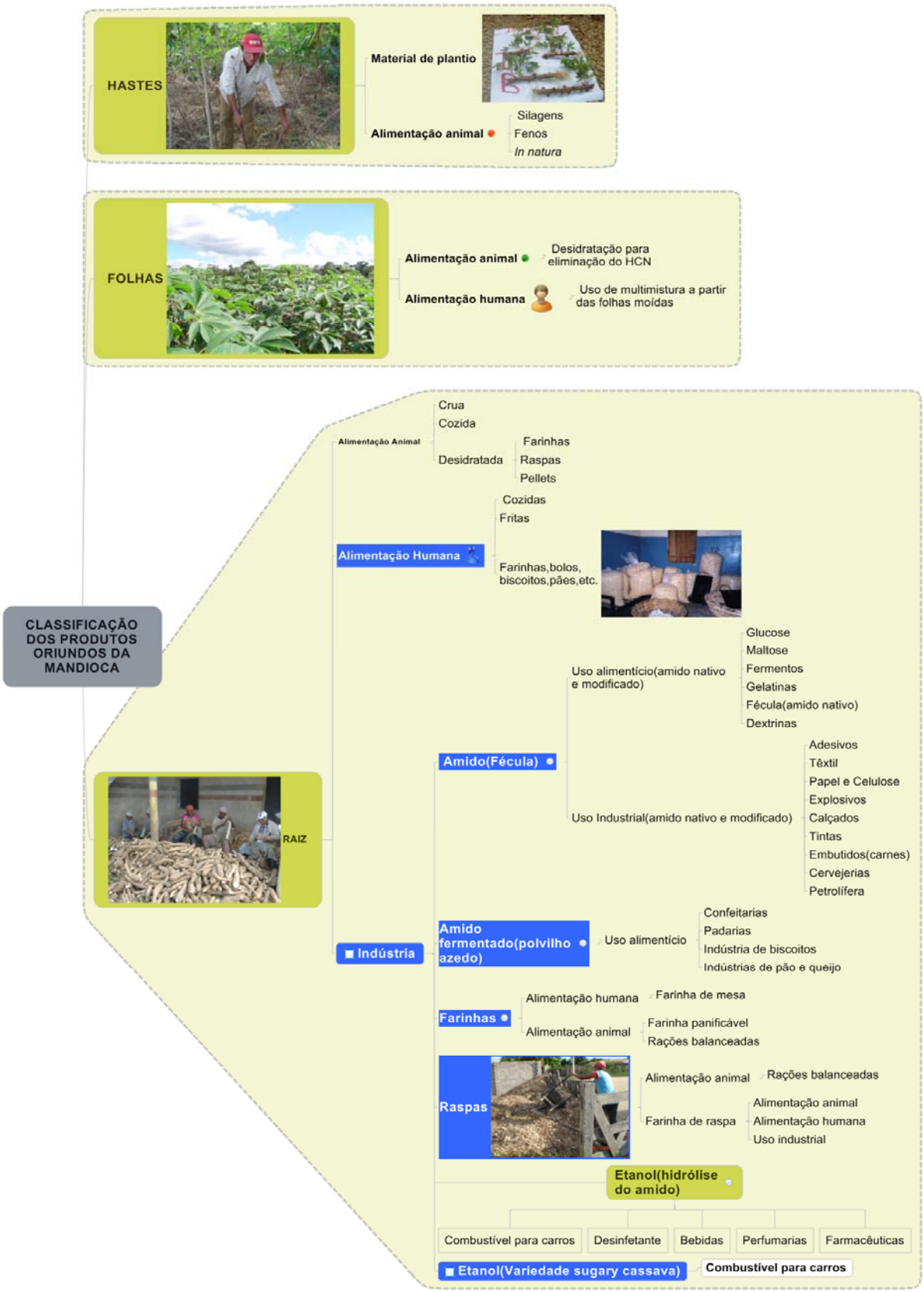
5.4.1 Subprodutos da mandioca

Conforme Borges & Fukuda (2002), uma das características da mandioca é que as raízes de muitas variedades não alimentares podem ser conservadas em campo, sem colher por períodos de mais de 3 anos. Uma vez colhida, no entanto, a raiz da mandioca não se mantém por mais de 3 dias, devido à rápida deterioração pós-colheita que se manifesta com a perda da qualidade e quantidade das raízes, sendo resultante de danos mecânicos, fisiológicos e microbiológicos. Desta forma a raiz deve ser transformada imediatamente num produto no qual pode ser armazenado. Ereno (2008) assinala que a partir do amido da mandioca, mais de 600 produtos podem ser obtidos para serem usados na indústria. A figura 133 mostra parte destes usos. A mandioca é uma planta na qual todas as suas partes são aproveitadas: as raízes são usadas na alimentação humana e as hastes e as folhas são utilizadas na alimentação animal. O amido processado tem uma grande diversidade de usos que vai de adesivos e calçados até produtos ligados à indústria petrolífera. O uso do amido fermentado, conhecido como polvilho azedo ou fécula, é muito importante na indústria de doces, biscoitos e pães.

Não obstante esta raiz ter uma diversidade de aplicações, inclusive industrial, o seu cultivo tem sido associado aos agricultores pobres. Braudel, (1979), argumenta que a mandioca não tem a mesma projeção social de outros cultivos, supostamente nobres como o trigo, arroz, milho e batata, denominados pelo mesmo de “plantas dominantes”:

> Se podemos negar à mandioca o título de planta dominante, não é porque a farinha obtida a partir da raiz da mandioca cortada, lavada, seca e ralada seja um alimento inferior. Pelo contrário, ela é hoje, em muitos países africanos, a muralha contra a fome. Mas, adotada por culturas primitivas, não lhe escapou outro destino: ficou sendo, seja na América ou na África, alimento dos autóctones e não teve a promoção social que o milho e a batata obtiveram. Mesmo nas suas regiões de origem sofreu a concorrência dos cereais importados da Europa. Neste caso particular, foi a história que traiu a mandioca que esteve a serviço de grupos de homens menos privilegiados, mas que ocupam, com perseverança, grandes espaços – os homens da enxada (Braudel, 1979).

Figura 133. Classificação dos produtos derivados da mandioca.



Fonte: Adaptado de Sampaio (1994).

Ao mesmo tempo em que existe um consumidor de baixa renda que compra farinha e raiz "*in natura*", nas feiras livres, existe também o consumidor de renda alta que compra elevados volumes desta raiz, principalmente da fécula, no Ceasa (Centrais de Abastecimentos), não podendo, portanto, pelo menos no Brasil, se caracterizar a mandioca como um cultivo, exclusivo de agricultores pobres, destinado a um mercado consumidor de baixo poder aquisitivo.

5.4.2 Estrutura de mercado e concorrência

No mercado de farinha são poucas as restrições para uma nova empresa entrar no mercado, pois a tecnologia de transformação das raízes em farinha não é sofisticada (inclusive pode ser produzida em nível artesanal) e os investimentos são relativamente baixos. Consequentemente, quando o preço do produto se apresenta atrativo, ocorre a entrada de novas farinheiras no setor (quase sempre acima das exigências do mercado para o médio e longo prazos) e acirra-se a competição pela matéria-prima. A estrutura de mercado é um aspecto que deve ser levado em consideração na análise do potencial competitivo de uma dada cadeia. Observa-se, portanto, que os produtos competem em mercados com estruturas diferentes: enquanto no mercado do amido de milho, as empresas implementam estratégias competitivas que se assemelham a uma estrutura de mercado do tipo oligopólio concentrado; o mercado da fécula de mandioca aproxima-se de uma estrutura mais concorrencial. Daí pode-se concluir que se ampliam as dificuldades para a implementação de um processo de coordenação, levando as indústrias a estratégias para a definição de preços e de quantidades que impõem mais instabilidade ao mercado.

5.4.3 Mercado Concorrencial

Conforme a ESPM & SEBRAE (2008), há dois tipos fundamentais de concorrência a se considerar no estudo setorial da mandioca no Brasil: a competição interna existente entre os produtores de farinha e fécula, e aquela que se dá entre a categoria de produto (especialmente a fécula) e outros produtos que eventualmente podem substituí-la nos processos produtivos.

5.4.3.1 Competição entre fabricantes

Para a ESPM & SEBRAE (2008), os investimentos necessários à produção de farinha de mandioca são baixos. A tecnologia mais sofisticada aumenta o rendimento da produção, mas não é imprescindível, uma vez que procedimentos quase artesanais ainda são usados em grande parte das pequenas casas de farinha espalhadas pelo país. Entretanto, Cardozo (2003), argumenta de forma contrária. Para este autor os investimentos em tecnologia, na cadeia produtiva da mandioca, além de uma imposição para se compensar o atraso tecnológico, constituem um determinante fundamental da competitividade. Para os primeiros autores, esta facilidade para se começar um negócio caracteriza o setor como sendo altamente vulnerável à ameaça de novos entrantes. A demanda, em contrapartida, não evolui com a mesma rapidez, colocando os produtores diante de um cenário de elevada competição e baixas margens de lucro. A produção de fécula é mais concentrada, apesar de também comportar produtores de pequeno porte com tecnologias rudimentares, o que gera uma concorrência fundamentalmente apoiada em preços baixos, com baixo nível de diferenciação e margens igualmente reduzidas. A diferenciação de produtos é a maneira que algumas empresas têm buscado para melhorar suas condições de competitividade. No mercado de fécula, em particular, os amidos modificados representam oportunidades de crescimento, já que possuem características exclusivas. A ESPM & SEBRAE (2008) considera ainda que a importação de fécula também pode ser caracterizada como uma força competitiva: em períodos durante os quais há altas significativas dos preços do produto nacional, as indústrias consumidoras da fécula podem voltar-se para o mercado exterior para cobrir suas necessidades. Foi o que aconteceu em 2003 e 2004 diante da grande elevação de preços ocasionada pela baixa de estoques das fecularias.

5.4.3.2 Competição com produtos substitutos

A versatilidade da fécula de mandioca em suas aplicações industriais, para a ESPM & SEBRAE (2008), representa um mercado amplo para o produto, abrangendo diversas indústrias como a alimentícia, a têxtil e a de papel. Por outro lado é indicativo da concorrência abrangente a se enfrentar, na medida em que pode ser substituída por outros produtos que serão usados com as mesmas funções; destes, os mais representativos são o amido de milho e a fécula de batata. A existência de alternativas ao uso do amido de mandioca torna sua oferta mais elástica: isso significa que pequenas variações nos preços podem representar grandes variações nas quantidades vendidas do produto.

O maior concorrente substituto da fécula de mandioca é o amido de milho. No mercado externo, particularmente no norte-americano, percebe-se este conflito claramente, uma vez que a entrada da fécula de mandioca é dificultada como medida de favorecimento às indústrias locais, que utilizam a grande produção de milho do país.

5.4.3.3 Competitividade dos amidos, segundo as fontes de matéria-prima

Cardoso (2003) acrescenta outra modalidade de concorrência. Este autor argumenta que, em relação ao milho, a mandioca apresenta baixa produtividade da matéria-prima (comparativamente ao potencial que pode ser atingido), sendo que o processo de obtenção da matéria-prima não é tão flexível como dos demais produtos pelos seguintes motivos: a) a proporção de água nas raízes limita o transporte a grandes distâncias; b) os subprodutos são ainda de baixo valor econômico; c) o custo de tratamento dos resíduos é elevado; d) em virtude dos insignificantes investimentos em ações de pesquisa e desenvolvimento, as oportunidades tecnológicas são restritas e o grau de cumulatividade é baixo; e)os avanços tecnológicos no segmento agrícola são de apropriação mais restrita.

5.4.4 Possíveis cultivos substitutos ou intercalados à mandioca

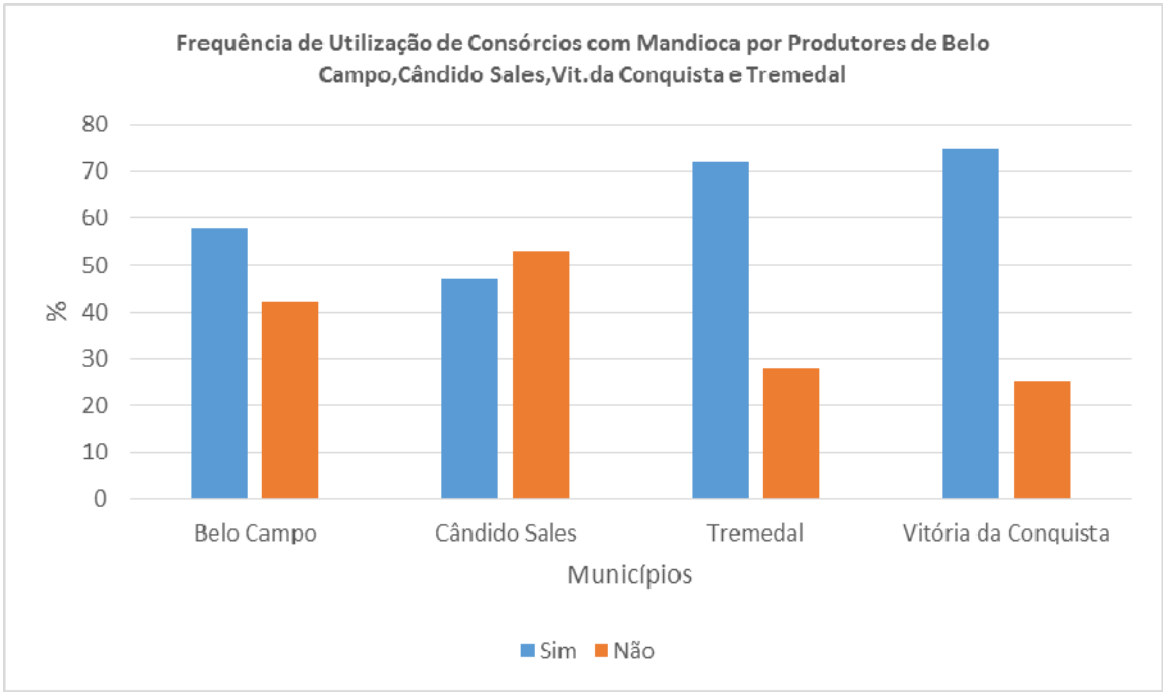
Na região semiárida do estudo, a distribuição pluviométrica mais do que os índices pluviométricos determinam os cultivos possíveis. O período de chuvas nesta região se inicia em novembro e pode, em determinados municípios, perdurar até março. O restante do ano, ocorrem chuvas esparsas e sem regularidade, quando não períodos longos de estiagem. Desta forma, apenas dois cultivos se adaptam à estas condições de sequeiro nesta superfície dos solos, suportando períodos de estiagem de mais de 1 ano: a mandioca e o eucalipto. Entretanto, no período de 5 meses de regularidade de chuvas, outras culturas podem ser plantadas, em consórcio ou isoladas. Carvalho (2006), em trabalho de investigação nesta microrregião, constatou a concentração de plantios nos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro, com possibilidade de extensão até março. Acrescente-se, entretanto, que este autor não trabalhou com séries pluviométricas de no mínimo 25 anos. No Brasil, o plantio é normalmente realizado no início da estação chuvosa, quando a umidade e o calor se tornam elementos essenciais para a brotação e o enraizamento. Em vista da extensão do território brasileiro, porém, as condições ideais para o plantio de mandioca não são coincidentes nos mesmos meses; para a Bahia, o período ideal seria de outubro a novembro,

embora a menor ocorrência de veranicos (períodos sem chuvas) em março e a maior ocorrência de neblinas que aportam umidade, em alguns municípios, nos meses posteriores, sejam as principais causas do grande número de plantios no referido mês.

Para investigar possíveis intercalações de plantios com a mandioca, Carvalho (2006), analisou os consórcios de cultivos, em entrevistas com agricultores de 13 municípios produtores. O cultivo de mandioca consorciada com outras plantas foi citado por 61% dos produtores entrevistados; as culturas mais utilizadas em consorciação com a mandioca são o feijão e o milho, citados por, respectivamente, 24,5% e 20,6% dos produtores entrevistados. São resultados concordantes com a literatura disponível que afirma que a consorciação de mandioca no Nordeste brasileiro é feita principalmente com feijão *Phaseolus* e/ou vigna e milho. Este autor indica que na microrregião sudoeste, uma grande vantagem do consórcio é a melhor exploração do período chuvoso, que é concentrado em apenas uma época do ano, sendo que, nesta, os plantios de sequeiro devem ser obrigatoriamente realizados para se ter maiores chances de colheita.

A frequência de adoção dos quatro municípios da pesquisa, do consórcio da mandioca com outras culturas são mostradas na figura 134.

Figura 134. Frequência de utilização de consórcio com mandioca por produtores dos quatros municípios da pesquisa, da região Sudoeste da Bahia.



Fonte: Carvalho (2006).

Pela observação da figura 134, o município de Cândido Sales, o maior produtor de mandioca do Estado da Bahia, teve a menor frequência do consórcio. Uma possível explicação decorre da mandioca já ter se tornado uma monocultura neste município.

Os cultivos utilizados em consórcio, em treze municípios da microrregião sudoeste, são apresentadas na tabela 51.

Tabela 51. Cultivos utilizados em consórcio por produtores de mandioca de treze municípios da região Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista – BA, 2006.

	%									
Cultivos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Anagé	19.0	17.4	0	0	13.0	13.0	15.2	6.5	3.3	7.6
B. do Choça	17.6	17.6	0.7	0.7	8.8	9.6	2.9	2.2	4.4	10.3
Belo Campo	23.3	16.7	3.3	3.3	10.0	16.7	7.8	3.3	13.3	0
C.Sales	27.0	21.9	1.1	1.1	2.2	10.7	13.5	7.3	5.1	5.6
Caraíbas	25.3	26.3	0	0	13.7	10.5	11.6	6.3	1.1	5.3
Condeúba	26.2	17.5	0	3.2	11.9	8.7	8.7	7.1	5.6	10.3
Encruzilhada	26.3	22.8	0.9	3.5	2.6	8.8	11.4	2.6	4.4	7.9
Piripá	47.0	25.8	0	0	6.1	3.0	6.1	3.0	1.5	7.6
Planalto	24.2	17.5	0	5.0	9.2	9.2	10.8	7.5	3.3	10.0
Poções	23.5	22.4	1.2	7.1	10.6	9.4	4.7	5.9	3.5	5.9
Ribeirão do Lago	23.6	24.4	1.6	8.9	5.7	10.6	4.1	4.1	4.1	2.4
Tremedal	28.1	30.2	0	1.4	5.8	10.8	9.4	1.4	1.4	11.5
Vitória da Conquista	21.8	15.7	2.8	7.7	7.7	10.5	11.3	4.4	4.4	5.6

1=Feijão; 2=Milho; 3=Urucum;4=Batata;5=Andu; 6=Abóbara; 7=Melancia; 8=Maxixe; 9=Fruteiras; 10=Outras.
Fonte: Carvalho (2006).

Em três municípios, Caraíbas, Ribeirão do Largo e Tremedal, o milho é o cultivo mais plantado em consórcio. A batata, uma importante cultura no qual se extrai, como a mandioca, o amido também é plantada na microrregião, em escala reduzida. Quando se comparam as áreas de cultivos de diversas culturas dos municípios de Cândido Sales e Tremedal com a de Vitória da Conquista, se observa que neste último município a diversificação de plantios é bem maior. Nos municípios de Tremedal e Cândido Sales, o plantio predominante é a mandioca, porém neste último a mandioca tem o predomínio quase total das áreas de cultivo. O plantio de feijão neste município ocorre em projetos de irrigação. Ver figura 135.

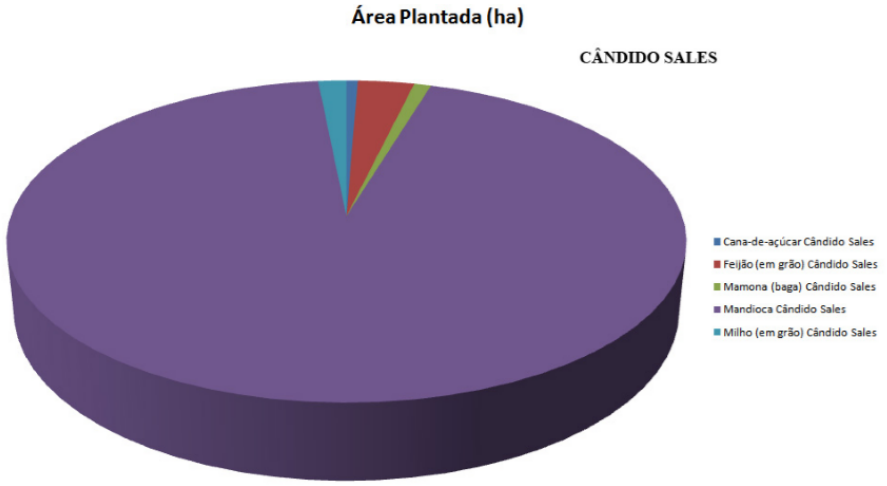
Figura 135. Vista aérea do município de Cândido Sales com plantio de feijão, via sistema de irrigação por pivô central.



Fonte: Google Earth (2012).

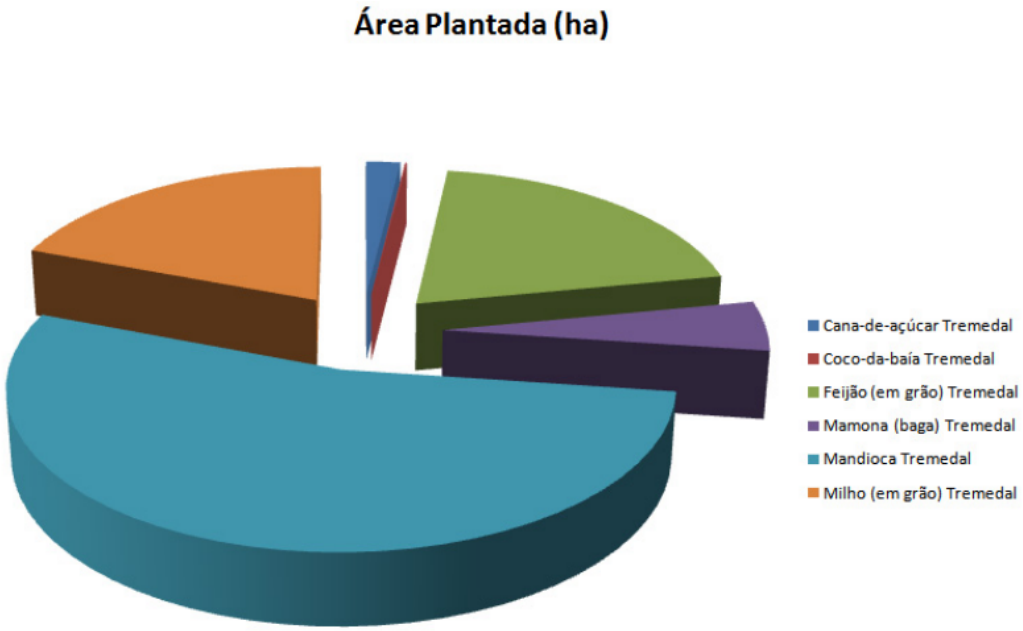
Os tipos de plantios do município de Cândido Sales e Tremedal e Vitória da Conquista são mostrados nas figuras 136, 137 e 138.

Figura 136. Diversificação de culturas dos municípios de Cândido Sales.



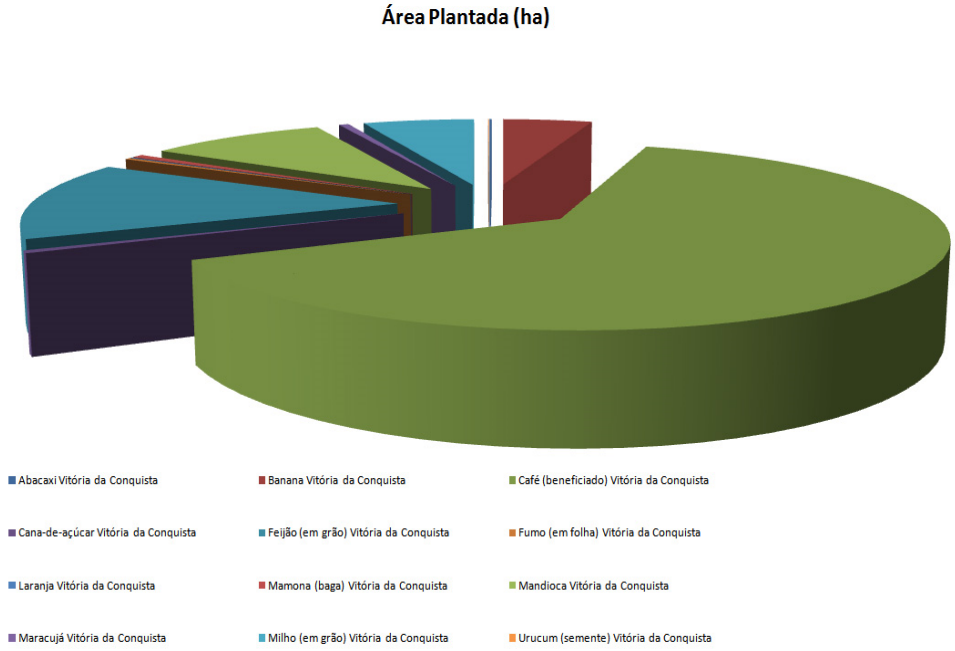
Fonte: SEI (2007).

Figura 137. Diversificação de culturas do município de Tremedal.



Fonte: SEI (2007).

Figura 138. Diversificação de culturas do município de Vitória da Conquista.



Fonte: SEI (2007).

Pode-se dizer que Vitória da Conquista é um município que se destaca pela produção de café, vindo em segundo lugar o feijão e em terceiro a mandioca.

Os rendimentos por hectare dos cultivos destes municípios são apresentados na tabela 52.

Tabela 52. Rendimentos médios dos cultivos dos municipios da pesquisa em 2011.

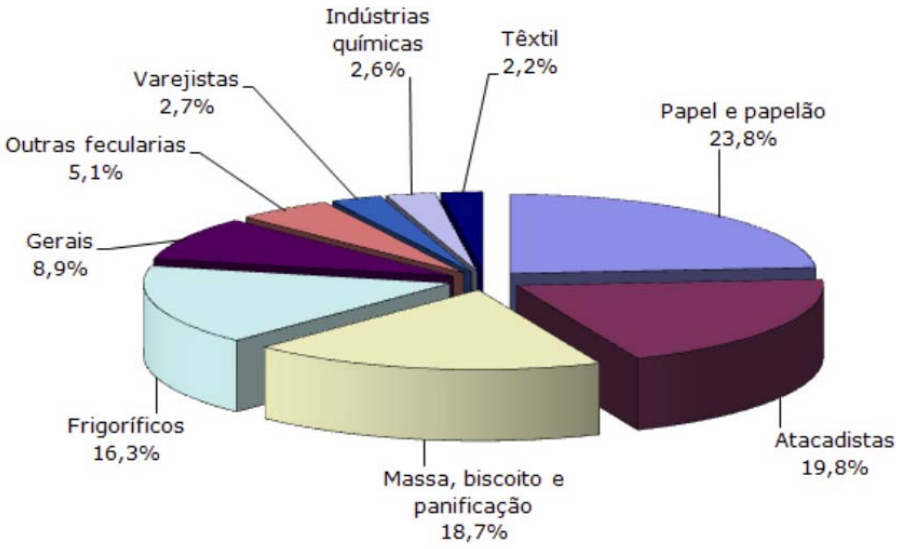
Cultivos/Rendimento (2011)	Cândido Sales	Tremedal	Belo Campo	Vitória da Conquista	Brasil
Abacaxi (frutos/ha)	-	-	-	21.337	25.239
Cana-de-açúcar (kg/ha)	60.000	50.000	45.000	55.237	76.448
Laranja (kg/ha)	-	-	-	10.000	24.239
Maracujá (kg/ha)	-	-	-	15.000	14.976
Banana (kg/ha)	-	-	-	10.000	14561
Feijão (kg/ha)	350	417	400	559	935
Mamona					
Milho (kg/ha)	361	360	360	541	4.210
Café (kg/ha)	-	-	-	660	1256
Fumo (em folha) (kg/ha)	-	-	-	-	2094
Urucum (kg/ha)	-	-	-	777	1087

Fonte: IBGE (2013).

5.4.5 Oferta e demanda de matéria prima de mandioca e de fécula

A segmentação do Mercado de fécula de mandioca é apresentada na figura 139.

Figura 139. Segmentação do Mercado de amido de mandioca, ano 2009.



Fonte: Abam (2012).

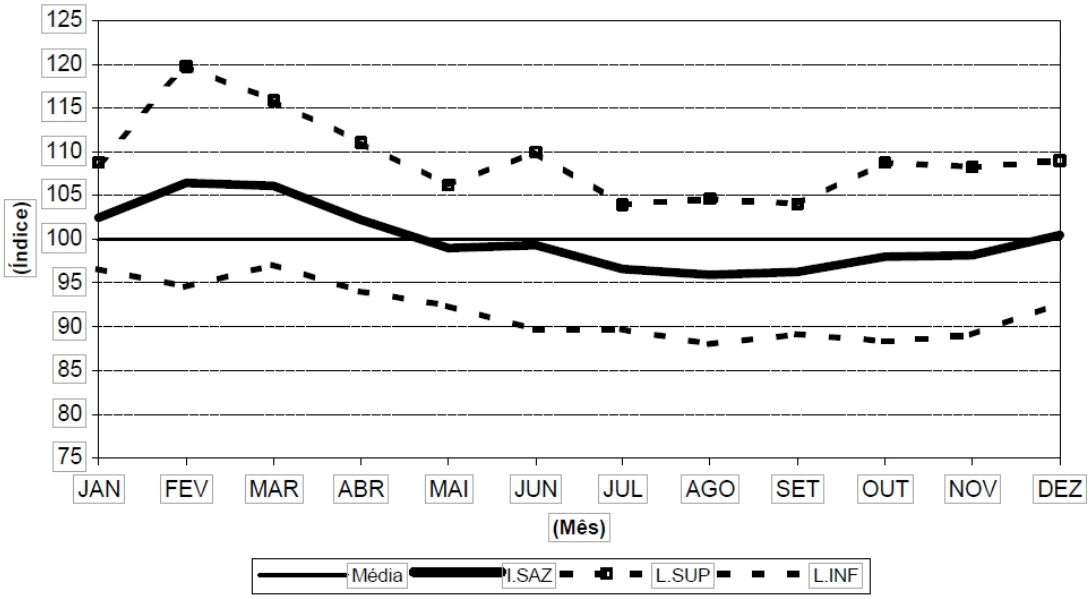
Vilpoux (2011), afirma que a quantidade de matéria-prima disponível (raiz de mandioca) é extremamente volátil e fonte de dificuldades em todo o setor da mandiocultura. O autor reforça a importância da análise do processo de organização e da coordenação entre os agentes envolvidos nas transações entre a produção de matéria-prima e o processamento e enfatiza a necessidade de se entender os aspectos que condicionam a dinâmica deste sistema, marcado por disparidades entre oferta e demanda, o que ocasiona fortes flutuações de preços. Este autor evidenciou a instabilidade da oferta e dos níveis de preços como os principais fatores limitantes do crescimento do setor e emitiu a hipótese de que a falta de competitividade da cadeia de mandioca podia ser explicada por arranjos institucionais inadequados entre produtores agrícolas e processadores.

Em 2005 e 2006, a produção cresceu respectivamente 39,1% e 12,8% em relação ao ano anterior. Ainda assim, a produção de 2006 permanecia 17,3% inferior àquela de 2002. Em 2007, a produção de fécula de mandioca no Brasil apresentou queda de 5,1%, antes de voltar a

crescer 4% em 2008, repetindo os ciclos de instabilidade dos anos anteriores e confirmando a incapacidade do setor de retomar o ciclo de crescimento interrompido em 2002.

A figura 140 representa o comportamento do preço da raiz de mandioca no mercado da Bahia, entre 1990 e 2004, considerando-se o índice de sazonalidade (linha central do gráfico), o limite superior e inferior.

Figura 140. Variação estacional dos preços recebidos pelos produtores de mandioca no Estado da Bahia, no período de 1990 a 2004.



Fonte: Santana et al. (2005).

Para Santana et al.(2005), baseado na figura 140, os preços de mandioca são submetidos a grandes variações sazonais e alcançam um nível mínimo no mês de agosto e nível máximo no mês de fevereiro. Além das variações sazonais, os preços são influenciados pelos preços praticados no momento da safra anterior, e por eventos dificilmente previsíveis, como as condições climáticas no Sul, os preços do milho e da soja e principalmente a meteorologia no Nordeste, grande região produtora de mandioca e consumidora de farinha Vilpoux (2011).

5.4.6 Custo de Produção e Demanda

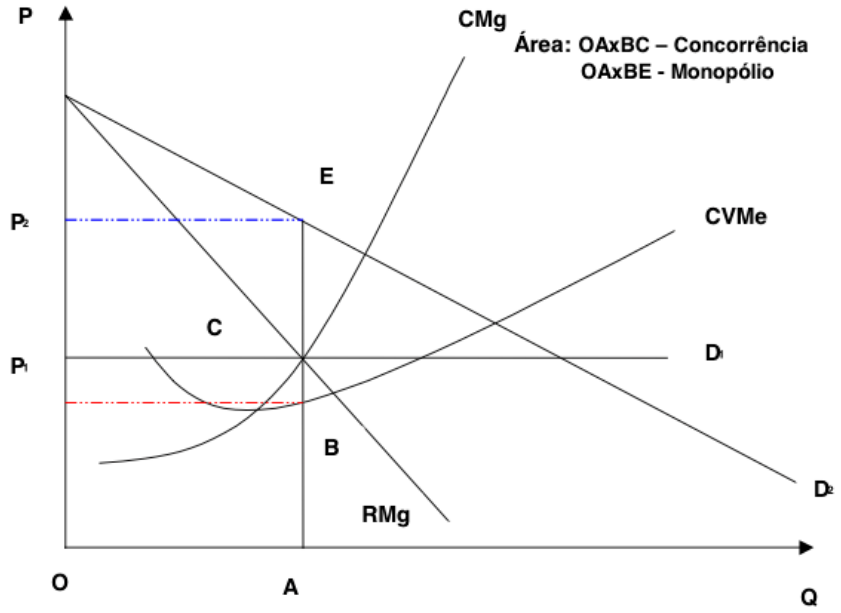
5.4.6.1 Conceito de Quase-Renda

Para Saes (2008), a existência de ativo específico cria uma *quase-renda,* definida pela

diferença entre o valor gerado na atividade específica e o seu melhor uso alternativo. Por essa razão, a quase-renda reflete as decisões de saída de uma determinada transação. Trata-se da porção em excesso a usos alternativos que impede o agente de descontinuar a transação. Dessa forma, com a realização de investimentos específicos, criam-se custos de saída, fazendo com que as quase-rendas se tornem objeto de disputa entre as partes. É, portanto, a divisão da quase-renda entre os agentes que compõe uma relação contratual, um dos pivôs centrais das disputas nas negociações. Isso porque é impossível especificar claramente nos contratos a divisão do excedente *ex ante,* já que não se podem prever todas as contingências pós-contratuais. Esta autora argumenta que o comportamento oportunista é particularmente favorecido nas situações em que há uma grande quantia de excedente a ser dividido *ex post.* Isso porque a contraparte contratual poderá tentar capturar a quase-renda gerada, principalmente se esta dispuser de maior poder de barganha, seja por motivos econômicos ou informacionais. Em outras palavras, o agente que investiu em ativos específicos pode não somente remunerar o seu custo de oportunidade inicial, mas também ficar refém da transação, em razão dos custos de saída.

Cardoso (2003), define a quase-renda como a parcela que excede o ganho mínimo necessário para desestimular um trabalhador a sair de um específico mercado de trabalho, ou uma empresa a sair de um particular mercado. Na tradicional teoria de mercado, no curto prazo, uma empresa sairá do mercado somente quando o preço de mercado não cobrir os custos variáveis. Enquanto a renda é definida em termo da decisão de entrar em um mercado de trabalho, ou em uma indústria, a quase-renda é definida em termos da decisão de sair. Caso a intenção fosse fornecer indicações para a decisão de entrar no mercado, o relevante seriam os custos totais médios e se estaria fazendo referência à renda e não à quase-renda. Pode-se admitir que a quase-renda é o retorno dos insumos fixos no curto prazo e pode ser maior, menor ou igual aos custos fixos. Na Figura 141, Cardoso apresenta uma ilustração gráfica da quase-renda, tanto para um mercado supostamente em concorrência, como em monopólio. Quando as quase-rendas excedem os custos fixos, as indústrias alcançam uma taxa de rendimento pelo uso deste insumo fixo, superior à que alcançariam se o mesmo fosse utilizado em outros usos alternativos. Quando as quase-rendas são menores do que os custos fixos, as indústrias sofrem prejuízos. Se as quase-rendas são iguais aos custos fixos, as indústrias recebem rendimentos normais pelo uso do insumo.

Figura 141. Ilustração gráfica da quase-renda.



Fonte: Cardoso (2003).

P = Preço recebido pelo produto no período t.
Q=Quase-renda.
Curva de Oferta: A curva da oferta tem inclinação positiva, pois quanto maior for o preço do bem mais quantidade desse bem as indústrias estão dispostas a produzir.
P^1 = Preço de Equilíbrio para estrutura de Mercado 1.
P^2 = Preço de Equilíbrio para estrutura de Mercado 2.

A renda econômica é a área que fica acima da curva de oferta, segmento da curva de custo marginal (CMg), acima da curva de custo variável médio (CVMe) e abaixo do preço de equilíbrio. No mercado de produto, esta área é chamada de excedente do produtor. A ilustração gráfica da quase - renda se apoia nas tradicionais curvas de custo a curto prazo da firma e corresponde à área que fica acima da curva de custo variável médio e abaixo do preço de equilíbrio (P1 ou P2 a depender da estrutura de mercado considerada).

5.4.6.2 Cálculo da Quase-Renda Total (QR_t)

A quase-renda (QRt) referente a uma empresa, um grupo de empresa, ou um segmento

da cadeia, no período t, pode ser calculada, conforme Cardoso (2003), pela diferença entre a receita total (RT_t) e o custo variável total (CVT_t). Levando-se em conta que os dados utilizados no modelo referem-se a um grupo relevante de empresas, as informações geradas podem ser consideradas como representativas do segmento estudado.

Desta forma tem-se:

$$QRt = RT_t - CVT_t \quad (1)$$

Sabe-se que: $RTt = Pt.Qt$ (2)

onde:

Pt = preço recebido pelo produto no período t;

Qt = quantidade produzida (na unidade relevante, toneladas/ha) no período Substituindo-se a eq. (2) na eq. (1) tem-se:

$$QRt = Pt.Qt - CVT_t \quad (3).$$

A eq. (3) será comparada com um indicador de custo de oportunidade (W), resultando no indicador de competitividade (IC,),

eq. (4). $IC = QR/W$.

Não existem outros empreendimentos similares nesta microrregião, no qual se possa calcular os índices referidos. Os cálculos específicos para o empreendimento da fecularia da Coopasub são apresentados nos Resultados desta tese.

5.4.6.3 Índice de Competitividade

Este indicador alternativo, assinalado por Cardoso (2003), reconhece a importância dos preços dos produtos, dos custos, da tecnologia utilizada e da escala, como fatores determinantes (direcionadores) da competitividade. Ressalta-se que uma cadeia será considerada competitiva se seus segmentos e agentes estiverem usando os recursos de forma eficiente. Além disso, é necessário que se apresente instrumentos de coordenação capazes de transmitir informações, estímulos e controles ao longo de todo o processo de produção (eficiência da cadeia) e atenda às demandas atuais e potenciais de mercado, sobretudo, do ponto de vista de preço, quantidade e qualidade (eficácia da cadeia). Não atender a um desses requisitos significará que a cadeia não é competitiva. A tabela 53 apresenta o quadro da

competitividade:

Tabela 53. Quadro de Competitividade.

ÍNDICE DE COMPETITIVIDADE (IC)	SITUAÇÃO
IC ≤ 0	Segmento agrícola não é competitivo
IC < 1	Segmento agrícola é marginalmente competitivo
IC > 1	Segmento agrícola é competitivo

Fonte: Cardoso (2003).

5.4.6.4 Oferta e Demanda

De acordo com Cardoso (2003), a presença de renda e quase-renda não é uma ameaça para a estabilidade do equilíbrio de longo ou de curto prazo. Isso é justificado porque a empresa oferta seus produtos sobre as curvas de custo marginal de curto e longo prazos, que são independentes dos gastos com os recursos fixos e nesse caso a renda ou a quase-renda irão se ajustar para levar o sistema para lucro zero. Quando há escassez ou especificidade, os preços pagos pelo uso de um dado bem ou serviço são funções dos valores dos serviços que eles prestam. Nesse sentido a capacidade para produzir renda e quase-renda, e, portanto, o valor de cada bem ou serviço, será independente dos respectivos custos de produção, mas determinado pela procura geral das coisas que se produzem, em relação à oferta geral desses produtos. Ou seja, por mais que tenham um custo de produção envolvido, as coisas têm valor, se elas são relativamente escassas em relação à sua demanda. Por outro lado, os bens com que se pode aumentar o estoque indefinidamente, têm seu preço baseado no custo de produção e neste caso não há geração de renda ou quase-renda de escassez.

5.5 REFERÊNCIAS

ABAM (2012). Segmentação do Mercado de Fécula de 2009. [on line]. Disponível em: www.abam.com.br [28 de agosto de 2012].

AIMIN, H. (2010). Uncertainty, Risk Aversion and Risk Management in Agriculture, Agriculture and Agricultural Science Procedia Vol. 1, 152-156, ISSN 2210-7843, 10.1016/j.aaspro.2010.09.018.
(http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210784310000197).
[on line].

ARONICA, G.T.; BIONDI, G.; BRIGANDÌ, G.; CASCONE, E.; LANZA, S.; RANDAZZO, G. (2012). Assessment and mapping of debris-flow risk in a small catchment in eastern Sicily through integrated numerical simulations and GIS, Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, Vol. 49, 52-63.
(http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474706512000484)

BACKES, K.S (2010). Variações do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) do Sensor Modis Associadas a Variáveis Climáticas para o Estado do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Brasil, 63 pp. [In portuguese].

BORGES, M. D. F.; FUKUDA, W. M. G (2002). Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 37: 1559-1565.

BERRY, P.M; ROUNSEVELL, M.D.A; HARRISON, P.A; AUDSLEY, E. (2006). Assessing the vulnerability of agricultural land use and species to climate change and the role of policy in facilitating adaptation, Environmental Science & amp; Policy, Volume 9, Issue 2, Pages 189-204.
(http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S146290110500153X).
BRAUDEL, F. (1979). As Estruturas do Cotidiano. In: E o resto do mundo? Ed.Teorema, Lisboa. 145 pp.

CARDOSO, C.E.L (2003). Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil. 2003. Tesis Doctoral. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo. Piracicaba. 187pp.[in portuguese].

CARVALHO, FM. (2006). Caracterização do Sistema de Produção de Mandioca (Manihot *esculenta* crantz) em Treze Municípios da Região Sudoeste da Bahia. Dissertação.Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista. 118 pp.

CISNEROS, J.M; GRAU, J.B; ANTÓN, J.M; DE PRADA, J.D; CANTERO, A; DEGIOANNI, A.J. (2011). Assessing multi-criteria approaches with environmental, economic and social attributes, weights and procedures: A case study in the Pampas, Argentina, Agricultural Water Management, Volume 98, Issue 10, Pages 1545-1556.

DE LANGE, H. J.; SALA, S; V IGHI, M; FABER, J.H. (2010). Ecological vulnerability in risk assessment — A review and perspectives, Science of The Total Environment, Volume 408, Issue 18, Pages 3871-3879.
(http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969709010985).

EAKIN, H; WEBBE, M; ÁVILA, C; TORRES, S.G; BOJOÓRQUEZ-TAPIA, L.A. (2008). Social Vulnerability of Farmers in Mexico and Argentina.In. Climate Change and Vulnerability. (Ed. N. Leary; C. Conde; J. Kulkarni; A.Nyong; J.Pulhin). EARTHSCAN.London.Sterling, VA p.p. 447.

ERENO, D. (2008). Etanol de mandioca doce [on line]. Disponível em: http://www.revistapesquisa.fapesp.br/?art=3457&bd=1&pg=1
[30 de abril,2012].

ESPM&SEBRAE (2008). Informações de Mercado sobre Mandioca.Biblioteca Sebrae. Brasília-DF.32 pp.

EVANS, J.; BREMAUNTZ, A.F.; GARCÍA, A.G.; LEMA, I.I.; CORDERO, M.A.M.; ROMERO, P.R.; ZUK, M. (2003). Introducción al análisis de riesgos ambientales. INE-SEMANART. México. 122 pp.

FERNÁNDEZ, G.S. (2009). Análises de la Sostenibilidad Agrária Mediante Indicadores Sintéticos: Aplicación Empírica para Sistemas Agrários de Castilla y León. PHD Thesis. Universidad Politécnica de Madrid.España.252 pp. [In Spanish].

GARFÍ, M; FERRER-MARTÍ, L; BONOLI, A; TONDELLI, S. (2010). Multi-criteria analysis for improving strategic environmental assessment of water programmes. A case study in semi-arid region of Brazil, Journal of Environmental Management, Volume 92, Issue 3. Pages 665-675.

Google Earth (2012). Vista Aérea de Cândido Sales-Ba. Google Earth (Version 6.1.0.5666) [Software].Disponível em: http://www.google.com/earth/index.html [29 de novembro de 2012].

GÓMEZ-LIMÓN, J.A; RIESGO, L. (2009). Alternative approaches to the construction of a composite indicator of agricultural sustainability: An application to irrigated agriculture in the Duero basin in Spain, Journal of Environmental Management, Volume 90, Issue 11, Pages 3345-3362.

GONZÁLEZ, A; GILMER, A; FOLEY, R; SWEENEY, J; FRY, J (2011). Applying geographic information systems to support strategic environmental assessment: Opportunities and limitations in the context of Irish land-use plans, Environmental Impact Assessment Review, Pages 368-381.
(http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925510001484).

HERRERO, A.D. (2002). Aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica al análisis del riesgo de inundaciones fluviales. Em: Luis, L.H. (Ed.). Los sistemas de información geográfica en la gestión de los riesgos geológicos y en el medio ambiente. Jornadas sobre Sistemas de Información Geográfica y Medio Ambiente. Instituto Geológico y Minero de España. Serie Medio ambiente, Riesgo Geológicos, nº 3. España. pp. 87-112.

IBGE (2013). Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**.** [on line]. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=PA&z=t&o=11 [27 de agosto de 2013].

IPPOLITO, A; SALA, S; FABER, J.H; VIGHI, M. (2010). Ecological vulnerability analysis: A river basin case study, Science of The Total Environment, Volume 408, Issue 18, Pages 3880-3890. (http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969709009450).

JYLHÄ, K; LAAPAS, M; RUOSTEENOJA, K.(2011). Climate scenarios. In: BERGSTRÖM, I; MATTSSON, T; NIEMELÄ, E; VUORENMAA, J; FORSIUS, M. (Eds.). Ecosystem services and livelihoods – vulnerability and adaptation to a changing climate. VACCIA Synthesis Report. Finnish Environment Institute. Helsinki. The Finnish Environment. pp. 22–24.

JULIÃO, R.P; NERY, F; RIBEIRO, J.L; BRANCO, M.C; ZÊZERE, J.L (2009). Guia Metodológico para a Produção de Cartografia Municipal de Risco e para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de Base Municipal. Instituto Geográfico Português. Portugal. 93 pp.

JULIÃO, R.P.; NERY, F.; RIBEIRO, J.L.; BRANCO, M.C.; ZÊZERE, J.L. (2009). Guia Metodológico para a Produção de Cartografia Municipal de Risco e para a Criação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de Base Municipal. Instituto Geográfico Português. Portugal. 93 pp.

LE, Q.B; TAMENE, L; VLEK, P.L.G (2012). Multi-pronged assessment of land degradation in West Africa to assess the importance of atmospheric fertilization in masking the processes involved. Global and Planetary Change, Volumes 92–93, Pages 71-81. (http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921818112000689).

Mangiarotti,S; Mazzega,P; Hiernaux,P; Mougin,E (2012) Predictability of vegetation cycles over the semi-arid region of Gourma (Mali) from forecasts of AVHRR-NDVI signals, Remote Sensing of Environment, Volume 123. p.p 246-257. (http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425712001307).

METZGER, M; SCHRÖTER D. (2006). Towards a spatially explicit and quantitative vulnerability assessment of environmental change in Europe. Reg Environ Change; 6:201–16.

NIZEYIMANA, E; PETERSEN, G.W; LOOIJEN, J.C (2003). Land use planning and environmental impact assessment using geographic information systems. In- Environmental Modelling with GIS and Remote Sensing. (Ed. Skidmore, A).Taylor & Francis. New York. p.p. 227-251.

OECD (2009). Managing Risk in Agriculture: A Holistic Approach. OECD Publications.France.p.p.172.

PENA, A; MESCOUTO, A; OLIVEIRA, A.(2011). Índices para mensuração do potencial de transformação do lixo sólido urbano no estado do pará-amazônia-brasil: subsídios para exploração de mercados verdes, In: Contribuciones a las Ciencias Sociales. repec:erv:coccss:y:-08:3. Brasil.

QUASSOU, A.; AMEZIANE, T.; ZIYAD, A.; BELGHITI, M. VANGELIS, H.; PANGALOU, D. (2012). Medroplan Drought Management Guidelines. In. Chapter 20. Application of the Drought Management Guidelines in Morocco. Optionns Méditerranéennes, Series B, nº 58. Greece. 343-372 pp.

RAMACHANDRAN, K; GAYATRI, M; SATISH, J; THILAGAVATHI, N; (2012). Monitoring agricultural vulnerability using NDVI time series. Central Research Institute for Dryland Agriculture (CRIDA). Geospatial World. India. p.p 345-362.

REVENGA, CARMEN (2005). Developing indicators of ecosystem condition using geographic information systems and remote sensing *Regional Environmental Change*, Vol. 5, No. 4. pp. 205-214, doi:10.1007/s10113-004-0085-8.

RODRIGUES, C.P (2010). Estudo do Fluxo de Carbono Utilizando Geotecnologias. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Brasil, 92 pp. [In portuguese].

ROMERO, C.; REHMAN, T. (2003). Multiple Criteria Analysis for Agricultural Decisions. Elsevier. Amsterdam-Boston-London-New York-Paris-San Diego-Saan Francisco-Singapore-Sydney-Tokyo.pp.201.

SAES. M.C.M. (2008). Estratégias de Diferenciação e Apropriação da Quase-Renda na Agricultura: A Produção de Pequena Escala. Tesis. Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil. 162 pp. [in Portuguese].

SAMPAIO, A.O.; FERREIA FILHO, J.; ALMEIDA, P.A. de. (1994). Cultivo consorciado de mandioca para alimentação animal. *Revista Brasileira de Mandioca*, Cruz das Almas, 13 (1): 89-98.

SANTANA, F.S; MELO, E.S; CARDOSO, C.E.L; SOUZA, J.S; CALDAS, R.C (2005). Variação de Preços da Raiz da Mandioca no estado da Bahia. XI Congresso Brasileiro de Mandioca. Anais. Mato Grosso do Sul. pp.4.

SARKAR, A.; ARONSON, K.J.; PATIl,S.; LINGAPPA, B.; HUGAR,B.; VANLOON, G.W (2012). Emerging health risks associated with modern agriculture practices: A comprehensive study in India, Environmental Research, Vol. 115. Pages 37-50. (http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935112000886).

SEI. (2007). Mapa dos municípios baianos. [on line]. Disponível em: http://www.sei.ba.gov.br/site/municipio/mapa/index_mapa.htm# [30 de outubro de 2012].

SKIDMORE, A (2003). Introduction. In- Environmental Modelling with GIS and Remote Sensing. (Ed. Skidmore, A).Taylor & Francis. New York. Pp.3-4.

TONINI, F; LASINIO, G.J; HOCHMAIR, H.H (2012). Mapping return levels of absolute NDVI variations for the assessment of drought risk in Ethiopia, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Volume 18. Pages 564-572, (http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0303243412000621).

VILPOUX, O. (2011). Desempenho dos arranjos institucionais e minimização dos custos de transação: transações entre produtores e fecularias de mandioca. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, *49*(2), 271-294. Retrieved March.[online]. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032011000200001&lng=en&tlng=pt. http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032011000200001. [7 de novembro de 2012].

WILHITE, D.A (2009). Drought Monitoring as a Component of Drought Preparedness Planning. In - Coping with Drought Risk in Agriculture and Water Supply Systems. (Ed. Iglesias, A; Garrote, L; Cancelliere, A; Cubillo,F; Wilhite,D.A). Springer. USA. p.p 3-21.

ZARGHAMI, M; SZIDAROVSZKY, F. (2011). Multicriteria Analysis. In "Applications to Water and Environment Management". Springer. Heidelberg – Dorddrecht-London-New York. pp. 172.

6 COOPASUB: UM CASO PARTICULAR DE APLICAÇÃO DA AAE

6.1 INTRODUÇÃO COOPASUB E SUA POLÍTICA ECONÔMICA SOCIAL E AMBIENTAL

A COOPASUB – Cooperativa Mista Agropecuária de Pequenos Agricultores do Sudoeste da Bahia Ltda. Foi fundada em 20 de maio de 2005, considerado pela sua diretoria como o modelo mais adequado ao processo de inserção socioeconômica dos agricultores familiares da microrregião sudoeste da Bahia, sendo a entidade que os representa, constituindo-se como instrumento de convergência de todas as associações e organizações de produtores, e foi construída para responsabilizar-se pelos investimentos necessários à estruturação destes agricultores. Esses investimentos foram consolidados no *Programa de Fortalecimento da Agricultura Familiar na Cadeia Produtiva da Mandioca no Sudoeste da Bahia*. A sua principal forma de ação, entretanto, se dá através do Complexo Industrial da COOPASUB que foi inaugurado em 26.09.2011, no município de Vitória da Conquista. O projeto é resultado da parceria entre a Fundação Banco do Brasil (FBB), o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e a Prefeitura Municipal de Vitória da Conquista, com investimento social de mais de R$ 12 milhões, incluindo a aquisição de equipamentos, instalação de casas de farinha, apoio à gestão, com capacitações e estações digitais para oferta de cursos de informática. A Fundação BB e o BNDES investiram no total R$ 5,6 milhões na construção do complexo agroindustrial (Fecularia), que se constitui em um dos principais empreendimentos solidários no Nordeste. O projeto conta também com a parceria das seguintes entidades listadas na tabela 54.

Tabela 54. Entidades parceiras da Coopasub

PETROBRÁS	Petróleo Brasileiro
MST	Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
MDS	Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome
MPA	Movimento de Pequenos Agricultores
STR	Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio Às Pequenas e Médias Empresas
UESB	Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
BANCO DO BRASIL	Banco do Brasil

CAR	Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional
UNITRAABALHO	Fundação Interuniversitária de Estudos e Pesquisas sobre o Trabalho
IMC	Instituto Mata de Cipó
ASA	Articulação no Semiárido
UNISOL	União e Solidariedade das Cooperativas e Empreendimentos de Economia Social do Brasil
EMBRAPA/CNPMF	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura

Fonte. Coopasub (2013).

As parcerias asseguram que o fomento da cadeia produtiva se faça por completo, desde a pesquisa para o melhoramento de manivas até o descarte e reaproveitamento da manipueira. O principal objetivo do empreendimento é propiciar condições para melhoria na renda e na qualidade de vida das famílias dos agricultores e produtores de mandioca da região. Inicialmente o empreendimento visava agregar valor ao produto por meio da industrialização da fécula e da farinha, mas posteriormente foram comercializados a fécula e resíduos sólidos da mandioca usados para a alimentação animal. Ocasionalmente foi produzida farinha, destinada a doação ao PNAE/PAA[1]. O empreendimento possui toda estrutura para industrialização e comercialização da farinha, mas a produção tem sido direcionada para fécula de mandioca, existindo porém a viabilidade de se produzir farinha em função de períodos de elevados preços alcançados no mercado (SEBRAE, 2102).

O instrumento de política pública para a mandioca no Estado da Bahia ocorre através da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Mandioca, órgão colegiado consultivo, da Secretaria da Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária (SEAGRI), que tem como finalidade assessorar o Secretário da Agricultura na formulação da política para o setor, definindo diretrizes e avaliando os resultados das ações a serem implementadas pelo Estado. Compete a este órgão:

I) Discutir e apresentar propostas para a formulação das políticas a serem adotadas pelos órgãos de administração e fomento no que se refere ao agronegócio da Mandioca no Estado da Bahia;

II) Acompanhar o desenvolvimento do setor, fazendo gestões junto aos órgãos responsáveis pela implementação de ações que afetem a produção de Mandioca, de forma a adequá-las às necessidades específicas;

[1] Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e Programa de Aquisição de Alimentos (PAA): programas do governo federal.

III) Colaborar na identificação das prioridades a serem estabelecidas na formulação da política para a cadeia produtiva da Mandioca e no estabelecimento de metas de desempenho do setor;

IV) Orientar a realização de programas de pesquisas, geração e difusão de tecnologia, estimulando e recomendando a cooperação técnica pública e privada;

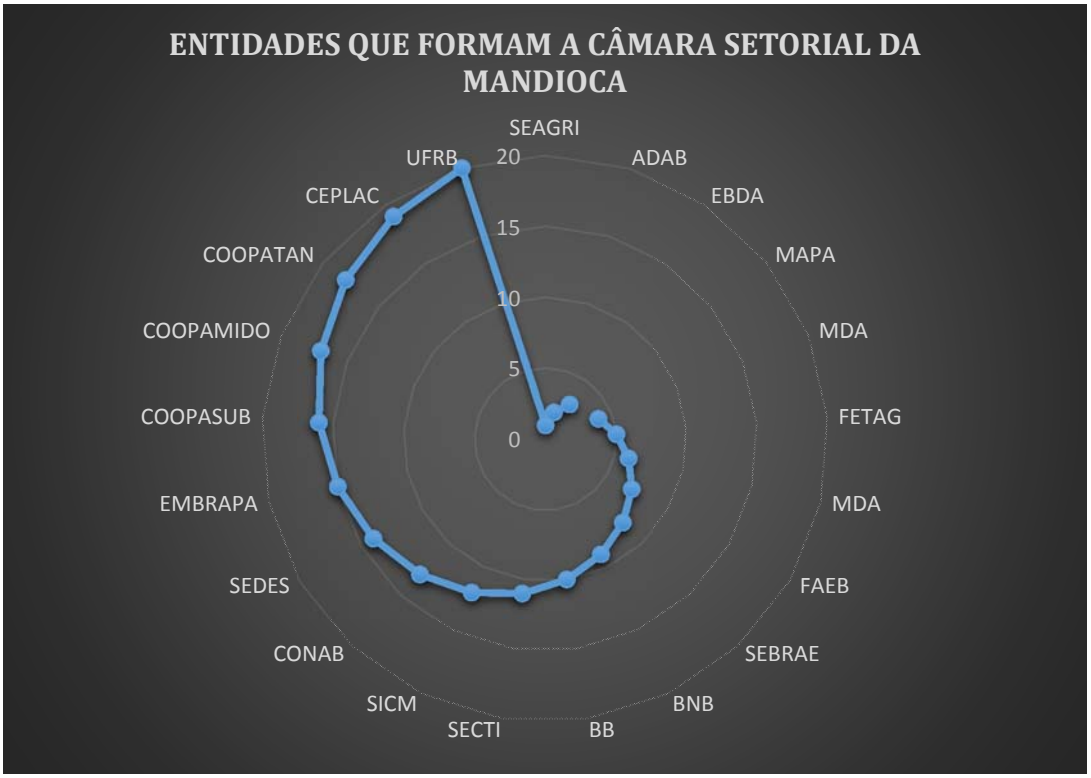
V) Assessorar o Governo no que se refere às políticas de defesa e inspeção, crédito rural, fomento, insumos, equipamentos, comercialização, associativismo, assistência técnica e extensão rural;

VI) Ficar a cargo do Secretário Executivo a responsabilidade de elaborar relatório trimestral de atividades e de desempenho, com ênfase no cumprimento das políticas do setor.

COOPASUB participa junto a outras entidades desta câmara setorial (ver figura 142).

Figura 142. Entidades participantes da Câmara Setorial da Mandioca, no Estado da Bahia.

A



Fonte: SEAGRI (2010).

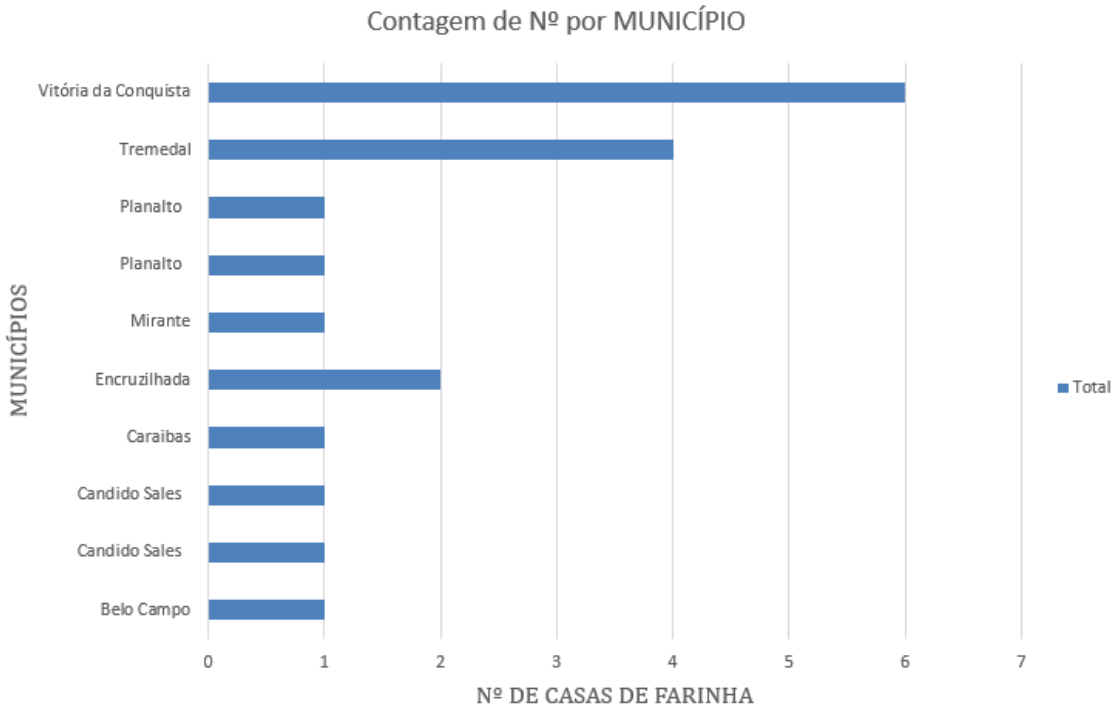
A secretaria executiva desta câmara é rotativa e no ano de 2013 está sendo exercida pela presidência da Coopasub. Dentre as vinte siglas listadas na figura 142 constam dois Bancos: Banco do Brasil – BB e Banco do Nordeste do Brasil (BNB), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), uma universidade: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB e diversos sindicatos e movimentos de agricultores: MDA, FETAG, MDA, FAEB.

A câmara realiza as suas formulações de política pública para a cadeia da mandioca através de grupos temáticos, previamente acordados entre os membros, para subsidiar tecnicamente o desenvolvimento das suas competências. Esta câmara setorial para a cadeia produtiva da mandioca foi fundada em 2010 e as suas principais formulações de políticas públicas são o projeto RENIVA (figura 144) e o projeto de lei estadual adicionando fécula de mandioca na fabricação de pães, já descritos neste capítulo.

A Coopasub detém 19 casas de farinha, distribuídos conforme mostrados na figura 143, está reformando mais 11 casas de farinha de associados. A cooperativa possui uma fecularia operativa no distrito do Corta-Lote com a capacidade de processar amido a partir da raiz de mandioca. Possui ainda 10 hectares de terra para plantio e experimentos nas adjacências da fecularia. Detém 7 tratores para preparo de terra para plantio de mandioca dos seus cooperados, 1 caminhão de transporte de raiz de mandioca, 4 veículos utilitários e uma estrutura de 3 técnicos e 3 agrônomos a serviço da cooperativa. A cooperativa tem ainda um quadro gerencial formado pelos seus diretores, e emprega mais de 10 funcionários diretos para o trabalho de na fecularia.

O número e distribuição das casas de farinha são mostrados na figura 143.

Figura 143. Número e distribuição das casas de farinha da Coopasub.



Fonte: Coopasub (2013).

6.2 PLANO DE AÇÕES DA COOPASUB

6.2.1 Planejamento do aumento da área de plantio e da produtividade da mandioca na microrregião sudoeste

A COOPASUB tem em seu quadro 500 produtores de mandioca cadastrados que forneceram, pelo menos uma vez em média, 2,3 Ha de área plantada de mandioca cada um. A produtividade média destes associados reflete a produtividade baixa da região, de 13 t/ha^{-1}, mas conforme a descrição deste plano demasiado ambicioso, com melhoramento genético e mecanização da produção seria possível se elevar esta produtividade para 20 t ha^{-1}, resultando em uma oferta de 23.000 t mandioca/ano, que poderiam gerar 6.200 toneladas de fécula, atingindo um faturamento de R$ 9.920.000,00. O mercado atacadista (indústrias de transformação de fécula) de Vitória da Conquista absorve 3.168 toneladas de fécula por ano e a Coopasub tem para 2013 uma projeção de 870 toneladas, restando dúvidas se há necessidade desta elevação de produtividade. Esta expectativa de elevação da produtividade é muito difícil de se conseguir, devido a uma série de fatores. Além do mais os dados da pesquisa

demonstram que a média nacional de produtividade da mandioca em 2011 foi de 14.622 kg/ha (IBGE, 2013). Por comparação o Estado de São Paulo, o mais estruturado em termos de órgãos de pesquisa, além de uma pluviometria bem mais distribuída ao longo do ano do que na microrregião sudoeste da Bahia, pontuou em 2002 uma produtividade média de 24 tha^{-1} (Barros et al. (2003) e 9 anos depois, em 2011, a sua produtividade foi de 23.49 tha^{-1} (IBGE,2013), mostrando o quanto é difícil se conseguir ganhos efetivos de produtividade nesta planta. O potencial produtivo máximo da mandioca no Brasil está em torno de 60 tha^{-1}; no Quênia quatro cultivares ultrapassaram 100 tha^{-1} e algumas poucas variedades cultivadas em solos adequados ao plantio combinados com o potencial genético da variedade alcançaram produtividades acima de 150 tha^{-1}, demonstrando que a capacidade produtiva da espécie ainda não é conhecida (Cardoso Júnior, 2004).

Ainda de acordo com o Plano de Ações da Coopasub, a capacidade máxima de processamento de mandioca da fecularia considerando-se 20 horas de operação e 22 dias de produção por mês é de 26.400 toneladas/ano, considerando-se o ano de 2013. No entendimento deste órgão, apenas com a produção dos cooperados, seria possível atender a 87% da capacidade de produção da Fecularia, considerando sua capacidade máxima. Destes 500 produtores cooperados, 74, ou seja, 15% fornecem ou já forneceram mandioca para a fecularia e constam no cadastro de fornecedores. Com relação aos fornecedores cadastrados 28 (37,8%), são responsáveis por 66,5% das despesas com compra de matéria prima, e apenas 10 fornecedores (13,5%), são responsáveis por 42,2% do fornecimento de mandioca para fecularia. O valor máximo de fornecimento de raiz por um produtor individual chega ao valor de R$ 180.921.18 (U$$ 82.236), o valor mínimo é R$ 4463 (U$$ 2023) com um valor médio de R$ 33.000 (U$$ 15000,00).

Considerando a tonelada com preço de R$ 1.600,00 (base setembro 2012), conforme o Plano de Negócios do Complexo Agroindustrial COOPASUB atualizado em 22/03/2013, o preço médio pago aos fornecedores sofreu grandes variações. Em setembro/2012 a tonelada da mandioca foi comercializada em média a R$ 330,00, o que tem sido muito positivo para os produtores (fornecedores), mas não tão positivo para fecularia em função da elevação dos custos de produção, que já eram altos.

Entre os mais importantes dados de elevação do custo de produção da fecularia, ocorridos a partir de 2012, de acordo com o Plano de Ações da Coopasub, consta o gasto com energia elétrica, que representaram neste período 25,2% da receita com vendas. Outro fator que na análise do Fluxo de caixa representa grande parte da elevação dos custos é a despesa com pessoal (50,4% em relação a receita com vendas). Serviços de manutenção e reparos, honorários da diretoria,

manutenção e limpeza e contabilidade, foram extrapolados a partir do fluxo de caixa de janeiro a junho de 2012 e incrementados em 10% ao ano. Seguros e Internet se mantém em 2013 e há projeções da Coopasub de dobrarem em 2014 e 2015. Despesas com frete tem tido aumentos de 50% ao ano e salários e encargos tem tido um incremento de 25% ao ano. Os custos com a compra de lenha para funcionamento da fecularia têm representado 26% do faturamento da cooperativa.

- ✓ ***Dificuldades***

A falta de compromisso e consequentemente de regularidade no fornecimento de matéria-prima (mandioca), tem sido um dos grandes problemas da Fecularia, que necessita estabelecer junto aos fornecedores um mecanismo que possibilite regularidade no fornecimento da raiz de mandioca, reduzindo a ociosidade do empreendimento que no ano de 2012, funcionou apenas 117 dias num total de 198 (dias úteis – Janeiro até setembro) dias, ficando inativa 41% do tempo.

Embora haja contratos assinados entre a Coopasub e os produtores de mandioca, estes não respeitam os contratos, confiando que a Coopasub não irá acioná-los juridicamente devido ao fato do empreendimento ter como principal objetivo, a organização de agricultores. Efetivamente, a Coopasub nunca agiu para obrigar nenhum agricultor a cumprir os seus contratos. No segundo semestre de 2012 e primeiro semestre de 2013, por exemplo, sobreveio uma seca prolongada no Nordeste do Brasil e na microrregião sudoeste da Bahia que destruiu os plantios de mandioca. Como consequência, a tonelada de raiz de mandioca subiu para U$$ 400 e nesta situação de elevados preços desta raiz, fez com que os agricultores optassem por não respeitar contratos, obrigando a Coopasub a comprar raiz no Estado de São Paulo.

A ação que está em curso em 2013 para corrigir este tipo de problema é um contrato estabelecido pela COOPASUB com o Banco do Brasil no qual esta instituição bancária viabiliza recursos do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) para financiar a safra de 2012/2013 e o processo de mecanização agrícola, vinculado ao compromisso contratual de fornecimento de mandioca para a Fecularia.

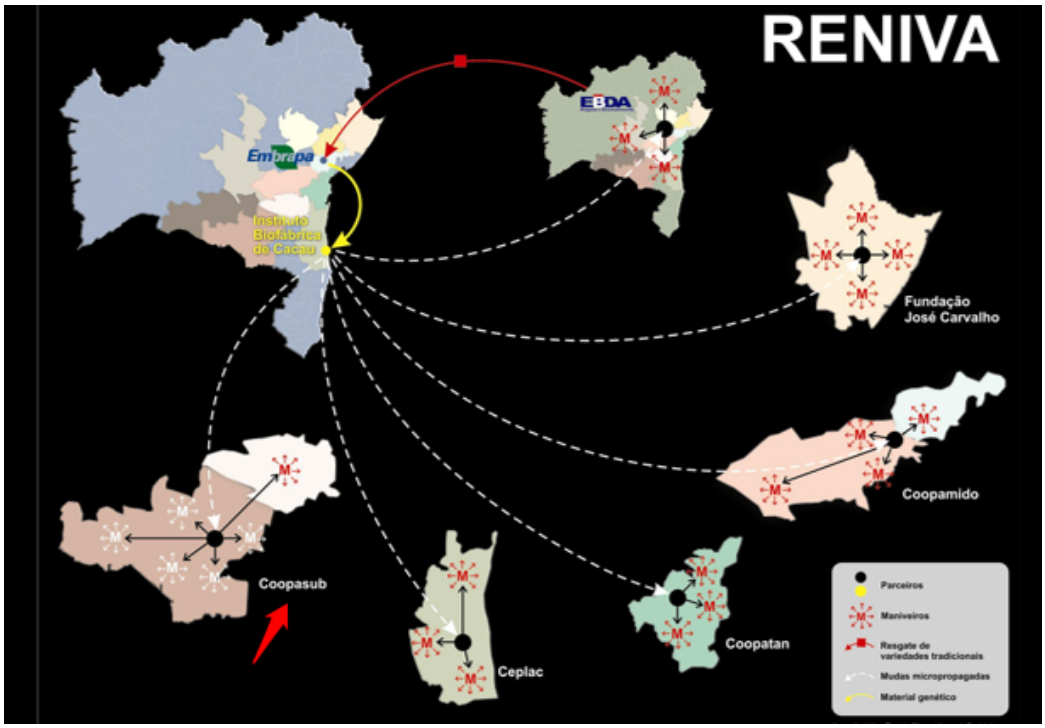
A própria instalação do empreendimento no distrito do Corta-Lote, dentro do território de abrangência da cooperativa, elevou o preço da terra no entorno da fecularia, dificultando a aquisição de novas áreas para plantio por parte da cooperativa.

6.2.2 Planificação da oferta de matéria prima com vistas ao suprimento do complexo industrial da Fecularia.

Conforme o Plano de Negócios da Coopasub, a principal ação planejada com a ajuda da Secretaria de Agricultura do Estado da Bahia e da Câmara Setorial para a Cadeia Produtiva

da Mandioca foi a implantação do Projeto RENIVA (Rede de Multiplicação e Transferência de Materiais Propagativos com Qualidade Genética e Fitossanitária), que tem como principal objetivo desenvolver melhorias genéticas das manivas, aumentando sua resistência e produtividade. Ver figura 144.

Figura 144. Projeto RENIVA principal ação de planificação da oferta de matéria-prima para a Coopasub.



Fonte: Seagri (2012).

A Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola (EBDA) e a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (Ceplac) são responsáveis por realizarem a captação/multiplicação das manivas-sementes, que vão para Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) para serem preparadas e depois encaminhadas aos viveiristas, para multiplicação e distribuição para aproximadamente 43.000 agricultores familiares. O projeto terá a duração de 7 anos, e se prolongará até o ano de 2019, durante os quais os agricultores contarão com o apoio e assessoria técnica necessárias à implementação das melhorias; a assistência técnica e extensão rural, e gestão de tecnologias das Unidades Experimentais em Demonstração (UEDs) da Rede ficarão a cargo da EBDA.

O projeto, de acordo com a expectativa do SEBRAE (2012), irá proporcionar um aumento significativo na oferta de mandioca, que irá consolidar a estabilidade do complexo

da COOPASUB, garantindo o fornecimento contínuo de matéria que possibilitará o atendimento da demanda nas regiões de atuação da cooperativa: Vitória da Conquista, Santo Antônio de Jesus, Itabuna e Feira de Santana, além de possibilitar a expansão para novos mercados.

O Plano de Negócios da Coopasub considera que vá ocorrer o seguinte cenário favorável aos seus objetivos: os maiores concorrentes na área de atuação da COOPASUB são as indústrias do Paraná, entretanto projeções do CEPEA (**C**entro de Pesquisas Econômicas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ), citadas pelo Plano de Ações da Coopasub (2013), apontam para uma redução na oferta de mandioca, nas regiões Sul e Sudeste no que se refere a área plantada, da ordem de 46,5% (principalmente nos Estados do Paraná e São Paulo). Esta redução seria explicada pela crescente elevação dos custos de mão-de-obra, aliado a migração de a mesma para outros segmentos mais lucrativos da agroindústria como derivados da cana -de - açúcar, pecuária e grãos em geral. Outro fator importante, segundo este estudo, explica que a produção de fécula nas regiões sul-sudeste seria reduzida pela falta de solidez nas relações contratuais e esta situação não garantiria o fornecimento contínuo de mandioca para indústria de fécula afetando positivamente a Coopasub (que têm os mesmos problemas), uma vez que as indústrias do Paraná são as líderes de mercado, ditando inclusive os preços da raiz e da fécula (SEBRAE, 2012).

Outra ação que a Coopasub considera que pode ajudá-la, indiretamente, nos seus objetivos de planificar a oferta de matéria-prima é o projeto que torna obrigatório o uso da fécula de mandioca no pão. O projeto de lei nº 19.239/2011 chamado de “Pãozinho Baiano”, de autoria do Deputado Estadual Mário Negromonte Júnior, organizado pela Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Mandioca, foi aprovado por unanimidade pela Comissão de Constituição e Justiça da Assembléia Legislativa da Bahia em 23 de novembro de 2011. “O projeto propõe que sejam adicionados 10% de fécula de mandioca na farinha de trigo que compõe o pão na Bahia. O projeto prevê a introdução do uso da fécula de mandioca, de forma gradual (2% ano, durante cinco anos, desde que o preço esteja abaixo do preço da farinha de trigo). Este projeto pode levar a dois tipos de cenários:

1) O aquecimento da demanda pela fécula não traria benefícios diretos para Coopasub, desde que a mesma não possui em 2013, estrutura para atender a este aumento de demanda, podendo esta ação atrair novos *players*, principalmente dos Estados do Paraná e São Paulo, estimulados pela demanda e prejudicando futuros planos de expansão da cooperativa;

2) O aumento da concorrência estimularia e consolidaria o fomento ao plantio da mandioca, aumentando a disponibilidade da principal matéria-prima da Coopasub, resolvendo, portanto, os problemas da irregularidade de oferta da raiz de mandioca.

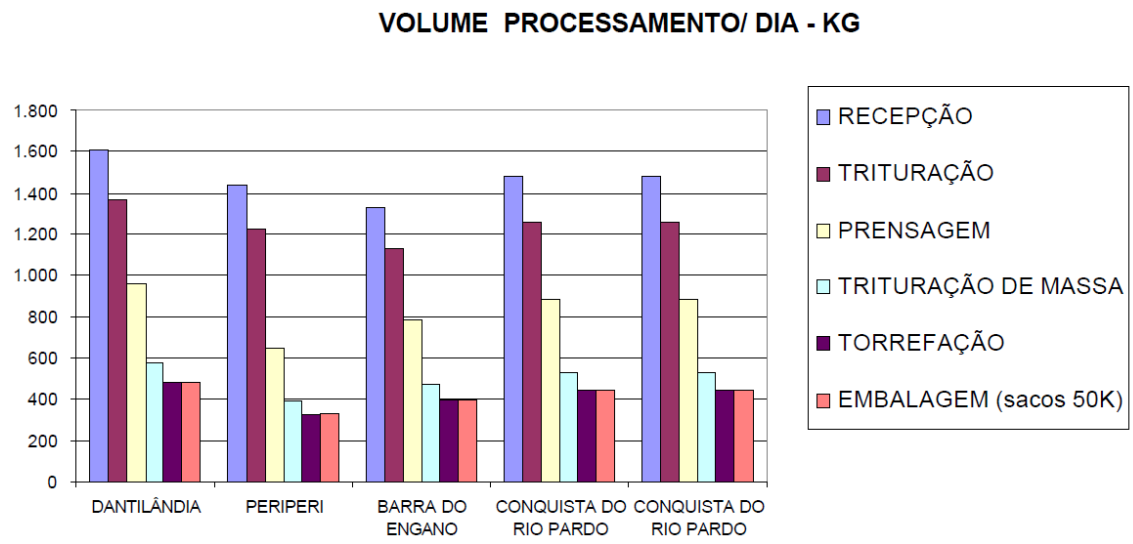
Em todos os casos, estas ações podem não resolver, pelo menos em parte, o problema da planificação de oferta da raiz de mandioca por uma série de razões:
a. Ocorrência inesperada de secas prolongadas; b. Elevada demanda por aquisição de raiz por parte de outras regiões e mesmo outros Estados da Federação; c. Manutenção da ausência de mecanismos efetivos que obriguem o agricultor a vender a raiz para a Coopasub; d. Forte concorrência das indústrias de fécula do Paraná e São Paulo com a Coopasub. e. Cenários favoráveis, projetados no Plano de Negócios, repletas de condicionantes incertos.

6.2.3 Planificação capacidade de produção das casas de farinhas da cooperativa.

Para planificar a capacidade das casas de farinha da Coopasub, esta cooperativa encomendou um estudo de viabilidade econômica e de produção, a uma empresa denominada Link Consultoria. Esta empresa escolheu cinco casas de farinha correspondentes a cinco comunidades, entendidas pela empresa como representativas do conjunto de casas de farinha ligadas à Coopasub. Os objetivos específicos deste estudo foram: 1. Realizar a identificação de pontos críticos dos processos produtivos de farinha; 2.Demonstrar custos e lucratividade da atividade produtiva; 3.Comparar o desempenho frente aos custos de comercialização da Coopasub, aos níveis efetivamente praticados pelos produtores; 4. Sugerir métodos e critérios de trabalho da cooperativa a fim de alavancar a atividade produtiva de derivados de mandioca.

As casas de farinha de Dantilândia, no município de Vitória da Conquista, apresentam o maior potencial quando comparadas com outras comunidades. Em relação a produção de farinha destas fábricas, a Link Consultoria (2008), argumenta que a produção de farinha está atrelada a capacidade de processamento dos equipamentos e da quantidade de pessoas envolvidas que se revezam entre si equivalendo a um esforço de 15 a 20 pessoas, sendo a maioria envolvida com o descascamento de raízes e apenas 3 a 5 pessoas envolvidas com a produção de farinha. O gráfico abaixo mostra a evolução dos processos considerando-se 6 meses de atividade com carga horária de oito horas/ dia.

Figura 145. Volume processado de raiz kg/dia.



Fonte: Link Consultoria (2008).

A Link conclui que os valores apurados demonstram que as unidades estão subutilizadas, com baixo nível de produtividade com volumes processados em cada etapa equivalente a aproximadamente até 30% da capacidade efetiva de produção de cada casa de farinha tendo-se como gargalo de produção as prensas e os fornos, pois demandam muito tempo para conclusão dos processos produtivos. A tabela 55 apresenta a produção de produtos, % de uso da capacidade instalada das casas de farinha, volume processado e capacidade total de processamento. Pela observação da tabela, pode-se ver que, exceto as casas de farinha de Dantilândia, todas as demais casas de farinha operam com a capacidade ociosa entre 40% e 30%.

Tabela 55. Produção de derivados da mandioca, % de uso da capacidade instalada das casas de farinha, volume processado e capacidade total de processamento.

Discriminação	Produção Média Anual em kg – Período de 6 meses				
	CASAS DE FARINHA DE COMUNIDADES				
	Dantilândia	Periperi	Barra do Engano	Conquista do Rio Pardo	Assent. Mutum
Fécula/Goma		6.960			
Farinha	63.750	43.200	52.500	58.800	58.800
Beijus		3.600			
		4.200			

Total kg	63.700	51.000	52.500	58.800	58.800
% Uso de capacidade instalada	85%	60%	70%	70%	70%
Volume processado t	213	144	175	196	196
Capacidade de Processamento t	250	240	250	280	280

Fonte: Link Consultoria (2008).

6.2.3.1 A produção de fécula das casas de farinha da Coopasub

A produção de fécula ocorre principalmente na comunidade de Periperi em Belo Campo e conforme a Link Consultoria, apenas com o objetivo interno para a produção de biscoitos e de beijus. É um recurso produtivo extremamente agregador de valor, igualmente subutilizado, podendo ser usado para a produção em escala e volume de produção a fim de se armazenar a goma para produção de beijus e biscoitos durante todo o ano. Entretanto, de acordo com o apresentado na tabela 55, esta situação ocorre apenas na casa de farinha de Periperi, em Belo Campo. Outro fator de baixo impacto econômico se deve a pouca participação da mão-de-obra nesse processo produtivo.

6.2.3.2 Análise da viabilidade da produção e comercialização da farinha

Conforme a Link Consultoria (2008), a produção de farinha em cada comunidade se dá apenas nos períodos de safra com processamento individual de cada produtor para a obtenção da farinha. Assim, cada produtor também comercializa de forma particular a sua produção, sem critérios de controle e de ganhos. A realidade vivida pelo produtor o deixa sujeito ao preço praticado pelo mercado onde o intermediário se encarrega de obter os ganhos pela venda final de sua produção. Neste estudo, junto aos representantes das casas de farinha entrevistados, apurou-se a baixa capacidade de investimento de produção agrícola da mandioca de cada associado. A cultura tem a sua área atual e a área a ser cultivada, essencialmente pela iniciativa do produtor, que tem seu interesse apenas na cultura de subsistência exatamente por não dispor de recursos para investir em ampliação da área plantada em função de uma visão comercial restrita da atividade. Com isto, trabalha-se sem planejamento de produção industrial e sem perspectivas de crescimento da área plantada. Abaixo se tem a área plantada atual e seu potencial de expansão da lavoura. Tabela 56.

Tabela 56. Área plantada e potencial de expansão de cultivo da mandioca.

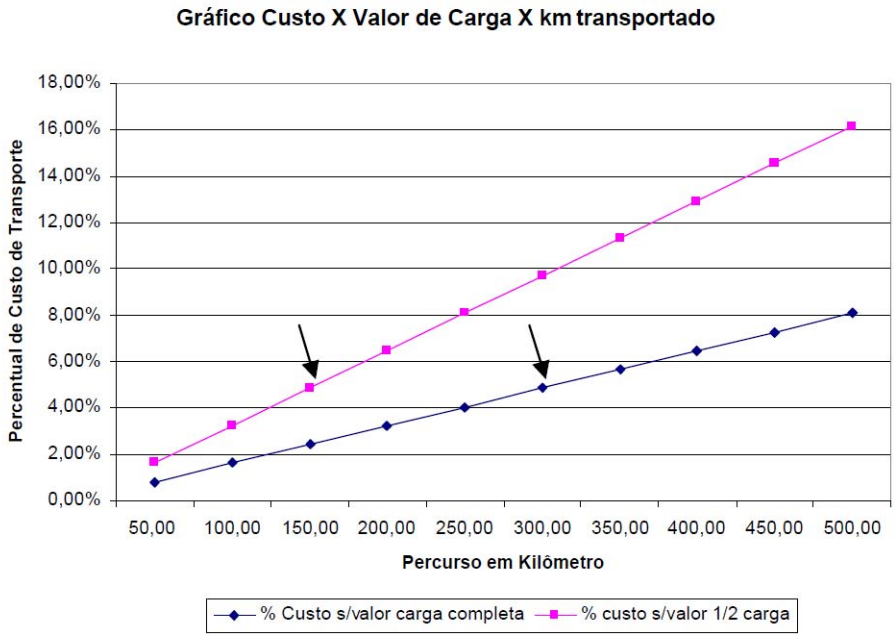
Comunidade	**Aproveitamento de Mandioca**		**Capacidade de produção**	
Dantilândia	Área plantada ha	Produção t	Área ha	Produção t
Dantilândia	10,65	213	250	5.000
Conquista Rio Pardo	10,9	196	50	900
Assentamento do Mutum	10,9	196	60	1.060
Barra do Engano	14,6	175	70	840
Periperi	15,8	190	120	1.440

Fonte: Link Consultoria (2008).

A questão chave para o planejamento da produção das casas de farinha passa pelo volume de produção mínimo que a Coopasub possa comercializar de seus cooperados sem que haja prejuízos. Os custos de produção são bastante variáveis e dependem inclusive da distância das casas de farinha ao complexo da Coopasub e também do volume de produção.

A figura 146 apresenta esta situação.

Figura 146. Custo versus valor de carga versus km transportado.



Fonte: Link Consultoria (2008).

Os custos de transporte com ½ carga de produtos produzidos nas casas de farinha quando comparados com o mesmo custo de carga completa se elevam significativamente.

Quando se comparam a comercialização feita pelos cooperados individualmente e pela Coopasub, o volume de produção mínimo para a comercialização pela Coopasub fica evidenciado.

Tabela 57. Custo anual de produção com a comercialização feita pelos cooperados da Coopasub.

DISCRIMINAÇÃO	CUSTO ANUAL DE PRODUÇÃO – PERIODO 6 MESES				
	DANTILÂNDIA	PERIPERI	B. DO ENGANO	CONQ. RIO PARDO	ASSENT. DO MUNTUM
RECEITA C/ VENDAS	63.700,00	67.800,00	52.500,00	58.800,00	58.800,00
CUSTOS DIRETOS	35.560,56	40.136,14	36.467,01	36.037,19	36.889,65
CUSTOS INDIRETOS	15.891,46	11.,062,80	8.729,58	14.082,60	13.906,20
COMERCIALIZAÇÃO	3.806,25	8.400,00	4.050,00	2.652,00	2.652,00
TOTAL CUSTOS	55.258,27	59.858,94	49.246,60	52.771,79	53.447,85
RESULTADO LUCRO	**3.806,25**	**8.400,00**	**4.050,00**	**2.652,00**	**2.652,00**

Fonte: Link Consultoria.

Na situação apresentada pela tabela 57, os cooperados obtiveram lucros. Quando o mesmo volume de produção é comercializado pela Coopasub, tem-se a situação da tabela 58.

Tabela 58. Custo anual de produção com a comercialização feita pela Coopasub

DISCRIMINAÇÃO	CUSTO ANUAL DE PRODUÇÃO – PERIODO 6 MESES				
	DANTILÂNDIA	PERIPERI	B. DO ENGANO	CONQ. RIO PARDO	ASSENT. DO MUNTUM
RECEITA C/ VENDAS	63.700,00	67.800,00	52.500,00	58.800,00	58.800,00

CUSTOS DIRETOS	35.560,56	40.136,14	36.467,01	36.037,19	36.889,65
CUSTOS INDIRETOS	15.891,46	11.,062,80	8.729,58	14.082,60	13.906,20
COMERCIALIZAÇÃO COOPASUB	21.871,09	26.524,84	22.114,84	20.716,84	20.716,84
TOTAL CUSTOS	73.323,11	77.723,78	67.311,44	70.836,63	71.512,69
RESULTADO PREJUÍZO	-9.573,11	-9.923,78	-14.811,44	-12.036,63	-12.712,69

Fonte: Link Consultoria (2008).

Nesta situação da 58, a comercialização realizada pela Coopasub apresenta prejuízos para os cooperados. Este prejuízo decorre do fato das casas de farinha não conseguirem um volume de produção mínimo para serem comercializadas pela Coopasub.

O diagnóstico final da Link estabeleceu os seguintes pontos críticos para as casas de farinha da Coopasub:

1) Baixa capacidade de produção de raízes e elevada ociosidade das terras;
2) Custos de produção rural muito desiguais entre cooperados;
3) Elevada ociosidade das unidades produtoras de derivados de mandioca com abandono das unidades por 6 meses;
4) Custos produtivos erráticos;
5) Baixa capacidade de distribuição e entrega dos produtos com fretes exorbitantes;
6) Práticas produtivas inadequadas, sem higiene e critérios padronizados de produção.

A empresa de consultoria no seu relatório final recomendou ainda a necessidade de cada produtor de farinha em aprender as técnicas de Boas Práticas de Fabricação (APPCC), adoção de novas técnicas de cultivo da mandioca e principalmente a confecção de agenda de cada comunidade a fim de se garantir uma produção mínima de 100 sacos de farinha com vistas a se obter e comercializar uma produção superior a 1.100 sacos, ou seu equivalente em quilos, 55.000 Kg ou 55 t de farinha. Abaixo desse volume, no estudo desta empresa, o custo de embalagem e transporte se eleva e pode atingir o nível de inviabilidade do empreendimento, não justificando a comercialização pela Coopasub.

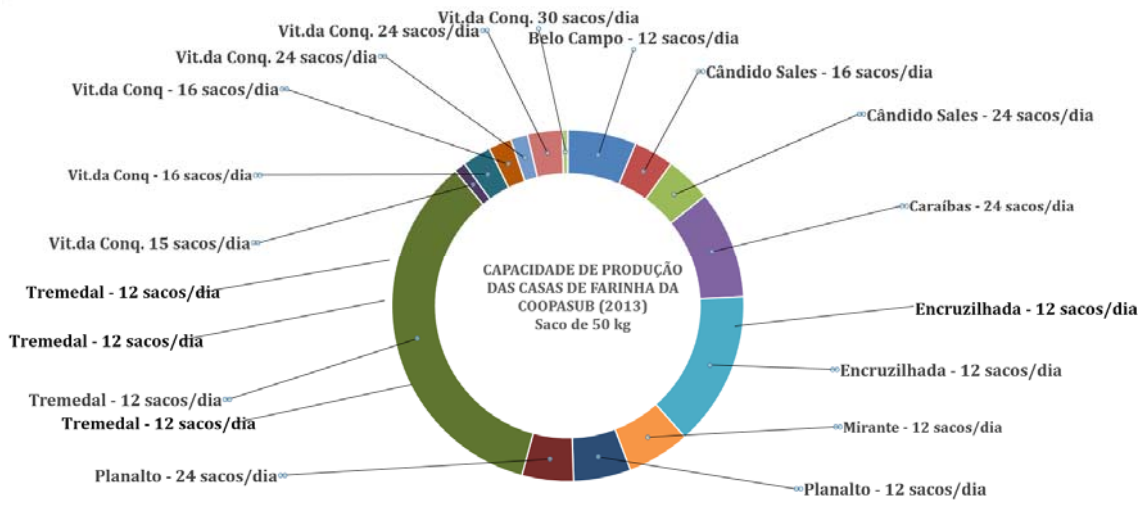
A partir deste estudo a Coopasub agiu de forma a atender os principais problemas apresentado pela empresa com o objetivo de aumentar a produção e a qualidade da farinha

comercializada. As principais medidas efetivadas, conforme informações da Coopasub (2013) são listadas a seguir:

- ✓ Curso APCC realizado em todas as 19 casas de farinha da Coopasub;
- ✓ Reforma e modernização de todas as 19 casas de farinha. Os itens da reforma foram:
  1. Colocação de grelha e tijolos semi-refratários com o objetivo de reduzir o gasto de lenha nos fornos de processamento;
  2. Ampliação dos fornos de processamento já existentes e construção de novos fornos nas casas de farinha, cujo tamanho fora considerado pequeno;
  3. Substituição de equipamentos manuais das casas de farinha por equipamentos hidráulicos: prensa hidráulica, ralador mecânico. Numa etapa posterior, a Coopasub projeta implantar desintegradores, peneiras giratórias e extratores de goma com o objetivo de evitar o trabalho manual;
  4. Revestimento de pisos e paredes com cerâmicas com o objetivo de reduzir problemas de higiene em todas as 19 casas de farinha.

A implantação das principais medidas recomendadas pela Link Consultoria (2008), não fez com que a produção atingisse o limite umbral de 100 sacas /dia por comunidade em 2013 como se pode ver na figura 147.

Figura 147. Produção de farinha e derivados das casas e farinha da Coopasub.



Fonte: Coopasub (2013).

Pela observação da figura apenas as casas de farinha de Vitória da Conquista conseguem ultrapassar a soma o limite de 100 sacos/dia. O autor desta tese em entrevista com a Coopasub perguntou diretamente a diretoria da entidade quais os motivos no qual as mudanças implantadas pela cooperativa não influíram significativamente no aumento de produção? Dentre os motivos ouvidos, constaram:

a. Os cooperados destas casas de farinha não conseguiram mudar culturalmente a forma tradicional de produzir;
b. As máquinas ao invés de liberar a mão-de-obra para o esforço do aumento de produção, fez com que a mão-de-obra disponível liberada usasse este tempo extra para outras finalidades do que a produção;
c. As condições de seca ocorridas em 2012 e 2013 provocaram uma escassez de material propagativos para plantio (manivas) refletindo na produção de farinha.
d. Os cursos de Boas Práticas de Fabricação (APPCC) teriam influído apenas na qualidade da produção e não na quantidade.

Para a diretoria, as medidas visando planificar a produção das casas de farinha já foram todas tomadas e será necessário aguardar a ocorrência de bons meses de chuva no final de 2013 e nos anos subsequentes de 2014 -15, haja vista que o ciclo médio de produção de raízes nesta microrregião é de dois anos. As máquinas de processamento da raiz de mandioca são dimensionadas apenas para a mandioca, não podendo ser aproveitada em situações de crises para se processar outros cultivos.

6.2.4 Identificação de indicadores de qualidade para a farinha a ser produzida e comercializada pela Coopasub

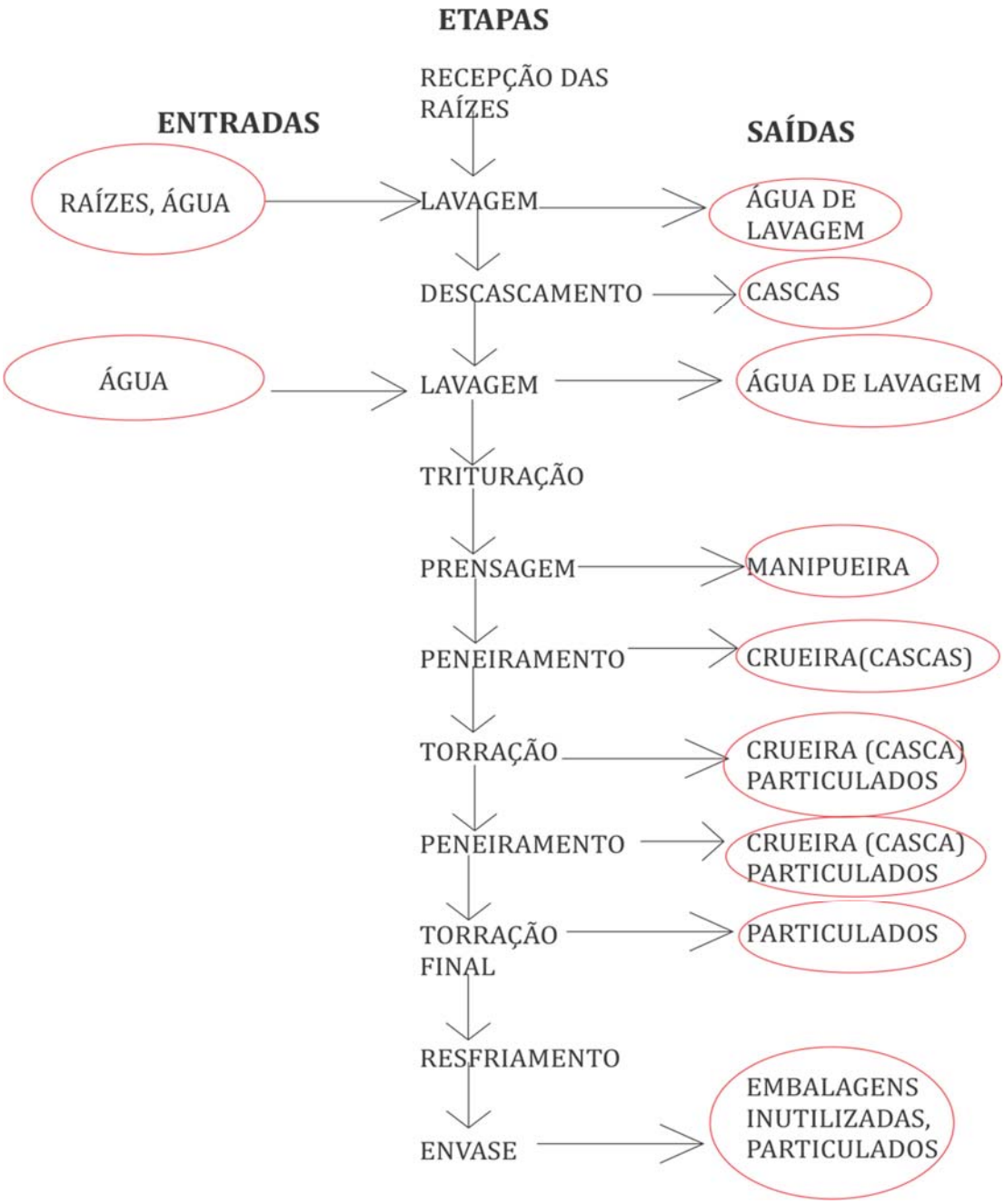
O processo de beneficiamento das raízes de mandioca em casas de farinha é complexo e com muitas etapas a serem seguidas, o que pode facilitar contaminações ou influência de fatores adversos à boa qualidade da farinha produzida. De acordo com as normas elaboradas pelo SEBRAE (2006), estas se iniciam nos detalhes da construção do prédio até os cuidados com o processo. Elas determinam que a área de fabricação, para ser considerada área limpa, deve ter pisos e paredes lisas, laváveis, com ausência ou com poucas juntas para facilitar a limpeza diária e evitar que pequenas sujeiras se incrustem nas mesmas e passem despercebidas ou sejam de difícil remoção. As janelas e outras aberturas devem ser protegidas com telas evitando, assim, a entrada de insetos e roedores. Os tanques e áreas

úmidas devem permitir o escoamento dos efluentes para tubulações que irão transportá-los para as lagoas de tratamento.

6.2.5 A Cadeia Produtiva e as Medidas de Gestão Ambiental Recomendadas

As etapas do beneficiamento são apresentadas na figura 148.

Figura 148. Fluxograma de processo de beneficiamento de raízes com descrição das etapas, entradas e saídas.



Fonte: SEBRAE (2006).

As recomendações de boas práticas ambientais indicadas pelo SEBRAE para cada etapa do beneficiamentos são:

Recepção das raízes

No recebimento das raízes o estacionamento do caminhão deverá ser de forma a não permitir que os gases do motor contaminem o ambiente do interior da casa de farinha. Ao receber as raízes os cuidados são com a pesagem e seu armazenamento. Controlar a entrada da matéria-prima é fundamental para que os custos do processo sejam otimizados e bem aproveitados e o adequado armazenamento evite perdas por apodrecimento ou umidade em excesso. Recomenda-se, portanto, que as raízes sejam armazenadas em local coberto e arejado. Para evitar a contaminação do solo também é necessário que esta área seja impermeabilizada e possibilite o escoamento dos efluentes gerados naturalmente por este armazenamento.

Descascamento

Segue-se, então, para o descascamento das raízes que pode ser feito mecanicamente, através do lavador-descascador (Figura 149) ou manualmente como é tradicionalmente feito na região. No descascamento os cuidados com a higiene são fundamentais a fim de evitar que as bactérias iniciem seu processo de proliferação, sendo importante que as raízes, após o descasque, sejam encaminhadas diretamente para lavagem e que as cascas não fiquem acumuladas na área de trabalho evitando o aparecimento de moscas.

Figura 149. Equipamento de lavagem e descaque da raiz de mandioca



Fonte: SEBRAE (2006).

Esta forma de descascamento da mandioca é preferível a alternativa manual de uso comum na região conforme pode ser visto na imagem superior esquerda, da figura 150.

Na etapa de descascamento é produzido um resíduo sólido (cascas) que se colocado ao ar livre e receber água da chuva poderá ocorrer à contaminação do solo pela manipueira presente na casca provocando alteração físico-química do solo, exalando cheiro desagradável e atraindo roedores e insetos. Recomenda-se que as cascas, antes da destinação final, sejam secadas ao sol e permaneçam armazenadas em locais cobertos e protegidas da chuva e umidade. Na região de estudo da tese não há este cuidado, conforme se pode ver na imagem maior da figura 150.

Lavagem

Após o descascamento, devido às sujeiras vindas do campo juntamente com as geradas pelo manuseio, é necessário que haja uma lavagem acompanhada de molho em água clorada, nas dosagens recomendadas de 100 a 200 ppm de hipoclorito de sódio, o que eliminará impurezas e se evitará o surgimento de bactérias. A área de lavagem da mandioca deve possuir ralos de escoamento para drenagem da água e, tanto piso como paredes, devem ser revestidos de material impermeável. Em relação à proteção ao trabalhador, esta operação deve ser efetuada com calçado impermeável. A água utilizada na lavagem resulta em um efluente líquido com presença de manipueira que deverá ser separado da rede de drenagem destinada à recuperação do amido e posteriormente levado para o tratamento nas lagoas de sedimentação, decantação e estabilização (e. g. Os resíduos e efluentes da fabricação de farinha).

Os processos de recepção de raiz (coincidindo com a chegada da lenha para queimar nos fornos de processamento), raspagem, lavagem e armazenamentos dos resíduos sólidos são mostrados nas diversas imagens da figura 150.

Figura 150. Processo de chegada da raiz in natura, lenha para queimar nos fornos de processamento, raspagem manual e armazenamento dos resíduos sólidos. Cândido Sales-Ba.



Fonte: Elaboração própria

Trituração

As máquinas de triturar e de prensar devem possuir proteções com a finalidade de impedir o acesso das mãos, braços e pernas, evitando ferimentos como: cortes, queimaduras, esmagamentos e amputações. Com as instalações das máquinas de triturar e prensar em alturas diferentes ou com esteiras rolantes entre elas obtém-se as seguintes vantagens:

a) A matéria prima (raiz de mandioca) será transportada somente através da força da gravidade, da saída do triturador à entrada da prensa, facilitando este transporte;

b) Os operadores não terão mais contato com a raiz, eliminando assim, possíveis doenças do trabalho e a contaminação do produto;

c) Os trabalhadores e operadores não estarão expostos a riscos ergonômicos gerados pelo esforço durante a alimentação das máquinas e no transporte de um tanque de armazenamento para outro. Próximo ao triturador deverá existir uma plataforma para que o trabalhador consiga despejar, com menor esforço físico, o conteúdo a ser triturado. O triturador gera ruído considerável, assim, quando em

operação, devem ser utilizados protetores auriculares. É preciso observar a fixação deste equipamento no piso (utilizando-se amortecedores) com o objetivo de diminuir a geração de ruído.

Uso da energia elétrica deve ser realizado de maneira racional, a fim de evitar desperdício e o esgotamento dos recursos naturais.

Da mesma forma como descrito na etapa da Lavagem, o efluente líquido gerado neste processo (manipueira) fica restrito ao tanque de armazenamento temporário, devendo, também, ser drenado para a rede de recuperação de amido.

Prensagem

Depois de ralada a massa deve ser prensada para diminuir a umidade proveniente da manipueira que ainda restou. Embora ainda existam prensas manuais, o SEBRAE (2006) sugere que as mesmas sejam trocadas por equipamentos elétricos, com pistão hidráulico que eliminam o emprego da força física, preservando o trabalhador e, ao mesmo tempo, tornando a extração mais eficiente. A água extraída nesta operação é rica em amido, sendo chamada, também, de “leite de amido” ou manipueira. Esta água não deve ser misturada às outras águas residuais da lavagem. Nesta etapa ocorre a maior parte da geração deste efluente líquido, devendo ser drenado para os tanques de recuperação de amido e posterior tratamento nas lagoas de decantação, sedimentação e estabilização. A geração de odor neste processo é proveniente da presença de manipueira. Durante a prensagem a massa é embalada em sacos de ráfia, sobrepostos até o limite da prensa. Após algum tempo de uso estes sacos devem ser descartados, mas, somente quando estiverem secos e em local apropriado. Juntamente com o triturador a prensa hidráulica gera níveis de ruído elevados, sendo assim, quando em operação os trabalhadores expostos devem usar protetores auriculares. Nesta etapa é utilizada energia elétrica, seu uso deve ser realizado de maneira racional, a fim de evitar o desperdício e o esgotamento dos recursos naturais e assegurar uma maior eficiência energética. Este processo que ocorre na região da pesquisa é apresentado na figura 151. Como se pode ver nas imagens da figura 151 (casa de farinha em Cândido Sales), que embora todos os equipamentos sejam elétricos, a drenagem da manipueira proveniente da prensa não é canalizada para lagoas de decantação e sim para o solo circundante.

Figura 151. Ralador de raiz, ralador de massa prensada, prensa e drenagem da manipueira prensada. Cândido Sales – Ba.



Fonte: Elaboração própria.

Peneiramento

O peneiramento tem por objetivo esfarelar a massa prensada, o que auxiliará a torração e garantirá a produção de uma farinha mais fina.

Este processo pode ser mecânico ou manual. No caso de ser mecânico utiliza-se uma peneira vibratória com motor elétrico, esta é a melhor opção visto que melhora a eficiência do processo, a rentabilidade da matéria-prima e a otimização dos custos, além de elevar a qualidade do produto. No caso de ser manual o peneiramento é feito pela passagem repetida de um rodo sobre a massa prensada colocada sobre a peneira. A peneira deve ser limpa periodicamente com escovas e lavada diariamente para que não haja acúmulo de crostas de massa causando a fermentação. Nesta etapa ocorre a geração de resíduo sólido (pedaços não triturados denominados na região da pesquisa de grolões) que deverão ser devolvidos ao processo de trituração. A massa triturada ainda com umidade (manipueira) produz um cheiro desagradável que fica restrito ao local do processo, daí a importância de manter este local convenientemente arejado. Nesta etapa é utilizada energia elétrica, seu uso deve ser realizado

de maneira racional, a fim de evitar o desperdício e o esgotamento dos recursos naturais e assegurar uma maior eficiência energética.

Torração (secagem)

Após o esfarelamento e peneiramento a massa deve ser levada ao forno para secagem, o que elimina a fração restante de manipueira que dá um sabor amargo à farinha e que somente será eliminado na torração final. Esta secagem também contribui para o clareamento. No caso dos fornos usados no processo de torração da farinha, recomenda-se que não existam janelas próximas às bocas de alimentação dos mesmos para evitar que a fumaça polua o ambiente interno. As aberturas de ventilação devem estar localizadas em outras paredes que não tenham contato com as bocas dos fornos. Especificamente no caso dos fornos localizados do lado de fora da Casa de Farinha, na boca de alimentação deverá ser instalada uma portinhola para impedir a saída da fumaça e o forno deverá ter uma chaminé. Na parte interna, sobre as pás giratórias do forno, em virtude da presença de componentes tóxicos, aconselha-se a implantação de sistema de ventilação composto por captor, duto, ventilador e chaminé.

Torração final

A torração final é a etapa que influencia diretamente na qualidade do produto. Dela dependem a cor e o sabor da farinha com eliminação de 90% da umidade o que evita a formação do bolor ou mofo. Nesta etapa, de acordo com o SEBRAE, ocorre a emissão de particulados (sólidos em suspensão) e vapores (evaporação da manipueira) provenientes da secagem da farinha na chapa. A geração de odor nesta etapa é proveniente do resíduo de manipueira, ainda que em pequena quantidade, presente na farinha. O processo de peneiramento, torração (secagem), torração final, ensacamento e o uso do ralador de grolões é apresentado nas imagens da figura 152. O grolão que ficou retido na peneira, na foto da figura 152 à direita, é submetido a máquina conhecida como "ralador de grolões" que converte o grolão em farinha.

Figura 152. Etapas do peneiramento, submissão ao forno elétrico cônico, ralador de grolões e ensacamento. Cândido Sales – Ba.



Fonte: Elaboração própria.

Resfriamento

A etapa do resfriamento, embora pouco utilizada na região, é necessária para que a partir do choque de temperaturas seja evitada a formação de gotículas de água provenientes da condensação provocada pelo calor, evitando, desta forma, que a farinha readquira umidade. Este resfriamento pode ser realizado em “freezer”, geladeira, ou por meio de equipamento apropriado para tal. Pode também ser feito em temperatura ambiente, no entanto, deve ser disposto em finas camadas e revolvido periodicamente. Nesta etapa, a emissão de particulados é proveniente da movimentação ou adição da farinha no tanque de resfriamento.

Ensacamento

Antes do ensacamento a farinha deve ser classificada. A classificação será conforme a demanda do mercado consumidor. Para isto existem conjuntos de peneiras de diferentes tamanhos de malha. Durante a classificação o movimento da peneira gera grande quantidade de pó. Nesta etapa é indispensável o uso de equipamento de proteção respiratória. A farinha poderá ser acondicionada em sacos de ráfia com capacidade para 50 kg ou em pacotes de 1

kg, esta última preferencialmente deve ser feita através de ensacadoras automáticas que evitam o manuseio do produto acabado. Para os sacos com 50 kg existem dois tipos de procedimento: 1) enchimento mecânico e fechamento com costuradeira elétrica; 2) enchimento e costura manual.

Nesta etapa, a geração de resíduos sólidos é proveniente das embalagens danificadas, que devem ser acondicionadas em fardos para uma posterior reutilização ou venda. No enchimento dos sacos existe a emissão de particulados. Nesta etapa deve-se garantir uma boa ventilação no local e, também, recomenda-se o uso de equipamento de proteção (SEBRAE, 2006).

6.2.6 Prospecção de novos mercados para os produtos da cooperativa/ Área de atuação da fecularia

O plano de negócios da Coopasub elaborado pelo SEBRAE (2006) considera que apenas no mercado atacadista de Vitoria da Conquista, se tem uma demanda estimada de consumo de 3.168 toneladas/ano de fécula. Como a previsão de produção da Coopasub, para 2013, é de 870 toneladas, a diretoria da cooperativa entende que se está atendendo apenas 27% desta demanda, muito embora a fecularia tenha uma capacidade de produção máxima de 7.000 t de fécula/ano (capacidade máxima de produção, considerando 22 dias por mês, 20 horas por dia). Neste cenário otimizado de produção máxima, a oferta regular de matéria-prima (raiz de mandioca) teria que estar completamente regularizada. Apenas neste cenário improvável a curto e médio prazo, a Coopasub projetaria além do fornecimento ao mercado interno, destinar o excesso de produção a novos mercados. Neste caso a diretoria entende que a expansão de novos mercados poderá ser feito no âmbito do próprio Estado. Em relação ao mercado internacional, a Coopasub considera que embora não se tenha estrutura para atuar neste segmento, se pode obter benefícios devido ao aumento da procura por produtos à base de fécula que irá gerar reflexos positivos no preço final da tonelada da fécula, o que irá melhorar a rentabilidade do produto.

Não existem, portanto, a curto e médio prazo, projeções no sentido de definição de novos mercados. Para a avaliação de cenários futuros se estará considerando os mesmos mercados no qual a COOPASUB já atua, apenas se alterando o *mix* de produtos que terá mais três itens: dois destinados ao varejo (fécula doce de 500 gr e fécula azeda de 500 gr), e dois para o mercado atacadista (fécula doce 25 kg e fécula azeda 50 kg).

A atuação comercial da Coopasub no ano 2013 é apresentada na tabela 59.

Tabela 59. Segmentação de mercado da Coopasub

Área de Atuação	Produto	% de oferta	% de demanda	Concorrentes	Segmento
Vitória da Conquista	Fécula	65%	30%	Bankhardt (PR) e IMAFEC (PR)	Indústria
Vitória da Conquista	Resíduo sólidos	100%	Não investigado	Bankhardt (PR) e IMAFEC (PR)	Indústria
Stº Antonio de Jesus	Fécula	25%	Não investigado	Bankhardt (PR) e IMAFEC (PR)	Indústria
Itabuna	Fécula	5,0%	Não investigado	Bankhardt (PR) e IMAFEC (PR)	Indústria
Feira de Santana	Fécula	5.00%	Não investigado	Bankhardt (PR) e IMAFEC (PR)	Indústria

Fonte: SEBRAE (2013).

Vitória da Conquista é o principal mercado explorado pela Coopasub e mesmo sendo a única fecularia de porte do nordeste, não consegue atender a demanda do município, sendo responsável por apenas 30% da demanda local; o restante da demanda é atendida pelas fecularias da Região Sul do país, mais especificamente do Paraná, que são as líderes de mercado e que definem os preços que são praticados na região. No entanto, conforme se pode ver na tabela 59, a Coopasub vende 25% de sua produção de fécula para o município de Santo Antonio de Jesus, próximo da capital do Estado, Salvador.

6.2.7 Acompanhar as licenças ambientais, alvarás e certidões (existência e validade).

O acompanhamento das licenças ambientais da Coopasub está a cargo de um engenheiro agrônomo especialmente designado para manter atualizado os alvarás e licenças necessárias para o funcionamento do complexo da fecularia. Os tipos de licenças e alvarás são:

1. Apresentação e desenvolvimento de estudos ambientais detalhados, contemplando principalmente a geração de efluentes líquidos e seus respectivos sistemas de tratamento, com ênfase na prática de reuso de efluentes, por meio de projetos técnicos, contendo memorial descritivos, memorial de cálculo, plantas técnicas, cronograma de implantação e a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do responsável técnico, que deverá ser um profissional legalmente habilitado para esta finalidade;

2. Apresentar e desenvolver outorga ou dispensa de outorga para a captação de água subterrânea, expedida pela Superintendência de Recursos Hídricos e Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SRH/SEMARH;
3. Apresentação e desenvolvimento do programa de monitoramento de águas subterrâneas e as respectivas justificativas;
4. Apresentação e desenvolvimento do plano de gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS, contemplando a fase de implantação do empreendimento;
5. Apresentação e desenvolvimento de projetos executivos da central de armazenamento temporário de resíduos, seguindo o que rege as Normas Técnicas e os respectivos memoriais descritivos da implantação do projeto da fecularia;
6. Apresentação e desenvolvimento de listagem das fontes previstas de emissões atmosféricas e a proposta de tratamento e monitoramento;
7. Caldeira e Forno: Apresentação e desenvolvimento do cadastro e o registro de consumidor de produtos florestais, expedido pela Superintendência
   de Desenvolvimento Florestal e Unidades de Conservação e Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SFC/SEMARH, se for utilizar como combustível na caldeira e fornos, a biomassa vegetal;
8. Licença, no caso de alteração do projeto apresentado conforme art. 1º, inciso II do Decreto nº. 8.169 de 22/02/02, que altera o Regulamento da Lei. 7.799/01; art. 2º- Esta licença refere-se a análise de viabilidade ambiental de competência do Centro de Recursos Ambientais-CRA e Instituto de Meio Ambiente - IMA, para a obtenção da anuência e/ou autorização das outras instâncias no âmbito federal, estadual ou municipal, quando couber, para que a mesma alcance seus efeitos legais. Art. 3º - Estabelecer que esta Licença, bem como cópias dos documentos relativos ao cumprimento dos condicionantes acima citados, sejam mantidos à disposição da fiscalização do CRA e aos demais órgãos do Sistema Estadual de Administração dos Recursos Ambientais - SEARA.
9. Licença de implantação;

6.2.8 Projeto industrial: FECULARIA

A imagem aérea da fecularia é apresentada na figura 153.

Figura 153. Complexo industrial da fecularia no distrito de Corta-Lote, município de Vitória da Conquista.



Fonte: Coopasub (2011).

6.2.8.1 Operacionalização/ Obtenção da fécula

A Fecularia da Coopasub foi projetada para a produção de fécula, mas também para outros subprodutos oriundos da raiz de mandioca. O esquema geral da operacionalização da fecularia é apresentado na Figura 154.

Figura 154. Fluxograma de produção de fécula, farinhas e raspas a partir da raiz de mandioca e imagens da fecularia da Coopasub.



Fonte: Coopasub (2010).

Conforme a Coopasub (2010), o amido de mandioca de boa qualidade apresenta menos problemas de produção, em virtude da sua menor tendência a modificar sua viscosidade. A obtenção de fécula no complexo da fecularia, de acordo com esta cooperativa, segue as seguintes etapas:

- ✓ **Colheita da Mandioca**

  A mandioca pode ser colhida com 1 ou 2 ciclos. O pedúnculo ou pequenos caules remanescentes devem ser eliminados pois a sua presença dificulta o descascamento e aumenta o teor de fibra no material.

- ✓ **Transporte**

  O transporte deve ser feito no período máximo de 24 horas após a colheita, pois a partir daí já começam os ataques de microrganismos, principalmente dos fungos.

- ✓ **Recepção e pesagem**

  O processamento inicia-se com a recepção e pesagem das cargas de raízes de mandioca. Após a identificação dos caminhões, os mesmos seguem para as rampas de descarga que conduzem a um depósito recebedor, geralmente de concreto, onde o produto é armazenado para alimentar o processo industrial para produção de derivados amiláceos ou farináceos. Os depósitos de raízes são projetados para absorverem um montante de mandioca para até 24 horas de moagem.

- ✓ **Lavagem e descascamento**

  Do depósito, as raízes de mandioca são conduzidas aos lavadores através de roscas sem fim ou correias transportadoras. Equipamentos especialmente projetados possibilitam a lavagem e o descascamento das raízes simultaneamente. No processo é retirado somente a “pele” (casca marrom da raiz), evitando perdas de teor de amido. Compreende também a etapa de classificação e inspeção através de esteiras, que alimentam os trituradores.

- ✓ **Trituração**

  Os trituradores têm função de padronizar o tamanho das raízes em 2 a 3 cm, permitindo uma alimentação uniforme desintegração mais eficiente. A mandioca triturada é conduzida por um elevador de rosca helicoidal a um alimentador dosador, que possibilitará a distribuição na quantidade que for programada para as etapas seguintes ao processamento do amido.

- ✓ **Desintegração**

  É feita através do contato entre as raízes trituradas e um cilindro rotativo que funciona com alta velocidade periférica, conhecido como cevadeira, com lâminas dentadas na superfície que ralam a mandioca, causando rompimento celular e consequente liberação do amido. O material ralado (massa) é bombeado para as peneiras cônicas rotativas, constituindo-se numa mistura mandioca-água.

- ✓ **Extração**

  Tem como finalidade separar o amido das fibras da mandioca. A extração é feita em peneiras cônicas rotativas, conhecidas como GLs. Estes extratores são montados em baterias, com a finalidade de aumentar o rendimento. A água entra em contracorrente

(esguichos) para melhor separar o amido. Este líquido que vem da extração segue para a purificação. A polpa resultante é canalizada para o silo de armazenagem da fábrica de onde é recolhido e distribuído aos criadores de gado leiteiro, ou opcionalmente poderá seguir processo de secagem para fabricação de rações.

- ✓ **Purificação**

  O "leite" de amido obtido após a extração é purificado com a adição de água e centrifugado para a retirada dos amidos solúveis e partículas estranhas, em centrífugas de pratos e bicos.

- ✓ **Concentração**

  Em seguida, o "leite" de amido já purificado, segue para a concentração, em centrífuga de pratos e bicos, cuja finalidade é concentrar o amido até 20 -22 graus Bé[2]. A água separada do amido é canalizada para a rede de tratamento de efluentes da fábrica. O amido concentrado segue para um tanque especial de homogeneização o qual possui um mecanismo que permite a mistura constante (agitador) do produto concentrado, para evitar a decantação.

- ✓ **Desidratação**

  O amido concentrado é bombeado do tanque agitador para um desidratadora vácuo, conhecido por filtro a vácuo que, na prática, trata-se de uma tela cilíndrica, perfurada e coberta por tecidos, removível a cada oito horas em média. Nele o amido concentrado é filtrado e desidratado a uma umidade de 45 – 48%, para que seja posteriormente seco. Para indústrias de médio e grande porte há um sistema de desidratação centrífuga, no qual é utilizado um equipamento que é alimentado em bateladas de 1.000kg numa suspensão de 20°Bé. A umidade do produto após a desidratação é de 33 –35%, o que acarreta numa economia de energia de secagem se comparado ao filtro à vácuo.

- ✓ **Secagem**

  O amido desidratado a vácuo segue para uma válvula rotativa que o dosa para um secador pneumático de corrente contínua tipo. O produto é conduzido e seco por uma

[2] Escala hidrométrica criada pelo farmacêutico francês Antoine Baumé em 1768 para medição de densidade de líquidos.

corrente de ar quente, proveniente da caldeira. A separação do ar e amido é feita em ciclones. O ar quente atinge 150°C e apresenta, na saída da tubulação, um produto final com umidade entre 12 a 13%, em forma de pó e com temperatura média de 58°C, seguindo para um silo que irá resfriá-lo, estocá-lo temporariamente e conduzi-lo posteriormente para o ensacamento.

- ✓ **Ensaque**

  O amido finalmente é transportado por alimentadores helicoidais a uma ensacadeira automática. O ensacamento é efetuado sem contato manual, em sacos de papel craft multi folhado de 10, 25 e 50kg, ou ainda em Sacos Plásticos Polietileno de Alta Densidade(PEAD) de 1 kg, 2kg e 5kg.

  A figura 155, apresenta as imagens de cada etapa descrita da operacionalização.

Figura 155. Etapas para a processamento de obtenção de fécula a partir da raiz de mandioca, no distrito do Corta-Lote.



Fonte: Elaboração própria de fotos do complexo da fecularia da Coopasub.

6.2.8.3 Análise dos impactos ambientais da implantação e funcionamento

A análise ambiental a seguir foi realizado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, como requisito para a concessão de financiamentos para a Coopasub. As etapas da análise ambiental incluíram a implantação e o funcionamento da fecularia (2009).

6.2.8.3.1 Análise da água da fecularia

Foram coletadas amostras de água dos poços artesianos para análise em laboratório (parâmetros microbiológicos i físico-químicos), estabelecendo-se um programa de monitoramento, atendendo ao disposto na resolução CONAMA 20. Esta resolução obriga que a água analisada siga os parâmetros da legislação vigente. A água do poço artesiano da fecularia foi classificada como Classe I sofrendo um enquadramento de acordo com a tabela 60.

Tabela 60. Teores máximos aceitáveis para enquadramento de águas de Classe I, vigente no Território Nacional em 2013, de acordo com a Resolução n0 20, de 18 de junho de 1986 (Diário Oficial, seção 1, 30/07/1986, p. 11356 – 11360).

Alumínio	0,1 mg/L Al
Amônia não ionizável	0,02 mg/L NH_3.
Arsênio:	0,05 mg/L As
Bário:	1,0 mg/l Ba.
Berílio:	0,1 mg/l Be
Boro:	0,75 mg/l B
Benzeno :	0,01 mg/l
Benzo-a-pireno:	0,00001 mg/l
Cádmio:	0,001 mg/l Cd
Cianetos:	0,01 mg/l CN
Chumbo:	0,03 mg/l Pb
Cloretos:	250 mg/l CI
Cloro Residual:	0,01 mg/l Cl
Cobalto:	0,2 mg/l Co

Cobre:	0,02 mg/l Cu
Cromo Trivalente:	0,5 mg/l Cr
Cromo Hexavalente:	0,05 mg/l Cr
1,1 dicloroeteno :	0,0003 mg/l
1,2 dicloroetano:	0,01 mg/l
Estanho;	2,0 mg/l Sn
Índice de Fenóis:	0,001 mg/l C_6H_5OH
Ferro solúvel:	0,3 mg/l Fe
Fluoretos:	1,4 mg/l F
Fosfato total:	0,025 mg/l P
Lítio:	2,5 mg/l Li
Manganês:	0,1 mg/L Mn
Mercúrio:	0,0002 mg/l Hg
Níquel:	0,025 mg/l Ni
Nitrato:	10 mg/l N
Nitrito:	1,0 mg/l N
Prata:	0,01mg/l Ag
Pentaclorofenol:	0,01 mg/l
Selênio:	0,01mg/l Se
Sólidos dissolvidos totais:	500 mg/l
Substâncias tenso-ativas que reagem com o azul de metileno :	0,5 mg/l LAS
Sulfatos:	250 mg/l SO_4
Sulfetos (como H_2S não dissociado):	0,002 mg/l S
Tetracloroeteno:	0,01 mg/l
Tricloroeteno:	0,03 mg/l
Tetracloreto de carbono:	0,003 mg/l
2, 4, 6 triclorofenol:	0,01 mg/l
Urânio total:	0,02 mg/l U
Vanádio:	0,1 mg/l V
Zinco:	0,18 mg/l Zn
Aldrin:	0,01 mg/l
Clordano:	0,04 µg/l
DDT;	0,002 µg/l

Dieldrin:	0,005 µg/l
Endrin:	0,004 µg/l
Endossulfan:	0,056 µg/l
Epôxido de Heptacloro:	0,01 µg/l
Heptacloro:	0,01 µg/l
Lindano (gama.BHC)	0,02 µg/l
Metoxicloro:	0,03 µg/l
Dodecacloro + Nonacloro:	0,001 µg/l
Bifenilas Policloradas (PCB'S):	0,001 µg/l
Toxafeno:	0,01 µg/l
Demeton:	0,1 µg/l
Gution:	0,005 µg/l
Malation:	0,1 µg/l
Paration:	0,04 µg/l
Carbaril:	0,02 µg/l
Compostos organofosforados e carbamatos totais:	10,0 µg/l em Paration
2,4 - D:	4,0 µg/l
2,4,5 - TP:	10,0 µg/l
2,4,5 - T:	2,0 µg/L

Fonte: Resolução Conama (1986).

6.2.8.3.2 Localização do empreendimento

Verificou-se neste item se a localização do empreendimento se situava em áreas dos seguintes tipos:

a. Situado no interior ou no entorno de Unidade de Proteção Integral[3];

b. Situado no interior de Unidade de Uso Sustentável[4];

c. Áreas de Preservação Permanente[5];

[3] São consideradas como unidades de proteção integral: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parques (Nacional, Estadual ou Municipal), Monumento Natural ou Refúgio de Vida Silvestre.

[4] São consideradas como unidades de uso sustentável: Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável ou Reserva Particular do Patrimônio Natural.

[5] Margens de rios, lagoas ou barragens, topo de morro, terrenos com inclinação maior que 45º, restingas, manguezais, dunas, borda de chapadas ou em altitude superior a 1.800 metros.

d.Áreas de Patrimônio Histórico, Cultural, Sítio Arqueológico ou espeleológico.

Verificou-se também se a comunidade do povoado Corta- Lote (ver figura 153), não apresentava restrições ao empreendimento.

6.2.8.3.3 Atividades do empreendimento

Neste tópico da análise ambiental verificou-se os seguintes itens:

a. O empreendimento iria realizar desmatamentos de mata nativa ou drenagens em áreas superiores a 100 hectares?
b. Ocorreria na fecularia processos que produziriam substâncias radiativas ou produção ou de emissão de substâncias relacionadas no Protocolo de Montreal ou na Convenção de Estocolmo[6]?
c. Haveria lançamentos de efluentes em lagoas ou em cursos d´água?

As respostas para todas as interrogações foram negativas.

6.2.8.3.4 Monitoramento de emissões, aterros, efluentes e águas subterrâneas

Estas questões ambientais foram tratadas nos Planos de Gerenciamentos de Resíduos Sólidos e Resíduos Líquidos, aonde se contempla o controle e o monitoramento de todos os resíduos gerados, conforme será visto a seguir.

6.2.8.3.5 Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS

O presente Termo de Referência - Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS, constitui num documento integrante do sistema de gestão ambiental adotado pela Coopasub baseado nos princípios da não geração e da minimização da geração de resíduos, apontando e descrevendo as ações relativas ao seu manejo, contemplando os aspectos

[6] O Protocolo de Montreal de 1987, ratificado pelo Brasil em 1990, refere-se à meta internacional para proteção da camada de ozônio, reduzindo a produção e o consumo de gases CFC (clorofluorcarbonos), de hálons e de brometo de metila. A Convenção de Estocolmo de 2001, ratificada pelo Brasil em 2004, visa a eliminação gradual da produção, uso e disposição de alguns a.Poluentes Orgânicos Persistentes considerados perigosos: pesticidas - aldrin, clordane, DDT, dieldrin, endrin, heptacloro, hexaclorobenzeno, mirex e toxafeno; b.produtos químicos industriais - PCBs (bifenilpoliclorado) e hexaclorobenzeno; c.subprodutos involuntários - furanos e dioxinas, emitidas por processos produtivos em que se utiliza cloro e durante a incineração de resíduos industriais.

referentes à minimização na geração, segregação, acondicionamento, identificação, coleta e transporte interno, armazenamento temporário, tratamento interno, armazenamento externo, coleta e transporte externo, tratamento externo e disposição final.

Algumas das etapas deste plano são listadas a seguir:

a. Classificação dos resíduos

Consistiu na classificação dos resíduos baseado nos laudos de análise química, segundo a NBR 10.004 da ABNT, submetendo-se os resíduos aos testes de solubilidade e lixiviação, conforme as NBR´s 10.006 e 10.005 respectivamente. Esta etapa objetivou classificar, quantificar e indicar formas para a correta identificação e segregação na origem, dos resíduos gerados por área, unidade e setor da empresa.

b. Programa de redução na fonte

O programa de redução na fonte consistiu na implementação de técnicas e procedimentos que visaram reduzir a geração ou minimizar a presença dos principais contaminantes presentes no resíduo.

c. Segregação

Consistiu na operação de separação dos resíduos por classe, conforme norma da legislação, ABNT NBR- 10.004, identificando-os no momento de sua geração, buscando formas de acondicioná-lo adequadamente, conforme a NBR-11174/89 (resíduos classe II e II) e NBR-12235/87 (resíduos classe I), e a melhor alternativa de armazenamento temporário e destinação final. A segregação dos resíduos teve como finalidade evitar a mistura dos resíduos incompatíveis, visando garantir a possibilidade de reutilização, reciclagem e a segurança no manuseio. A mistura de resíduos incompatíveis pode causar: geração de calor; fogo ou explosão; geração de fumos e gases tóxicos; geração de gases inflamáveis e solubilização de substâncias tóxicas, dentre outros.

d. Identificação dos resíduos

A identificação dos resíduos serviu para garantir a segregação realizada nos locais de geração de resíduos e está presente nas embalagens, "contêineres", nos locais de armazenamento e nos veículos de coleta interna e externa. Utilizando simbologias baseadas na norma da ABNT NBR 7500 a 7504 e na resolução CONAMA nº 275/01, procurando sempre orientar quanto ao risco de exposição**.**

e. Coleta e transporte interno

Compreende a operação de transferência dos resíduos acondicionados do local da geração para o armazenamento temporário e tratamento interno (descontaminação, reprocessamento, etc.).

Estocagem Temporária. Esta estocagem é realizada numa área reservada para armazenar resíduos com as seguintes características:

- ✓ Impermeabilização do piso: Pavimentação e revestimento resistentes;
- ✓ Cobertura e ventilação: Em telhas e porta em grade;
- ✓ Drenagem de águas pluviais: Calhas de captação de água ao redor do telhado para infiltração no solo;
- ✓ Drenagem de líquidos percolados e derramamentos acidentais: Ralo sifonado com drenagem para a fossa séptica.
- ✓

f. Coleta e transporte externo

A coleta e transporte externos são feitos de acordo com o tipo de resíduo, podendo variar em 7, 15 ou 30 dias ou ainda por tempo indeterminado. A coleta e transporte externos são realizados pelos próprios funcionários da Coopasub, visto que na zona rural onde está inserida a fábrica não dispõem de recursos suficientes para esta operação.

g. Tratamento externo

- ✓ Para os resíduos recicláveis, encaminhamento para usinas de transformação;
- ✓ Para os resíduos orgânicos, seguem para compostagem a ser usado em horta comunitárias;
- ✓ Para os resíduos não recicláveis e comuns, seguem para o aterro localizado em área projetada para este fim;
- ✓ Resíduos químicos como lâmpadas fluorescentes, contratação de serviço terceirizado;

i. Adoção de indicadores de PGRS. Os seguintes indicadores de PGRS foram propostos para serem seguidos pela Coopasub:

- ✓ Taxa de redução por tipo de resíduo;
- ✓ Taxa de reaproveitamento;
- ✓ Taxa de reciclagem;
- ✓ Percentual de participação em treinamentos e capacitação em Educação Ambiental - EA;

- ✓ Taxa de acidentes de processo;
- ✓ Valor adquirido por quilo de reciclável vendido;
- ✓ Índices positivos no tratamento de resíduos.

6.2.8.3.6 O Plano de Gerenciamento de Resíduos Líquidos – PGRL

O PGRL usado na Coopasub é o mesmo sugerido pelo fabricante e fornecedor do maquinário, a empresa EBS. As principais justificativas de adoção do PGRL da EBS pela Coopasub foram:

- ✓ Disponibilidade de área para o sistema de tratamento,
- ✓ Custo compatível com as possibilidades da cooperativa,
- ✓ Operação fácil e eficiência comprovada do sistema em outras unidades industriais pesquisadas.

O sistema em uso pela Coopasub, de acordo com a EBS (2013) é um sistema misto de tratamento, composto por processos físicos, químicos e biológicos. O processo físico retém os sólidos grosseiros (restos de cascas, polpa da mandioca, terra e outros detritos), além de promover a decantação dos sólidos em suspensão; o processo químico serve para correção do pH do efluente, deixando-o entre 6,5 e 7,0. Por fim, o processo biológico em série é composto por lagoas anaeróbias e lagoas facultativas. O tratamento biológico tem por objetivo a remoção da matéria carbonácea e de microrganismos patogênicos, permitindo o lançamento dos efluentes industriais no solo agrícola, sem agressão ao meio ambiente e dentro de parâmetros mínimos exigidos pelos órgãos ambientais. Os sistemas de lagoas de estabilização constituem-se na forma mais simples, porém efetiva, para o tratamento de efluentes agroindustriais. As etapas do processo descritas pela EBS (2013) são formadas das seguintes etapas:

- ✓ **Lagoa ou Tanque Anaeróbio / Descrição do Processo**

A estabilização anaeróbia se desenvolve em duas etapas: liquefação e formação de ácidos (através das bactérias acidogênicas) e formação de metano. Na primeira fase não há remoção da Demanda Bioquímica de Oxigênio DBO, apenas a conversão da matéria orgânica a outras formas (ácidos). É na segunda etapa que a DBO é removida com a matéria orgânica (ácidos produzidos na primeira etapa) sendo convertida a metano, gás carbônico e água, principalmente. O carbono é removido do meio líquido pelo fato do metano (CH_4) escapar para a atmosfera. Como as bactérias metanogênicas são bastante sensíveis às condições ambientais, caso a sua taxa de reprodução se reduza, haverá o acúmulo dos ácidos formados

na primeira etapa, com as seguintes consequências: a. interrupção da remoção da DBO; geração de maus odores, pois os ácidos são extremamente fétidos. É fundamental, portanto, que se garanta o adequado equilíbrio entre as duas comunidades de bactérias, garantindo a consecução de ambas as etapas. Para o adequado desenvolvimento das bactérias metanogênicas, deve-se ter as seguintes condições:

a). ausência do oxigênio dissolvido (as bactérias metanogênicas são anaeróbias estritas, não sobrevivendo na presença de oxigênio dissolvido);

b). temperatura do líquido adequada acima de 15 ºC; c. pH adequado (próximo de 7).

- ✓ **Lagoa Facultativa / Descrição do processo**

De acordo com a descrição da EBS (2013), o efluente da fecularia da Coopasub entra numa extremidade da lagoa e sai na extremidade oposta. Ao longo desse percurso, que demora vários dias, uma série de mecanismos biológicos contribuem na purificação do efluente. A lagoa é estratificada em três camadas, denominadas de zona anaeróbia, zona aeróbia e zona facultativa.

A matéria orgânica em suspensão proveniente da Lagoa Anaeróbia tende a sedimentar, vindo a constituir o lodo de fundo (zona anaeróbia). Este lodo sofre o processo de decomposição por microrganismos anaeróbios, sendo convertido lentamente em gás carbônico, água, metano e outros. Após um certo período de tempo, apenas a fração inerte (não biodegradável) permanece na camada de fundo. O gás sulfídrico gerado não causa problemas de mau cheiro, pelo fato de ser oxidado por processos químicos e bioquímicos na camada aeróbia superior. A matéria orgânica dissolvida (DBO solúvel), conjuntamente com a matéria orgânica em suspensão de pequenas dimensões (DBO finamente particulada) não sedimenta, permanecendo dispersa na massa líquida. Na camada mais superficial tem-se a zona aeróbia. Nesta camada, a matéria orgânica é oxidada por meio da respiração aeróbia. Há necessidade da presença de oxigênio, o qual é suprido ao meio pela fotossíntese realizada pelas algas. As operações de fotossíntese e respiração são similares, porém, com direções opostas. A fotossíntese necessita de energia luminosa para que se processe. Ela é mais elevada próxima da superfície, onde a incidência de luz é maior. Com a profundidade, a taxa fotossintética diminui, provocando uma zona com ausência de oxigênio (à noite, com a falta da energia luminosa solar, a ausência de oxigênio também é sentida). Devido a esses fatos, é fundamental a presença de diversos grupos de bactérias, responsáveis pela estabilização da matéria orgânica, que possam sobreviver e proliferar com ou sem a presença de oxigênio.

6.2.8.3.7 Tratamento do efluente industrial da Coopasub

O sistema adotado pela Coopasub, conforme a EBS (2013), pode fazer o tratamento da água proveniente da industrialização de raízes de mandioca para um processamento máximo de 200 t de raízes/dia e um volume de 600m^3 de água/dia.

6.2.8.3.8 Resíduos Líquidos Industriais

- ✓ **Origem**

Os resíduos líquidos subdividem-se em:

a. Água das Centrífugas da Fecularia: proveniente da raiz de mandioca, a qual é recirculada por moto-bomba para lavagem das raízes.

b. Água do Lavador da Fecularia: proveniente da lavagem das raízes de mandioca (manipueira).

- ✓ **Vazão**

Vazão para Projeto: Q = 3,0 litros de água/kg de raízes de mandioca (dado da Coopasub). A vazão do poço artesiano da Coopasub é de 20.000 litros de água/hora. Para a produção estimada em 2013, de 870 t de fécula o gasto previsto de água para a fecularia é de 2.610 m^3.

Vazão Total: Q_{TOTAL} = 600 m^3/dia para um dimensionamento máximo de 200 t de raiz/dia. Caso se utilize a manipueira em substituição à água deve-se considerar no cálculo da vazão a densidade da manipueira, distinta da densidade da água. Para Correia &Del Bianchi (2008), a densidade da manipueira é de 0.92 g. mL^{-1}.

- ✓ **Carga Orgânica**

Dados da Coopasub:

a.$[DQO]_{total}$ = 13.000 mg O_2/litro

b.$[DBO]_{total}$ = 6.500 mg O_2/litro

- ✓ **Carga Orgânica:**

Carga Poluidora (CP) = $[DBO]_{TOTAL}$ x Q_{TOTAL}

CP = 3.900 kg DBO/dia

6.3 REFERÊNCIAS

BARROS, SCB; CARDOSO, C.E.L; GAMEIRO, A.H; GUIMARÃES,V.D.A; OLIVEIRA, P.A;

BERBARI, S.A.G (2003). Melhoria da Competitividade da Cadeia Agroindustrial de Mandioca no Estado de São Paulo. USP. SEBRAE. Piracicaba. pp. 77.

CARDOSO JUNIOR, N. dos S. C., (2004). Efeito do nitrogênio sobre o teor de HCN e características agronômicas da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*). Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Brasil, 65 pp. [In portuguese].

CONAMA (1986). Resolução CONAMA nº 20. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html. [online]. 18 de junho de 2013.

COOPASUB - Cooperativa Mista Agropecuária de Pequenos Agricultores do Sudoeste da Bahia Ltda (2010). Justificativas apresentadas para os condicionantes da licença de localização. Vitória da Conquista. Informações da Diretoria.

COOPASUB - Cooperativa Mista Agropecuária de Pequenos Agricultores do Sudoeste da Bahia Ltda (2013). Reformas das Casas de Farinha da Coopasub. Vitória da Conquista. Informações da Diretoria.

CORREIA, G.T; DEL BIANCHI,V.L.,(2008). Tratamento biológico de água residuária da produção de farinha de mandioca utilizando reator anaeróbico compartimentado vertical. Ciências Exatas e Tecnológicas. Londrina. p.p.162.

DAMASCENO, S. Manipueira como substrato para desenvolvimento de *Geotrichum fragans*. (1998). Thesis. (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. São Paulo. pp.117.

EBS (2013). Projeto de Tratamento de Resíduos Líquidos Industriais para a Coopasub. Coopasub. Vitória da Conquista. pp. 30.

IBGE. (2013). Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**.** [on line]. Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=99&z=t&o=11&i=P
[12 de junho de 2013].

LINK CONSULTORIA. (2008). Relatório de estudo de viabilidade de casas de farinha da Coopasub. SEBRAE. Vitória da Conquista. pp. 17.

SEAGRI. (2012). Memória de Reunião da Câmara Setorial de MANDIOCA. Vitória da Conquista. pp. 7.

SEAGRI. (2010). Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Mandioca do Estado da Bahia. Gov. Estado da Bahia. Salvador. pp. 5.

SEBRAE. (2012). Plano de Negócios Coopasub. Salvador. pp. 70.

SEBRAE (2006). Manual de Referência para Casas de Farinha. Ed. SEBRAE. Alagoas. p.p.24.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA A CADEIA PRODUTIVA DA MANDIOCA EM ESCALA REGIONAL NO CONTEXTO DA AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA (AAE)

Elaborou-se os indicadores de sustentabilidade, dentro do marco metodológico SAFE (*Sustainability Assessment of Farming and the Environment Framework*), nas três dimensões da sustentabilidade com ênfase na dimensão ambiental, a partir do *baseline* da AAE. Os indicadores foram construídos a partir de uma ampla coleta de dados e seleção de impactos ambientais por participação científica e pública, obedecendo-se à metodologia SAFE na qual os Princípios e Critérios são primeiramente formulados seguido da elaboração do indicador, da sua descrição, unidades, escalas de medidas e fontes de referência. No contexto agrícola das dimensões da sustentabilidade, considerou-se dentro da dimensão ambiental à *integridade do agro-ecossistema, manejo, ar, solo, água do solo, agua, energia, biodiversidade dos sistemas agrícolas e recursos bióticos, habitat*. Na dimensão econômica, considerou-se à *viabilidade* e na dimensão social, à *segurança alimentar, condições de vida e aceitabilidade social.* A elaboração dos indicadores de sustentabilidade além de manter a coerência com os objetivos AAE e contexto agrícola da área geográfica do trabalho, teve a participação direta dos agentes decisores que não somente escolheram como também excluíram muitos dos indicadores sob o argumento de que não se aplicavam bem ao contexto daquela microrregião. Esta forma de participação contribuiu para a resolução de uma questão chave: muitos dos indicadores elaborados em diversos trabalhos não são efetivados por falta de um real envolvimento dos decisores no contexto apropriado, com consequências graves, na tomada de decisão, em todo o plano estratégico da AAE.

7.1.1 Indicadores de Sustentabilidade

A elaboração dos indicadores de sustentabilidade, dentro do marco metodológico SAFE é apresentado na série de tabelas abaixo, a iniciar da tabela 61, abaixo. As siglas dos indicadores estão em negrito na coluna *indicadores* das tabelas.

Tabela 61. Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação à integridade do ecossistema.

PRINCÍPIOS	CRITÉRIOS	**INDICADOR**	DESCRIÇÃO	UNIDADES	ESCALA DE MEDIDA	FONTE
INTEGRIDADE DO AGRO-ECOSSISTEMA						
Função de regulação da estabilidade do ecossistema Função de Provisão do Ecossistema Função de Suporte Físico	Resistência e resiliência do agro-ecossistema são mantidas ou aumentadas	Quantificação da biomassa livre acima do solo **(QBLAS)**	A quantidade de biomassa livre acima do solo para o desenvolvimento espontâneo do ecossistema, para realizar as suas funções de suporte de vida e da cadeia alimentar	$t.ha^{-1}$	Ecossistema	Kutsch *et al*., 2001
		Produção bruta/Respiração da comunidade* (Quociente P/R). **(PBRC)**	O indicador mede a maturidade (clímax ou equilíbrio) nas fases de desenvolvimento do ecossistema. Fase de desenvolvimento (Razão energética > ou < 1). Fase Madura (Razão energética próxima de 1).	Não unidade	Ecossistema	Odum (2004)
		Quantificação da biomassa primária líquida	A quantidade de biomassa livre para o desenvolvimento espontâneo do ecossistema, para realizar as suas funções de suporte de vida e da cadeia alimentar.	$t.ha^{-1}$	Ecossistema	Odum (2004)

Fonte. Elaboração própria adaptada de Sauvenier *et al*., (2006).

Tabela 62. Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação ao manejo.

PRINCÍPIOS	CRITÉRIOS	**INDICADOR**	DESCRIÇÃO	UNIDADES	ESCALA DE MEDIDA	FONTE
MANEJO						
Função de interceptação do fluxo do ar	Velocidade do vento adequadamente interceptada	Corredores naturais de vegetação entre parcelas de plantio **(CNVPP)**	Este indicador tem função multiuso: intercepta o vento, reduz erosão eólica, mantém umidade relativa entre parcelas, protege plantas de danos mecânicos, e aumenta o número de insetos predadores de pragas	Nº de corredores/ propriedade	Propriedade agrícola-Parcela	Wojtkowski (2008)

Fonte. Elaboração própria adaptada de Sauvenier *et al*., (2006).

Tabela 63. Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação ao ar.

PRINCÍPIOS	CRITÉRIOS	**INDICADOR**	DESCRIÇÃO	UNIDADES	ESCALA DE MEDIDA	FONTE
AR						
Função de manutenção da qualidade do ar	Qualidade do ar mantida ou aumentada	Emissões de CO2, CH_4, óxido de enxofre, Nitrogênio, e material particulado **(ECOCH)**	Estimação das emissões de CO, CH_4 e material particulado por queimadas de florestas para plantio de mandioca e o monitoramento da qualidade do ar: pode se obter os dados por sensoriamento remoto diretamente no site do INPE*, usando-se as coordenadas UTM do local, em tempo próximo do real. Estimação de emissões de tratores agrícolas usado no preparo de solo para cultivo de mandioca. http://meioambiente.cptec.inpe.br/	Kg[CO^2] / m^3 s	Ecossistema Região Propriedade agrícola	INPE (2011)

Fonte. Elaboração própria adaptada de Sauvenier *et al*., (2006).

O monitoramento do indicador da tabela 63 pode ser feito em tempo próximo ao real, uma vez que os dados gerados por satélites relativos ao monitoramento do indicador, conforme o INPE (2011), ficam disponíveis para acesso livre na internet cerca de três horas após sua geração, bastando apenas georeferenciar as áreas da pesquisa com coordenadas UTM e identificar no mapa da figura 156, estas coordenadas. Além do mais um gradiente de cores sobre os teores das emissões de fácil interpretação é gerado facilitando o entendimento do indicador por parte dos tomadores de decisão. Ver figura 156.

Figura 156. Representação do Mapa de emissões acessado por coordenadas UTM, com uma diferença de três horas do tempo real da ocorrência das emissões, a partir do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).



Fonte. INPE (2012).

A tabela 64 e 65 apresentam os indicadores da dimensão ambiental solo e da água no solo, respectivamente.

Tabela 64. Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) da cadeia da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação ao solo.

SOLOS						
Função estoque do solo (suprimento)	Salvaguardar a perda do solo	Risco de erosão **(RDE)**	O risco da perda de solo causada por água é calculado pela equação RUSLE. Erosão= RKCLSP	t.ha^{-1} ano^{-1}	Propriedade agrícola Parcela	Pia (2010).
		Análise física da textura do solo anual **(AFTSA)**	Avaliar perdas de solo anuais, análises físicas de solo, como a Textura: através do Método da pipeta ou do hidrômetro ou Bouyoucos (densímetro). Após a caracterização inicial, as medidas subsequentes podem ser feitas de 2 a 5 anos, porque a alteração da textura se verifica somente quando a erosão acelerada é o processo de degradação predominante. A erosão remove seletivamente a argila, deixando as frações mais grosseiras.	% de argila Incremento densidade anual	Propriedade agrícola Parcela	López-Granados & Jurado Expósito, et al. (2005).
		Risco de Hidrofobcidade dos solos (RHS)	Temperatura de queimada do solo que gera hidrofobicidade dos solos	º C	Parcela	Úbeda (2001).

(continuação tabela 64).

PRINCÍPIO	CRITÉRIO	INDICADOR	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ESCALA DE MEDIDA	FONTE
SOLOS						
Função qualidade do estoque do solo (suprimento)	Manter ou aumentar a qualidade química do solo	Carbono orgânico do solo **(CODS)**	Conteúdo do carbono orgânico que também pode avaliar a qualidade biológica do solo	Variação anual do percentual (%)	Parcela	-
		Análise da fertilidade química do solo **(AQDS)**	Análise química do solo a fim de avaliar os teores de potássio trocável, fósforo disponível, cálcio, magnésio, e acidez dos solos, valores de saturação por bases; comparando-os com os índices relatados como ideais para a cultura da mandioca.	Variação de pH – não unidade Fósforo- mg.kg^{-1} Potássio – cmol.dm^{-3} Cálcio - cmol.dm^{-3} Magnésio- cmol.dm^{-3} Al^{3} - cmol.dm^{-3} V - % Cu,Mn,Zn,Fe – mg/dm^{-3}	Parcela	-
	Manter ou aumentar a qualidade biológica do solo	Balanço de carbono orgânico do solo **(BCDS)**	Entrada menos saída de carbono no solo	Kg.ha^{-1}	Parcela	OECD
		Entrada de Carbono no Solo **(ECNS)**	Entrada de carbono no solo na forma de esterco, resíduo de colheita, manipueira, etc.	Kg.ha^{-1}	Parcela/ Prop. Agrícola	Sauvanier *et al.*,(2006).

Fonte. Elaboração própria adaptada de Sauvenier *et al*., (2006).

Tabela 65. Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação à água do solo.

PRINCÍPIO	**CRITÉRIOS**	**INDICADOR**	**DESCRIÇÃO**	**UNIDADE**	**ESCALA DE MEDIDA**	**FONTE**
ÁGUA DO SOLO						
Função de suprimento de água	Quantidade adequada de umidade do solo é suprida	Stress hídrico **(SH)**	Eventos de Stress do crescimento da mandioca relatado para efeitos cumulativos do déficit anormal ou absoluto de transpiração causada por uma prolongada ausência ou deficiência de precipitação.	$N^{o}.ano^{-1}$	Parcela	-
Função de armazenamento de água	Função de regulação de inundação/escorrimento de água do agro-ecossistema é mantido ou aumentado	Índice de cobertura de solos **(ICDS)**	Extensão de cobertura de solo pela vegetação em contraste com o solo desnudo.	%	Parcela	OECD
		Vegetação de Cobertura do Solo **(VCDS)**	Percentagem de Cobertura dos Solos: uso de mapas	%	Parcela/ Prop. Agrícola/Paisagem	Sauvanier *et al.*,(2006)

Fonte. Elaboração própria adaptada de Sauvenier *et al*., (2006).

Tabela 66. Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação à energia.

PRINCÍPIOS	CRITÉRIOS	**INDICADOR**	DESCRIÇÃO	UNIDADES	ESCALA DE MEDIDA	FONTE
ENERGIA						
Função de suprimento de energia	Adequada quantidade de energia solar é suprida	Saída direta de energia **(SDE)**	Captura de energia solar pelas plantas, correntes auxiliares de energia e saída de energia via exportação de raízes de mandioca	Mjoules/ ha/ano	Propriedade agrícola	Sauvenier *et al*., (2006) [SAFE]; Odum (2004);

Função de manutenção do fluxo de energia	Fluxo de energia é adequadamente protegido	Entrada direta de energia **(EDE)**	Entrada usada para a produção de produtos: raiz de mandioca, farinha e fécula (Energia solar, fertilizantes, chuva, combustível fóssil usado em máquinas agrícola, trabalho animal e humano e outros subsídios energéticos). $*f\mathrm{E_m}= f_{\mathrm{ane.t}}$	Mjoules/ha/ano	Propriedade agrícola	Odum (2004). Odum (2007).
		Balanço de energia **(BDE)**	Saída de energia direta e indireta versus entrada de energia direta e indireta	Mjoules/ha/ano	Propriedade agrícola	Sauvenier *et al*., (2006) [SAFE] ; Odum (2004).

Fonte. Elaboração própria adaptada de Sauvenier *et al*., (2006).

O cálculo do indicador EDE é operacionalizado, conforme Odum (2007), pelos conceitos de emergia e transformidade[1]. A fórmula de cálculo do indicador consiste primeiramente em realizar a contabilidade ambiental da *emergia* baseado na primeira lei da termodinâmica (lei de conservação de energia) convertendo através da *transformidade* todas formas de energia em equivalentes de energia solar. Este enunciado pode ser expresso pela seguinte fórmula:

$*f\mathrm{E_{ma}}= f_{\mathrm{anec.T}}$

$f\mathrm{E_{ma}}$= Fluxo de Emergia Anual

f_{anec} = fluxo anual de energia calórica

T=Transformidade

Após a obtenção de dados um diagrama de sistema deve ser construído organizando todas as entradas e saídas e a partir deste diagrama se elaborar uma tabela com os fluxos de energia dos itens usados que deverão ser convertidos em emergia. A emergia para cada produto analisado envolve a interpretação de dados que irão apoiar a tomada de decisão dentro da Avaliação Ambiental Estratégica da Cadeia produtiva da mandioca. Os itens desta cadeia podem ser selecionados a partir da definição das entradas e saídas do plantio e

[1] Emergia é a energia disponível usada direta e indiretamente para produzir um produto ou serviço. Transformidade é um fator de conversão de diversos tipos de energia no equivalente de energia solar.

beneficiamento da mandioca.

A tabela 67 apresenta os indicadores da biodiversidade do sistema agrícola.

Tabela 67. Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação à biodiversidade do sistema agrícola.

PRINCÍPIOS	CRITÉRIOS	**INDICADOR**	DESCRIÇÃO	UNIDADES	ESCALA DE MEDIDA	FONTE
BIODIVERSIDADE DO SISTEMA AGRÍCOLA/RECURSOS BIÓTICOS						
Princípio: Função estoque de recursos bióticos	Biodiversidade planejada é mantida ou aumentada	Número de variedades de mandioca perdidas **(NVMP)**	Variedades de mandioca que deixaram de ser cultivadas e foram abandonadas	Nº	Propriedade agrícola	Stocker (2006).
		Perda de percepção da diversidade como um recurso **(PPDCR)**	A perda da percepção da diversidade como um recurso acompanha o empobrecimento do conhecimento, práticas e caminhos de transmissão desses conhecimentos. A perda de um nome de uma variedade e do seu interesse no contexto de um sistema de produção antecipa a perda do objeto biológico (Stoker,2006).	Escala de Thurstone	Propriedade agrícola Região	Da Cunha (2007).

Fonte. Elaboração própria adaptada de Sauvenier *et al*., (2006).

Tabela 68. Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação à biodiversidade do sistema agrícola.

PRINCÍPIOS	CRITÉRIOS	**INDICADOR**	DESCRIÇÃO	UNIDADES	ESCALA DE MEDIDA	FONTE
BIODIVERSIDADE DOS SISTEMAS AGRÍCOLAS / RECURSOS BIÓTICOS						
Princípio: Função estoque de recursos bióticos	Biodiversidade planejada é mantida ou aumentada	Total número de espécies de plantas selvagens e animais **(TNEPA)**	Total número de espécies de plantas selvagens e animais do bioma caatinga(inventário) ocorrentes na propriedade agrícola. Sugere-se o Método da Área Fixa: método em que a seleção dos indivíduos é feita proporcionalmente à área da unidade e à frequência dos indivíduos que nela ocorrem. Não há necessidade de conhecimentos específicos para uso deste método.	Nº	Parcela	Sauvenier *et al*., (2006) [SAFE].
		Número de árvores preservadas na exploração animal **(NAPEA)**	Uma das principais tecnologias disponíveis que quando seguidas confere sustentabilidade à manipulação da caatinga para exploração animal é a de se preservar 400 árvores por hectare da biodiversidade natural.	Nº de árvores/hectare	Parcela	Filho &Silva (2011). Embrapa.
		Atividade enzimática dos microrganismos do solo **(AEMS)**	As atividades enzimáticas dos microrganismos do solo possuem elevado	Nº	Parcela	Sauvenier *et al*., (2006)[SAFE]. Lisboa (2012).

			potencial para a avaliação da qualidade do solo em sistemas agrícolas.			
	Parte herdada da biodiversidade natural é mantida ou aumentada	Proporção de espécies de flora selvagem **(PEFS)**	A proporção da presente proporção de flora selvagem com espécies de flora selvagem regional potencialmente	%	Parcela Propriedade agrícola Ecossistema Paisagem	Sauvenier *et al*., (2006) [SAFE]; Hermy & Cornelis (2000).
		Saturação de Espécies de Nematóides **(SEDN)**	ocorrente no agro-ecossistema A proporção de espécies de nematoides presentes na parcela agrícola em relação com o potencial de espécies do agro-ecossistema.	%	Parcela Propriedade Agrícola Ecossistema	Sauvenier *et al*., (2006) [SAFE]; Hermy & Cornelis (2000).

Fonte. Elaboração própria adaptada de Sauvenier *et al*., (2006).

Tabela 69. Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão ambiental para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação ao *habitat.*

PRINCÍPIO	CRITÉRIO	**INDICADOR**	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ESCALA DE MEDIDA	FONTE
HABITAT*						
Princípio: Função estoque de habitat	Diversidade de habitats é mantido ou aumentado	Diversidade de Habitat (**DDH)**	A diversidade de habitat que está presente no cenário da propriedade agrícola em relação com a lista de habitat que podem ser encontrados potencialmente no agro-ecossistema	%	Propriedade agrícola/Paisagem	Sauvenier *et al*., (2006) [SAFE]; Hermy & Cornelis (2000).
Princípio: Função estoque da qualidade do habitat	Qualidade funcional de habitats é mantido ou aumentado	Uso de queimadas **(UDQ)**	A queimada das matas para o plantio de mandioca afeta a qualidade funcional do habitat*	Sim/Não	Propriedade agrícola Ecossistema	Úbeda (2011).

Fonte. Elaboração própria adaptada de Sauvenier *et al*., (2006).

*O termo *habitat* significa, segundo Odum (2004), tanto o lugar aonde vive o organismo incluindo os elementos bióticos e abióticos como também pode se referir ao local ocupado por uma comunidade completa. Neste caso o habitat consiste principalmente de complexos físicos ou abióticos. No sistema SAFE, conforme Peeters et al. (2005), concordando com Odum, o *habitat* inclui a atmosfera, água, solo e parte do ambiente sob o qual o organismo depende direta ou indiretamente para cumprir o seu processo de vida. *Habitat* também inclui corredores ecológicos cuja principal função é sustentar o fluxo de recursos bióticos. Quando se refere a quantidade de habitats, a diversidade, o número e a área total são também importantes. Para Peeters et al. (2005) a *qualidade funcional do habitat* dentro do sistema SAFE se refere a área central do habitat e ao grau de conectividade entre *habitats*.

Tabela 70. Formulação de indicadores de sustentabilidade na dimensão econômica para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação a *viabilidade.*

PRINCÍPIO	CRITÉRIO	**INDICADOR**	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ESCALA DE MEDIDA	FONTE
DIMENSÃVO ECONÔMICA /VIABILIDADE						
Função Econômica	Garantir o rendimento da propriedade agrícola	Força de trabalho familiar **(FDTF)**	A capacidade total de trabalho da unidade familiar calculada pela fórmula: Ht = nº de homens equivalentes x nº de dias trabalhados / ano.	ht (horas trabalhada)	Parcela Propriedade agrícola	Galvão *et al.*,(2005).
		Renda líquida familiar **(RLF)**	A renda líquida familiar calculada pela seguinte fórmula: Renda Líquida Familiar = Rendimento Líquido do Trabalho Familiar + Rendas não Provenientes do Trabalho – Rendas Pagas a Terceiros.	U$	Propriedade Agrícola	Galvão *et al.*, (2005).
		Rendimento líquido do trabalho familiar **(RLTF)**	O rendimento líquido do trabalho familiar calculado pela seguinte fórmula: Rendimento Líquido do Trabalho Familiar = Rendimento Líquido do Trabalho Familiar no Estabelecimento + Rendimento do Trabalho Familiar Fora do Estabelecimento	U$	Propriedade agrícola	Galvão *et al.*, (2005).

Fonte. Elaboração própria adaptada de Sauvenier *et al*., (2006).

Tabela 71. Formulação de Indicadores de Sustentabilidade na dimensão econômica para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação à *viabilidade.*

PRINCÍPIO	CRITÉRIO	**INDICADOR**	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ESCALA DE MEDIDA	FONTE
DIMENSÃO ECONÔMICA /VIABILIDADE						
Função Econômica	Garantir o rendimento da propriedade agrícola	Financiamento agrícola **(FA)**	Linhas de financiamento agrícola através do PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar). Para agricultores do semiárido: até U$ 4mil, 1% ao ano, prazo de pagamento até 10 anos, incluídos 3 anos de carência.	U$ %/ano	Propriedade Agrícola Propriedade agrícola	PRONAF (2011). Almeida (2003); Figueiredo (2007).
		Fator de Produtividade Total **(FPT)**	Calculado pela fórmula: FPT = Y/(aK + bL). Aonde: Y= Produto; K=O fator capital L=O fator trabalho "a" e "b" são os ponderadores dos respectivos fatores. Este indicador poderá também medir o progresso tecnológico, uma vez que o aumento da FPT ao longo do tempo é tido como progresso tecnológico.			

Fonte. Elaboração própria adaptada de Sauvenier *et al*., (2006).

Tabela 72. Formulação de Indicadores de Sustentabilidade na dimensão econômica para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação à *viabilidade.*

PRINCÍPIO	CRITÉRIO	**INDICADOR**	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ESCALA DE MEDIDA	FONTE
DIMENSÃO ECONÔMICA /VIABILIDADE						
Função Econômica	Intensificar o funcionamento da fecularia como forma de garantir preços justos e constantes à produção	Aumento da produção de fécula **(APDF)**	Expandir gradativamente a capacidade da fecularia aumentar a produção de fécula a partir da raiz de mandioca comprada dos cooperados	%/ano	Região	COOPASUB (2011).
	Otimizar o treinamento profissional do agricultor	Capacitação específica em negócios agrícolas **(CENA)**	Aumentar a capacidade profissional do agricultor para lidar com negócios agrícolas através de cursos periódicos.	Nº de cursos/ano	Região	COOPASUB (2011).
Função de fixação na propriedade agrícola (Segurança)	Manutenção do agricultor e da sua família na propriedade agrícola é mantida ou aumentada	Relação Imigração do agricultor e membros da família/não imigração **(RIAMF)**	Fornece subsídio para se entender os problemas da fixação do agricultor e membros da sua família na propriedade agrícola	%	Prop. Agrícola	COOPASUB (2011)
		Índice de Adaptabilidade Agrícola (**IDG)**	Estado de problemas irresolvidos para: restrições institucionais (leis, regulações, padrões),suprimento eficiente da terra, relação efetividade do trabalho/suprimento de serviços, atividades de financiamentos, efetiva entrada de suprimentos, suprimento de conhecimento e inovação, comercialização efetiva	Não Unidade. Uso de (0) e (1)	Prop. Agrícola	SAFE (2006).

Fonte. Elaboração própria adaptada de Sauvenier *et al*., (2006).

Tabela 73. Formulação de Indicadores de Sustentabilidade na dimensão social para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação à *segurança alimentar*.

Fonte. Elaboração própria adaptada de Sauvenier *et al*., (2006).

PRINCÍPIO	CRITÉRIO	**INDICADOR**	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ESCALA DE MEDIDA	FONTE
DIMENSÃO SOCIAL /SEGURANÇA ALIMENTAR						
Função de produção do agro-ecossistema (Segurança alimentar & Segurança)	Capacidade de produção é compatível com a demanda social pela raiz *in natura* ou subprodutos da mandioca	Relação Consumo /Produção **(RCP)**	Fornece para a raiz *in natura* de mandioca e dos subprodutos gerados pelo processamento da raiz a proporção quantidade de consumo versus quantidade de produção para toda a população na área geográfica de trabalho desta tese.	%	Região	IBGE (2011)
	Diversidade de alimentos e produtos in natura é mantido ou aumentado	Diversidade dos diversos tipos de alimentos originados da mandioca **(DTAOM)**	Quantidade de subprodutos da raiz in natura da mandioca gerada por processamento. A raiz in natura, da mandioca "doce" é um alimento, mas a farinha, a fécula que mantém toda uma linha de biscoitos, beijus, também o são.	Nº	Propriedade agrícola	COOPASUB (2011).

Fonte. Elaboração própria adaptada de Sauvenier *et al*., (2006).

Tabela 74. Formulação de Indicadores de Sustentabilidade na dimensão social para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação às *condições de vida.*

PRINCÍPIOS	CRITÉRIOS	**INDICADOR**	DESCRIÇ ÃO	UNIDADE	ESCALA DE MEDIDA	FONTE
DIMENSÃO SOCIAL /CONDIÇÕES DE VIDA						
Função de bem estar físico da comunidade agrícola	Otimizar condições de trabalho	Horas por ano de trabalho da propriedade agrícola **(HATPA)**	Obtém-se as horas de trabalho ano do trabalho agrícola do agricultor e de sua família	Horas de trabalho/ano	Propriedade agrícola	Sauvenier *et al*., (2006) [SAFE].
	Otimizar o uso do maquinário chamado descascador para liberar trabalho exaustivo da mulher	Propriedades que introduziram a máquina de nome descascador no processamento da mandioca **(PQIM)**	Esta máquina libera o trabalho exaustivo da mulher no descascamento e lavagem da raiz *in natura* de mandioca. A jornada de trabalho da mulher é de 6,5 dias por semana. Só descansando na tarde de domingo. Propõe-se que parte dos ganhos com produtividade sejam reinvestidos na educação das mulheres.	Nº	Propriedade agrícola	COOPASUB (2011).
Função de bem estar psicológico da comunidade agrícola	Educação de agricultores e trabalhadores agrícolas é otimizado	Cursos extras **(CE)**	Expressa se o agricultor faz cursos extras	Binário (Sim/Não)	Propriedade agrícola	COOPASUB (2011).

Fonte: Elaboração própria adaptada de Sauvenier *et al*., (2006).

Tabela 75. Formulação de Indicadores de Sustentabilidade na dimensão social para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação às *condições de vida.*

PRINCÍPIOS	CRITÉRIOS	INDICADOR	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ESCALA DE MEDIDA	FONTE
DIMENSÃO SOCIAL /CONDIÇÕES DE VIDA						
Função de bem estar psicológico da comunidade agrícola	Situação familiar incluindo igualdade na relação homem-mulher é aceitável	Status da igualdade homem-mulher **(SIHM)**	Situa os papéis respectivos das atividades agrícolas do homem e da mulher e das atividades extras agrícolas (tipo e quantidade de trabalho) expressa o grau de igualdade homem-mulher através de questionários * submetidos pela Coopasub as mulheres dos cooperados e representados graficamente.	%	Propriedade agrícola	COOPASUB (2011).
	Acesso familiar para uso de infraestrutura social e de serviços é aceitável	Distância de acesso aos serviços e infraestrutura **(DASI)**	Mede à dificuldade do agricultor para ter acesso aos serviços (escolas, hospitais, postos de saúdes e bancos) e infraestrutura (rodovias, estradas vicinais, centros comunitários, centrais de comercialização, agroindústrias).	Km	Propriedade agrícola	COOPASUB (2011).

Fonte. Elaboração própria adaptada de Sauvenier *et al*., (2006).

* A descrição para aplicar o indicador consiste na aplicação de questionários pela Coopasub para as mulheres da área geográfica de estudo. Não se encontrou nesta pesquisa métodos de medição de desigualdade quantitativos no âmbito de municípios e propriedades agrícolas. O Índice de Desigualdade, componente do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Plano das Nações Unidas (PNUD) se aplica a uma escala de países. Esta observação reflete a crítica de Visbal (2007), sobre a necessidade e as dificuldades de se medir a desigualdade de gênero. Esta autora recomenda a criação de um grupo internacional multidisciplinar em técnicas de tratamento de informação quantitativa e qualitativo para desenvolver um projeto de indicadores de gênero.

Tabela 76. Formulação de Indicadores de Sustentabilidade na dimensão social para a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), no contexto da cadeia produtiva da mandioca, no âmbito da Coopasub em relação à *aceitabilidade social*

PRINCÍPIO	CRITÉRIOS	**INDICADOR**	DESCRIÇÃO	UNIDADE	ESCALA DE MEDIDA	FONTE
DIMENSÃO SOCIAL / ACEITABILIDADE SOCIAL						
Função social de bem estar	Método de produção é aceitável	Críticas existentes aos métodos de produção **(CEMP)**	Críticas da sociedade sobre os métodos de produção de mandioca dos agricultores	Binário (Sim/Não)	Propriedade agrícola	COOPASUB (2011).
	Equidade é mantida ou aumentada	Relação renda recebida por 20% do maior ganho e por 20% do menor ganho anual **(RRRMG)**	O quociente entre a maior renda e a menor renda gera um percentual que pode ser utilizado para medir a equidade.	%	Propriedade agrícola	Sauvenier *et al*., (2006) [SAFE].
	Envolvimento de todos os atores da cadeia produtiva da mandioca (stakeholder) é mantido ou aumentado	Ausência de restrições à participação **(ARP)**	Mede a aceitação da participação dos *stakeholders* indicando o grau de transparência nas decisões da Coopasub	Binário (Sim/Não)	Cooperativa	COOPASUB (2011).
Função de progresso educacional	Educação e valor científico são garantidos ou aumentados	Ausência de restrições à educação e valor científico **(AREVC)**	Mede a aceitação da educação e valores científicos na tomada de decisões.	Binário (Sim/Não)	Cooperativa	COOPASUB (2011).

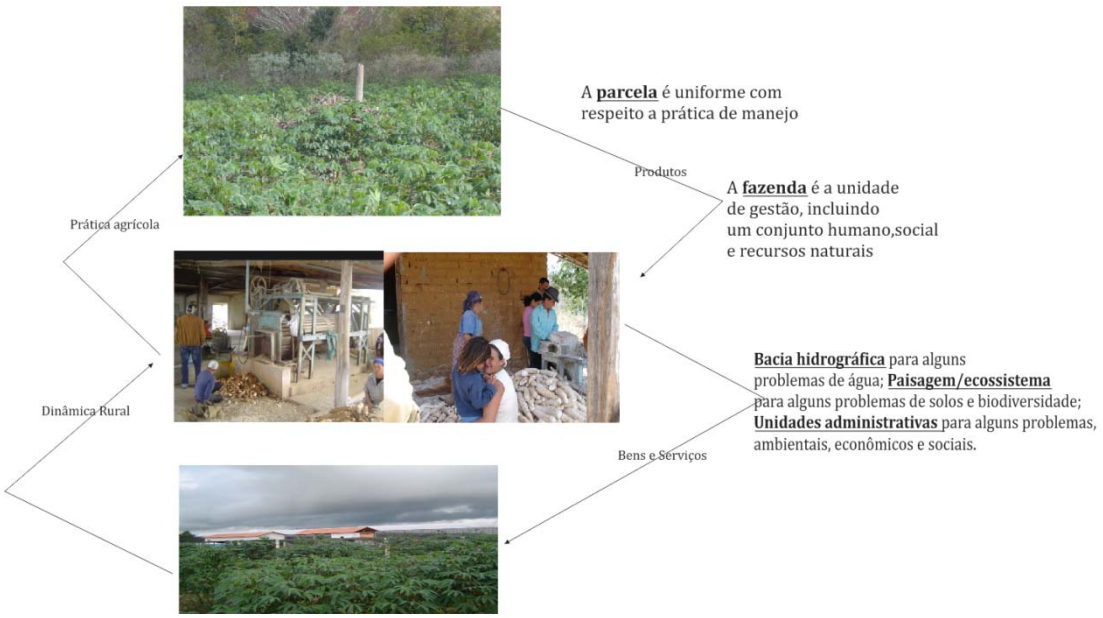
Fonte. Elaboração própria adaptada de Sauvenier et al., (2006).

7.1.2 Os indicadores de Sustentabilidade para a AAE

Um dos maiores problemas quando se usam indicadores em AAE é conseguir fazer com que estes indicadores reflitam os objetivos da AAE e não percam contexto. Isto ocorre frequentemente com indicadores pré-definidos. A solução encontrada pelo autor da tese foi fazer coincidir quase todos os critérios do marco metodológico SAFE com os objetivos AAE, mantendo-se quase integralmente as ligações dos indicadores com o marco metodológico e com a AAE. Um outro problema que os autor deste trabalho encontrou foi a sua adequação às escalas apropriadas. Para sistemas agrícolas, mais do que para qualquer outro sistema,

determinar as escalas corretas dos indicadores revelou-se essencial. As escalas do método SAFE contemplam o ecossistema, a região geográfica, a propriedade agrícola e a parcela. Muitos dos indicadores atuam simultaneamente em várias escalas, outros, entretanto, atuam apenas em escalas específicas. O modelo de indicadores usados considerou ainda como diferentes, a escala e a expressão da escala. As escalas do sistema SAFE, adaptadas para a cadeia produtiva da mandioca são mostradas na figura 157.

Figura 157. Escalas de aplicação da ferramenta SAFE (Sauvenier et al., 2005).



Fonte. Adaptação própria para a mandioca a partir de (Sauvenier et al., 2005).

7.1.3 Indicadores de Sustentabilidade Agrícola como Ferramenta para a Tomada de Decisão.

Para Mccluskey & João (2011), o principal objetivo do processo de AAE, é ajudar os tomadores de decisão a integrar ambiente e sustentabilidade dentro dos Planos, Políticas e Programas (PPP), o que reforça o uso dos indicadores de sustentabilidade como ferramenta para a tomada de decisão e o seguimento. Hák et al. (2007), definem indicadores de sustentabilidade como informações direcionadas, compreensíveis, podendo ser representadas em escalas e que ajudam a definir qual é a política relevante e aceitável para a sociedade, auxiliando as pessoas com responsabilidades a decidir o que fazer. Estes indicadores deverão conter alertas que reflitam diretamente mudanças nas áreas de interesse da sociedade e que podem ser comunicadas facilmente. Dentro deste ponto de vista a elaboração dos indicadores

de sustentabilidade realizadas neste trabalho, dentro da AAE setorial para sistemas agrícolas, representadas neste capítulo pela cadeia produtiva da mandioca na microrregião semiárida do sudoeste da Bahia teve a participação direta dos agentes decisores que não somente escolheram como também excluíram muitos dos indicadores sob o argumento de que não se aplicavam bem ao contexto daquela microrregião. Esta forma de participação ajuda a resolver uma questão chave: muitos dos indicadores elaborados em diversos trabalhos não são efetivados por falta de um real envolvimento dos decisores no contexto apropriado, com consequências graves em todo o plano estratégico. Com a participação direta destes agentes a efetivação dos indicadores se torna mais fácil. Esta forma de participação pública na elaboração de indicadores de sustentabilidade, encontra concordância com a revisão de 12 estudos ambientais realizada pela National Reserach Council (2008), mostrando que os indicadores de qualidade, legitimidade e capacidade foram garantidos pela participação pública. Esta entidade também cita uma investigação sobre eficácia ambiental envolvendo 20 estuários do programa "National Estuary Program", neste estudo avaliou-se que os indicadores provenientes da participação pública estavam entre os mais fortes indicadores de predição de benefícios para a bacia hidrográfica em questão.

7. 1.4 Considerações

Na formulação dos indicadores deste trabalho, levou-se em consideração uma lista de sete pré-requisitos apresentados por Sauvenier et al. (2006) para o sistema agrícola, dentro do Marco SAFE:

1. Sensibilidade às mudanças espaciais/temporais: Os indicadores devem ser sensíveis às mudanças espaciais/temporais produzidos no sistema agrícola, devido à influência de fatores externos ou mudanças no manejo do sistema. As medições devem poder se repetir através do tempo;

2. Base analítica sólida: Os indicadores devem estar bem fundamentados em termos técnico e analíticos-científicos

3. Mensurabilidade: Os valores dos indicadores devem ser mensuráveis (ou ao menos observáveis). Seu uso deve estar justificado referente ao custo e tempo de obtenção. Ademais, eles devem poder ser analisados em conjunto com outros indicadores;

4. Transparência: A metodologia para a coleta e processamento dos dados, assim como para a construção dos indicadores, deve ser clara, transparente e padronizada. A compreensão dos indicadores tem que ser fácil, clara, simples e inequívoca;

5. Relevância política. Os indicadores devem poder avaliar efeitos de medidas políticas, além de identificar áreas críticas que demandam atuação política. Em geral devem ser relevantes para a tomada de decisões políticas.

6. Possibilidade de transferência: O indicador deve apresentar o mesmo significado quando é aplicado a diversas situações, independentemente do modo de produção ou das práticas agrícolas que se adotem;

7. Relevância para a sustentabilidade do sistema em questão: Os indicadores devem ser relevantes para a dimensão da sustentabilidade a que estão relacionados, em função do agro-ecossistema analisado.

Além destes pré-requisitos, o autor desta pesquisa sugere as seguintes adições para a construção de indicadores AAE, aplicados à sistemas agrícolas e usados neste trabalho:

1. Análise multicritério dos indicadores;

2. Análise de vulnerabilidade dos impactos ambientais considerados;

3. Seleção dos especialistas a consultar de acordo não somente com a sua especialidade nos temas de abordagem, mas, sobretudo em relação ao conhecimento de contexto. As escolhas dos indicadores corretos num sistema agrícola devem ser feito com conhecimento do modo de vida dos agricultores da localidade de ação, assim como o conhecimento das suas formas históricas de produção e cultura. Caso contrário pode-se incorrer no erro bastante comum de usar elaborações gerais para contextos distintos. Outras vezes os indicadores podem estar corretos, mas desconectados da vida cultural e do sistema de produção, não tendo significados concretos para a vida local.

4. Uso adequado do marco metodológico adaptado aos sistemas agrícolas. A escolha errada do marco metodológico gera inúmeros problemas de perda de contexto, escalas inapropriadas e desconexão com objetivos;

5. Manter compatibilidade entre os critérios do marco metodológico e os objetivos AAE, para que os indicadores mantenham o contexto tanto com o marco como com os objetivos AAE. No presente trabalho, se fez coincidir os critérios do marco SAFE com os objetivos AAE.

6. Recomenda-se para sistemas agrícolas evitar ou minimizar o uso de indicadores pré-definidos. Os impactos de um determinado contexto devem ser definidos amplamente através

da participação pública e dos principais interessados: os agricultores e a elaboração dos indicadores deve se iniciar a partir destes impactos selecionados. Pode-se dizer que *o contexto agrícola escolhe os indicadores e não vice-versa.*

7.2 ANÁLISE DE VULNERABILIDADE

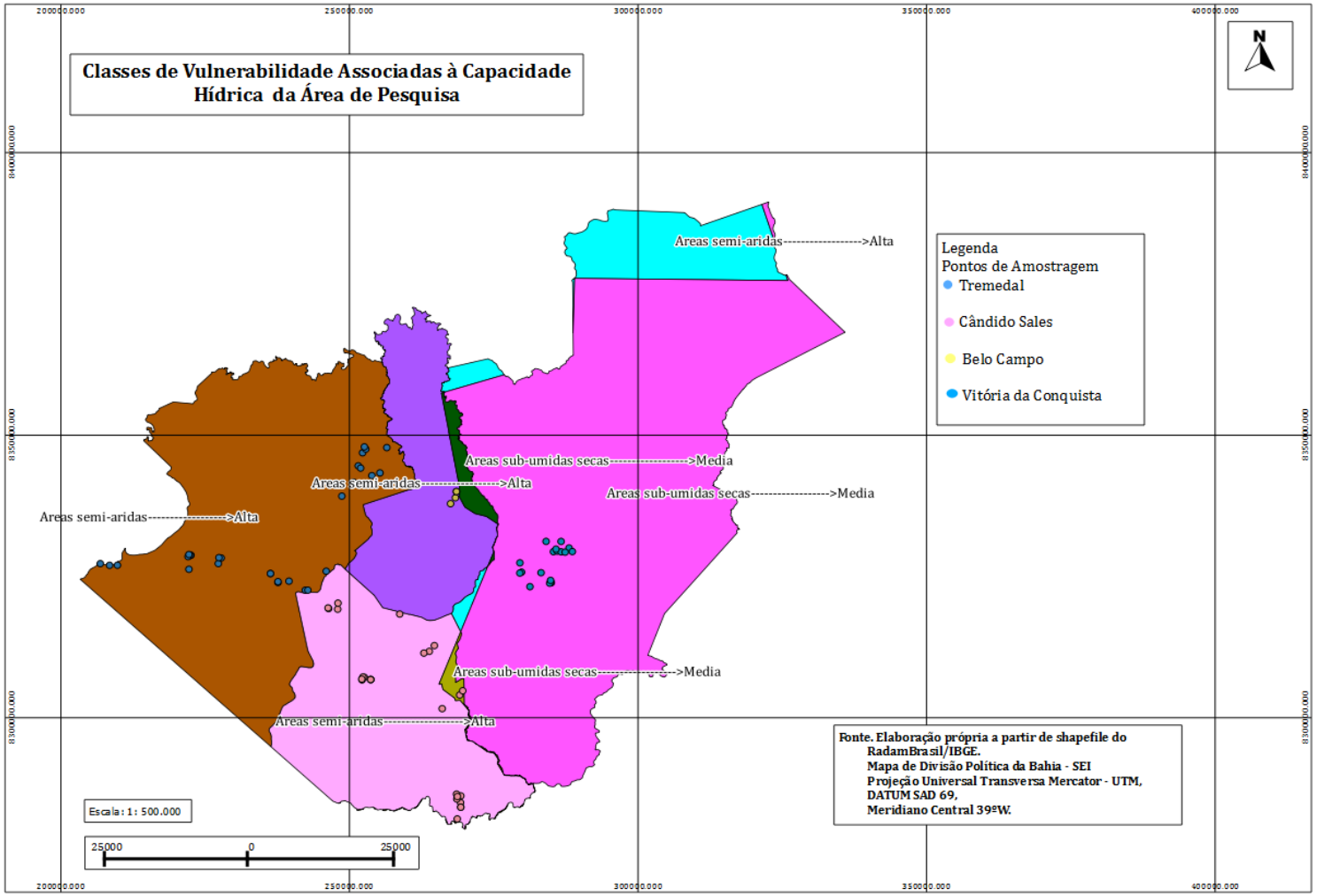
A análise de vulnerabilidade discutida nesta seção foi realizada dentro do ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), através de mapas específicos. A justificativa desta forma de apresentação decorre da necessidade de se atender aos objetivos de clareza e facilidade de compreensão da Avaliação Ambiental Estratégica, reduzindo a complexidade dos dados a uma simplificação entendível, uma vez que os tomadores de decisão terão que se decidir fundamentado em conhecimentos que possam ser visualizados e compreendidos por agricultores, especialistas, diretoria da Coopasub e autoridades públicas, responsáveis pelo ato de decidir. Esta análise é quantitativa a partir de dados SIG dos impactos ambientais ocorrentes na área da pesquisa convergindo para a elaboração de diversos mapas, juntamente com as classes de vulnerabilidade. Seguiu-se a metodologia ecodinâmica de Tricart (1977) que propôs uma classificação ecodinâmica dos meios ambientes para identificar as modificações desencadeadas pelas intervenções sobre o ecossistema ou geossistema, no que diz respeito às condições de estabilidade ou instabilidade, geradas pela ação da morfogênese e/ou pedogênese e também usou-se a classificação de vulnerabilidade adaptado de Ross & Rosa (1999) e Ross (1996).

7.2.1 Capacidade Hídrica

Pela observação do autor desta tese, em contato com os agricultores da área de estudo, não há clareza sobres as reais causas da degradação dos solos e da diminuição da produtividade agrícola. Estas observações estão em concordância com Lima (2012) que afirma que "os agricultores de áreas comuns a esta tese, associam a queda da capacidade produtiva dos seus solos às mudanças no ritmo pluviométrico, afirmando que "hoje chove bem menos do que chovia antes". Não associam a queda da produtividade agrícola ao depauperamento de seus solos e nem mesmo a mudança do seu regime hídrico que se caracteriza por maior deficiência hídrica, mesmo em condições pluviométricas iguais as anteriores". É certo que os índices pluviométricos são desfavoráveis e a precipitação, assim

como a seca são concentrados em determinados meses dos anos, conforme apresentado no estudo pluviométrico desta tese. Para esta seção, no entanto, a capacidade hídrica é abordada a partir da localização e classificação destas áreas em semiáridas e subsumidas e na sua relação de vulnerabilidade com a degradação física dos solos. A abordagem desta seção se completará no tópico “análise de risco”, quando se relacionará estas classes de vulnerabilidade com os índices de carbono orgânico da área para se obter uma classificação do risco quanto à junção da capacidade hídrica com os teores de carbono orgânico. O mapa de vulnerabilidade da capacidade hídrica é apresentada na figura 158.

Figura 158. Classes de Vulnerabilidade Associadas à Capacidade Hídrica da Área de Pesquisa.



Fonte: Elaboração própria a partir de shapefile do RadamBrasil com o uso do software QuantumGis 1.80.

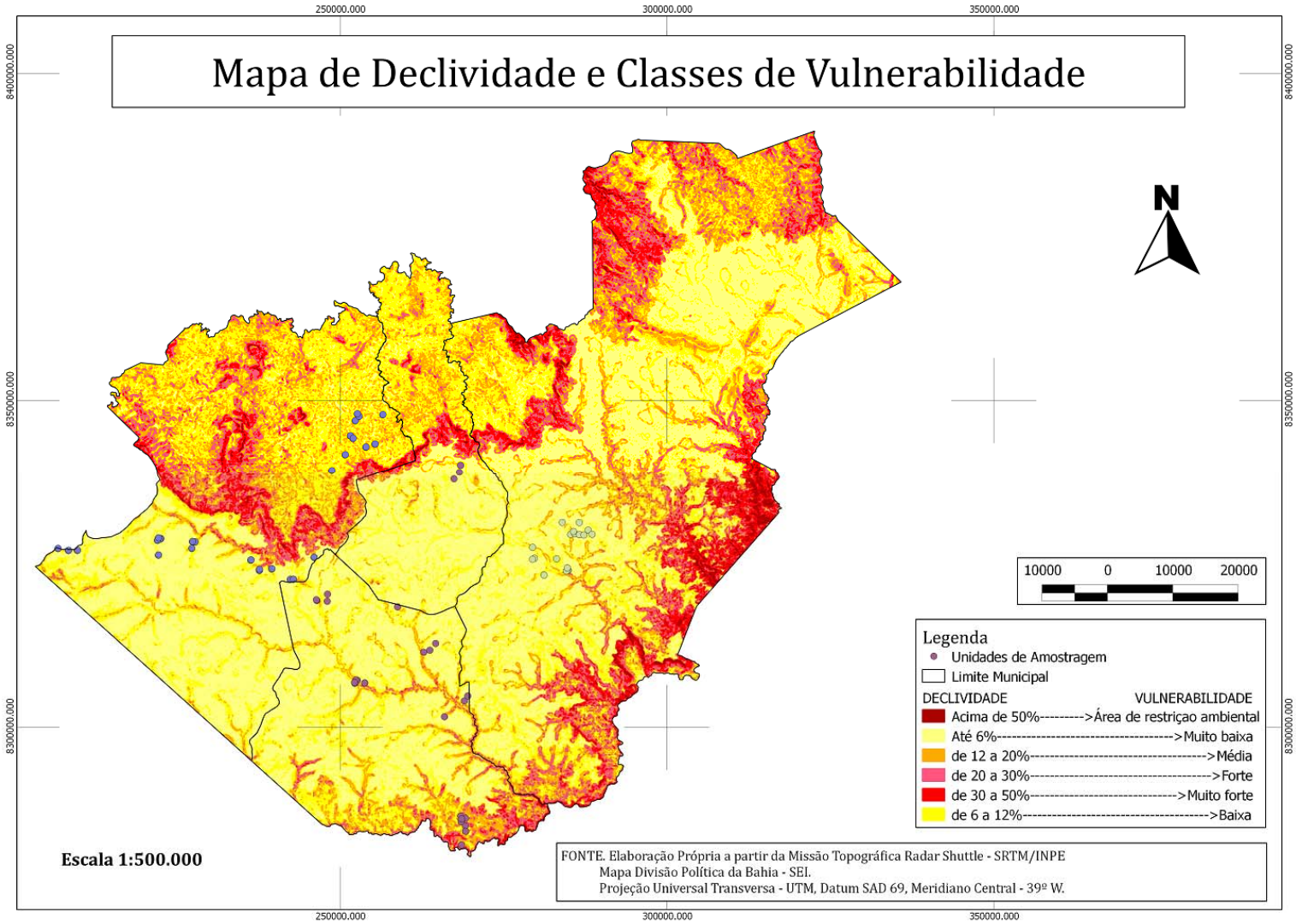
De acordo com a figura 158, a maior parte das propriedades amostradas nesta tese estão localizadas em áreas semiáridas, com uma classificação de vulnerabilidade alta. As áreas subsumidas estão localizadas na maior parte, em Vitória da Conquista (cor violeta) tendo vulnerabilidade média. Estes dados apresentados estão compatíveis com Nobre (2011) que nos seus estudos sobre o semiárido brasileiro afirma que o aumento de temperatura nestas áreas tem o efeito de diminuir a umidade do solo através da evaporação direta e pelo aumento da evapotranspiração das plantas. Para este autor este cenário é francamente desfavorável à agricultura de sequeiro, como a mandioca, que tende a se tornar cada vez mais inviável diante do estado futuro de aquecimento global. Os dados também apresentam concordância com Oliveira (2012), que nos seus estudos sobre a mesma região, embora com outras finalidades que não a da presente pesquisa, considera esta área "ressecada", e acrescenta que a região possui deficiência hídrica no solo decorrente de seis meses de seca que ocorre normalmente de maio a outubro. Deve-se entretanto, acrescentar a esta observação deste autor, que a deficiência hídrica, conforme os estudos de evapotranspiração realizados nesta tese demonstram, se mantém também em parte dos meses da estação chuvosa devido à intensa evapotranspiração. Oliveira acrescenta que os estudos sobre a capacidade hídrica, feitos pelos órgãos estaduais**,** ainda refletem os trabalhos do projeto RadamBrasil (1981), utilizados também por Oliveira nos seus trabalhos de investigação e pelo autor desta tese como base para a elaboração do mapa da figura 158.

7.2.2 Declividade

A erosão não foi considerada nesta tese como um problema ambiental importante. Os dados pluviométricos, eólicos, da análise dos perfis de solo, (mostrando que a fração argila possui alta estabilidade), a classe de solos e as classes de declividade convergiram para indicar que efetivamente a erosão não é um problema importante nestes locais. Entretanto, isto não significa que não há erosão em pontos específicos da área. Nos trabalhos de campo, o autor desta tese encontrou áreas com sinais claros de erosão hídrica, mas sempre de forma pontual. Quanto à erosão eólica, como se verá em seções mais adiante, foi demonstrado, pelos cálculos de velocidade de ventos realizados a 1 m da superfície do solo, que as velocidades não eram suficientes para iniciar o processo de erosão eólica, aportando ao conhecimento científico, o primeiro dado concreto para uma eventual tomada de decisão. Na revisão de literatura sobre os trabalhos realizados nesta área, verificou-se que as referências a ocorrência

de erosão não eram apoiadas por investigações de campo, abrindo-se portanto, divergências com alguns destes autores. A escassez de cobertura vegetal nas áreas de plantio de mandioca, aliado a ausência de consorciação de culturas e de cobertura morta vegetal entre as linhas de plantio, influem decisivamente na disponibilidade hídrica dos solos, conforme o estudo pluviométrico da área demonstrou. O mapa de declividade da área de pesquisa com a localização dos pontos de amostragem é apresentado na figura 159.

Figura 159. Mapa de Declividade e Classes de Vulnerabilidade.



Fonte: Elaboração própria a partir de arquivos SRTM/INPE, com o uso do software SIG Quantum Gis 1.8.0

As propriedades agrícolas mostradas na figura 159 localizam-se na maior parte em áreas de declividade até 6% (amarelo mais claro), e em algumas áreas ao norte de Tremedal (amarelo mais escuro), e na extremidade de Cândido Sales, em locais com declividade de 6 a 12%, situando-se, portanto, entre as classes de vulnerabilidade muito baixa e baixa. Maia (2005), referindo-se ao município de Vitória da Conquista, diz que:

> "Existe, no município, uma concentração das chuvas, em torno de 50%, nos meses de novembro, dezembro e janeiro e um período de seca nos meses de junho, julho e agosto, comprovando um regime anual concentrado e, consequentemente, uma maior capacidade de erosão e transporte de sedimentos no período chuvoso. A irregularidade na distribuição das chuvas e seu caráter torrencial são as características climáticas de maior relevância na vulnerabilidade ambiental. As chuvas torrenciais, aliadas a falta de proteção do solo como ocorre, principalmente, nas áreas semiáridas produzem grande volume de escoamento superficial, provocando fenômenos de erosão laminar acelerada, às vezes chegando a ser severa, principalmente nas áreas acidentadas e desmatadas. Com isso, percebe-se que mesmo nas áreas de baixo índice pluviométrico, o poder erosivo das chuvas é potencializado pelo seu caráter concentrado e pela pouca proteção dos solos" (Maia , 2005).

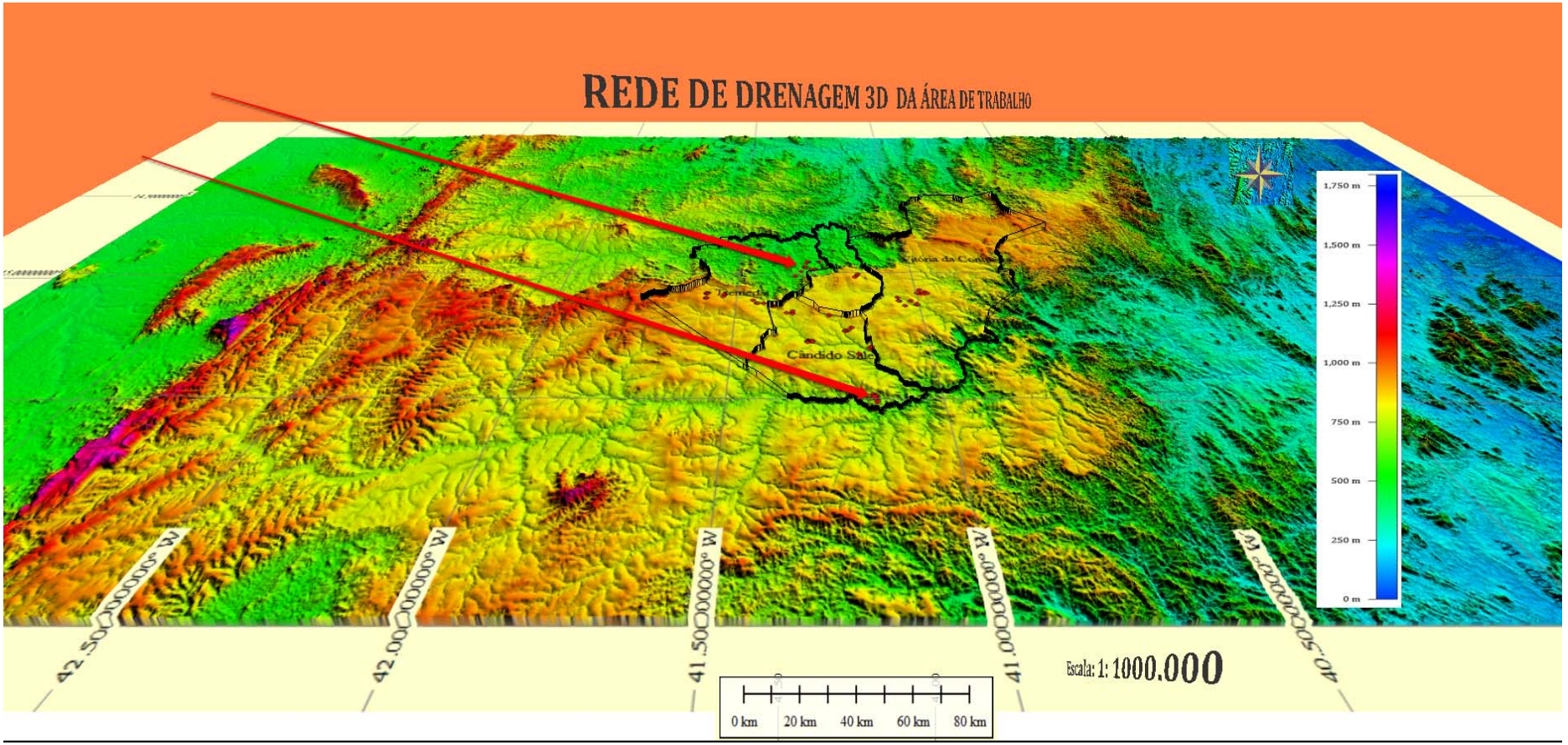
Existe sim, em Vitória da Conquista (área pesquisada por esta autora) diversos cenários de declividade que são exemplificados na figura 159. Além do mais os solos predominantes nesta área são os latossolos amarelos com a fração argila muito estável ao intemperismo e com drenagem satisfatória. Do ponto de vista da tomada de decisão é necessário que se leve em consideração os diversos fatores existentes no contexto destas áreas para que um diagnóstico correto e hierarquizado seja obtido, devido ao forte direcionamento que as políticas públicas podem assumir. Esta autora também afirma que:

> "A drenagem nesta unidade é muito densa, em padrão dendrítico, mas composta de pequenos cursos de água, em sua maioria intermitentes, dirigidos para o rio Pardo. Os vales são profundos, em forma de "V" e com fundo chato, colmatados pelo material das encostas. A declividade acentuada, juntamente com o uso intenso do solo, tem provocado o aparecimento de erosão em sulcos e voçorocas, bem como movimentos de massa em alguns pontos isolados. Predomina nesse Geossistema o modelado de dissecação, com gradientes de declividade bastante significativos, proporcionando maior energia na atuação dos processos morfogenéticos". (Maia, 2005).

O que se pode argumentar é que estas situações descritas podem estar ocorrendo de forma pontual e esparsa ou em locais aonde a agricultura não é praticada e aonde efetivamente estas declividades sejam um problema. Maia (2005) ainda acrescenta que no "no município de Vitória da Conquista, os Argissolos estão associados às áreas com declividade que varia de

12% a mais de 30%, ou seja, em áreas caracterizadas pela ocorrência de relevo ondulado e até montanhoso". O mapa 3D da área de estudo, apresentado na figura 160, dirime estas questões.

Figura 160. Representação 3 D da rede de drenagem da área de trabalho.



Fonte: Elaboração própria a partir do Mapa de Divisão Política, BA-SEI e da Missão Topográfica Radar Shuttle - SRTM/INPE, folhas SD-23-Z.B; SD-23 –Z.D; SD-24-Y.A; SD-24-Y.B; SD-24-Y.C; SD-24-Y.D, com o uso do software SIG GlobalMapper 13.0.

A observação da figura 160 mostra que apenas as propriedades agrícolas indicadas pelas setas têm declividade mais acentuada. Estes pontos de amostragem se localizam, quando comparados com a barra vertical da escala de altitudes à direita da figura, na fronteira entre as cores amarelas e verdes, significando mudanças abruptas de altitudes e de declividade. O padrão dendrítico observado por Maia, comparado também com a barra de altitudes, ocorre nas áreas com mesclagem de cores aonde numa sequência contínua, a cor amarela se alterna com a verde e logo em seguida retorna ao amarelo.

7.2.3 Mapa de Solos

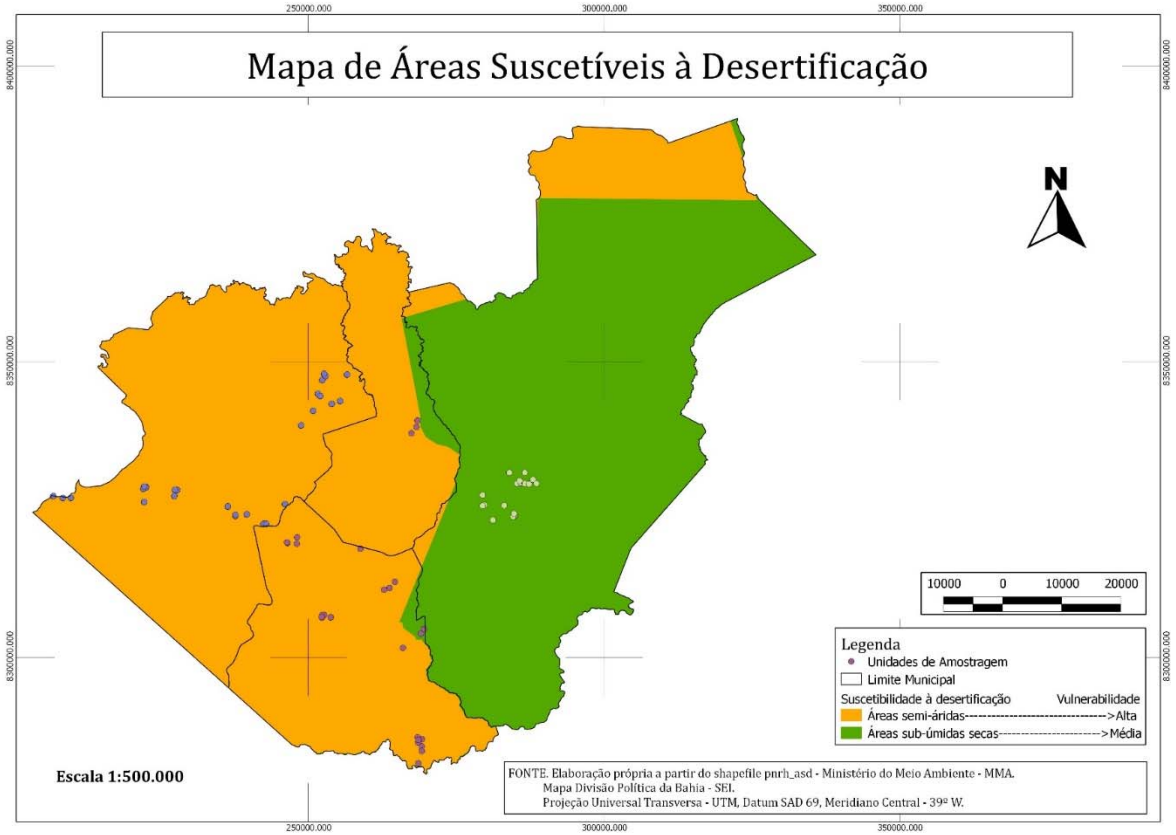
O mapa de solo e as classes de vulnerabilidade estão discutidos de uma forma mais apropriada em "*Resultados e Discussão*", seção "*perfis de solos*". Entretanto, pontua-se que a maior parte dos solos da área de pesquisa corresponde ao Latossolo amarelo distrófico com classe de vulnerabilidade fraca e onde estão localizadas a maior quantidade de propriedades agrícolas amostradas, seguido do Latossolo vermelho eutrófico correspondente aos pontos de amostragem mais ao norte de Tremedal.

7.2.4 Mapa de Desertificação

A desertificação é tratada tangencialmente nesta seção, uma vez que os perfis de solos realizados nesta tese, demonstraram que os solos da área de pesquisa não estão em processo de desertificação, desde que em nenhum dos perfis houve diminuição da fração argila. Estes resultados concordam com Li et al. (2006) que sublinha que a ocorrência deste impacto implica uma diminuição da matéria orgânica com o consequente desenvolvimento da desertificação, resultando numa diminuição da fração argila durante este processo. Os perfis da área de pesquisa mostraram que ocorre aumento da fração argila ao longo das camadas de solo. Embora Lima (2012), pontue que o Estado da Bahia é o que apresenta a maior área sujeita à desertificação no Nordeste brasileiro, sendo objeto de um plano estadual denominado Programa Estadual de Combate à Desertificação que abrange no território cerca de 490 mil quilômetros quadrados, com o objetivo de desenvolver ações de combate à desertificação e mitigação dos efeitos das secas, não há na área de trabalho indícios de processos iminentes de desertificação. O risco, conquanto, existe na medida em que os fatores pluviométricos aliados aos baixos teores de matéria orgânica e carbono orgânico aumentem e intensifiquem a

degradação. Estes aspectos referentes aos riscos da desertificação serão analisados na seção "Análise de Riscos". O mapa com as classificações da vulnerabilidade quanto à desertificação é apresentado na figura 161.

Figura 161. Mapa de Áreas Suscetíveis à Desertificação.



Fonte: Elaboração própria a partir de shapefile do MMA, com o software SIG,QuantumGis, 1.8.0.

O mapa da figura 161, basicamente o mesmo da figura 158, mas com objetivos diferentes, mostra que a maior parte dos pontos amostrados situam-se em áreas de vulnerabilidade alta à desertificação. Os dados da pesquisa desta tese, apresentada na seção "perfis de solos", concordam com os diferentes autores dos shapefiles utilizados na elaboração dos mapas: 1. Shapefiles RadamBrasil/IBGE (figura 158) e MMA (figura 159), demonstrando que os latossolos desta área não estão em processos diretos de desertificação. A tese indica que o monitoramento da desertificação pode ser feito com eficiência pelas ferramentas do Sistema de Informação Geográfica (SIG). Esta sugestão encontra suporte em Dos Santos (2011) que recomenda esta ferramenta para o monitoramento das mudanças de cobertura e uso do solo, argumentando que "no caso de regiões semiáridas, as condições do

clima, da vegetação e da degradação da paisagem, as imagens de satélites têm importante influência na resposta espectro-textural da cobertura e uso do solo, quando observados em dados sensoriados".

7.2.5 Mapa de Queimadas

O mapa de queimadas e a discussão sobre os efeitos dos mesmos estão na seção "*A situação passada e atual do ambiente na área de estudo e a sua futura tendência sem a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE)*", da metodologia adotada. Nesta seção se apresentou a tabela abaixo com o número de focos de queimadas evolucionadas no período entre 2000-02 à 2001-02 comparados com 2012-02 à 2013-02. A variação existente em %, mostrados na tabela 77, entre estes dois períodos comparados, indica a alta vulnerabilidade destas áreas ao elevado número de focos de queimadas.

Tabela 77. Variação percentual do número de focos de queimadas entre os períodos de 2000-02 à 2001-02 e 2012-02 à 2013-02.

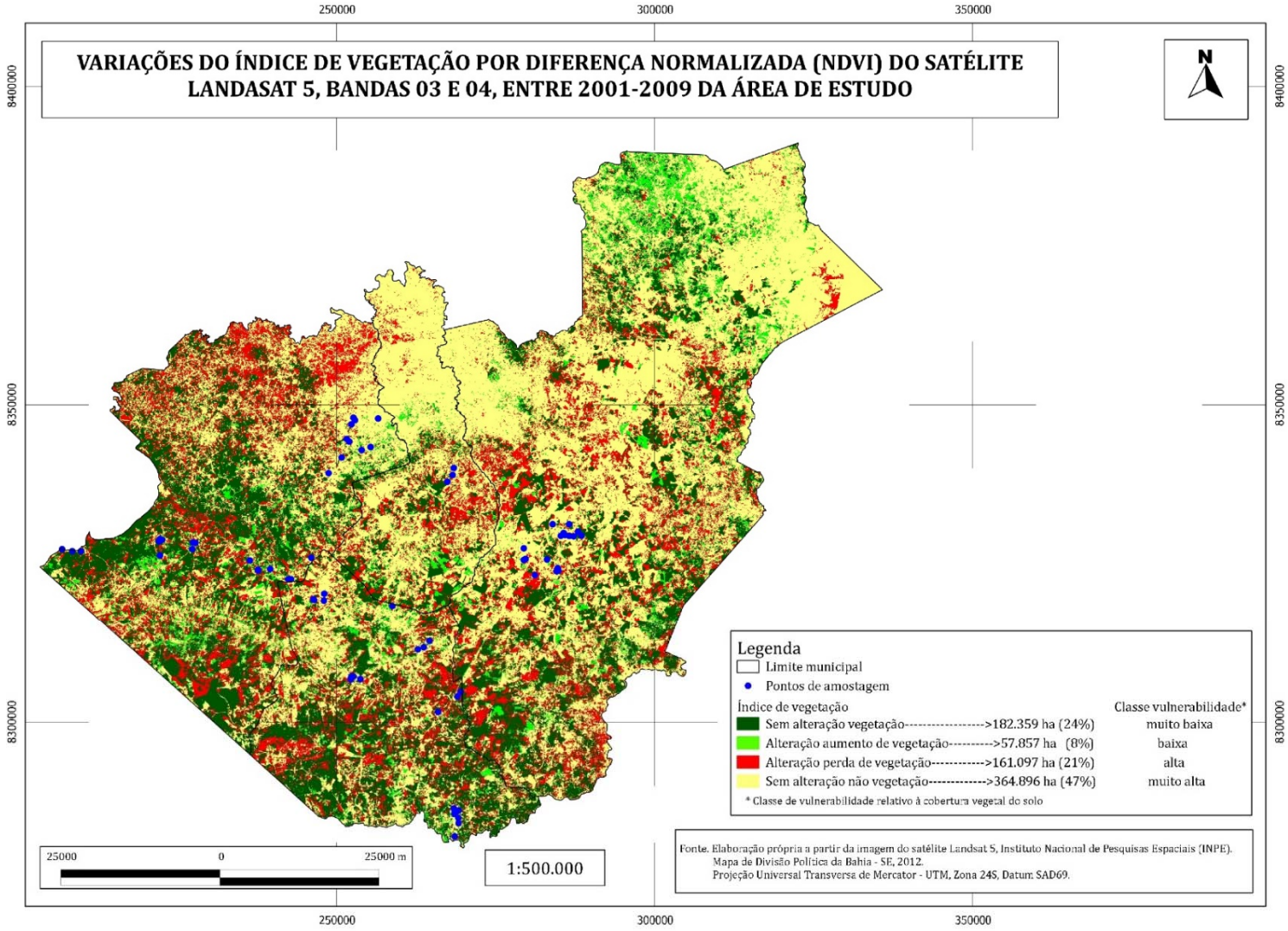
NÚMERO DE FOCOS DE QUEIMADAS			
LOCALIDADES	2000-02 à 2001-02	2012-02 à 2013-02	Variação (%)
Belo Campo	6	132	2100%
Cândido Sales	16	330	1962,5%
Tremedal	20	458	2190%
Vitória da Conquista	38	458	1105%

Fonte: Elaboração própria.

Embora os efeitos da queimada tenham sido discutidos na seção "*análise de risco*", adiciona-se, entretanto, a observação de Six et al., (2004) de que as queimadas, além de ocasionar redução da matéria orgânica do solo pela diminuição da estabilidade de agregados, com influência negativa na qualidade física do solo, afeta também a sobrevivência dos nematóides do solos, considerados por estes autores como organismos que têm uma função decisiva na formação de macros e microagregados.

7.2.6 Mapa de Variações do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) do satélite Landsat 5, bandas 3 e 4, entre 2001-2009 da área de estudo

Figura 162. Mapa de Variações do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) do satélite Landsat 5, bandas 3 e 4, entre 2001-2009 da área de estudo.



Fonte: Elaboração própria a partir de imagem do satélite Landsat 5.

Conforme pode ser observado na figura 162, o uso do NDVI compreendeu um período de observação entre 2001 e 2009. Neste período as ocorrências incidentes sobre a vegetação foram medidas. Em amarelo, , tem-se a área comum entre 2001 e 2009 sem vegetação, correspondente a 47% da área total. Em vermelho, , tem-se a perda irreversível da vegetação existente e que não se regenerou no período compreendido de 8 anos, correspondente a 21% da área total. Em verde claro, , tem-se o aumento de vegetação que houve entre 2001 e 2009 (por plantios, regeneração de bosques, etc.), correspondendo a um incremento de 8% na área total. Em verde escuro, ,tem-se a vegetação conservada entre os dois períodos. Acrescente-se ainda que o perfil climático desta região, como os estudos pluviométricos desta seção específica demonstraram, são homogêneos e os meses do período das imagens do satélite entre os anos 2001 e 2009 foram os mesmos. Examinando a variação da vegetação podemos ver que houve um aumento na perda de vegetação não compensada pela entrada ou adição de vegetação. Caso este cenário apresentado pelo mapa NDVI se mantenha ao longo do tempo nesta região, pode-se projetar uma taxa real de desmatamento irreversível, sem regeneração, de 1.62% /ano (21%-8%/8[anos do período comparado]). Esta taxa é adicionada anualmente aos 47% da área sem vegetação (figura 162) configurando uma perspectiva extremamente grave de impacto ambiental. A figura 163 apresenta o cenário de desmatamento existente na região:

Figura 163. Cenários da área de pesquisa. Na imagem da seta, a indicação de área já desmatada para o plantio.



Fonte. Elaboração própria.

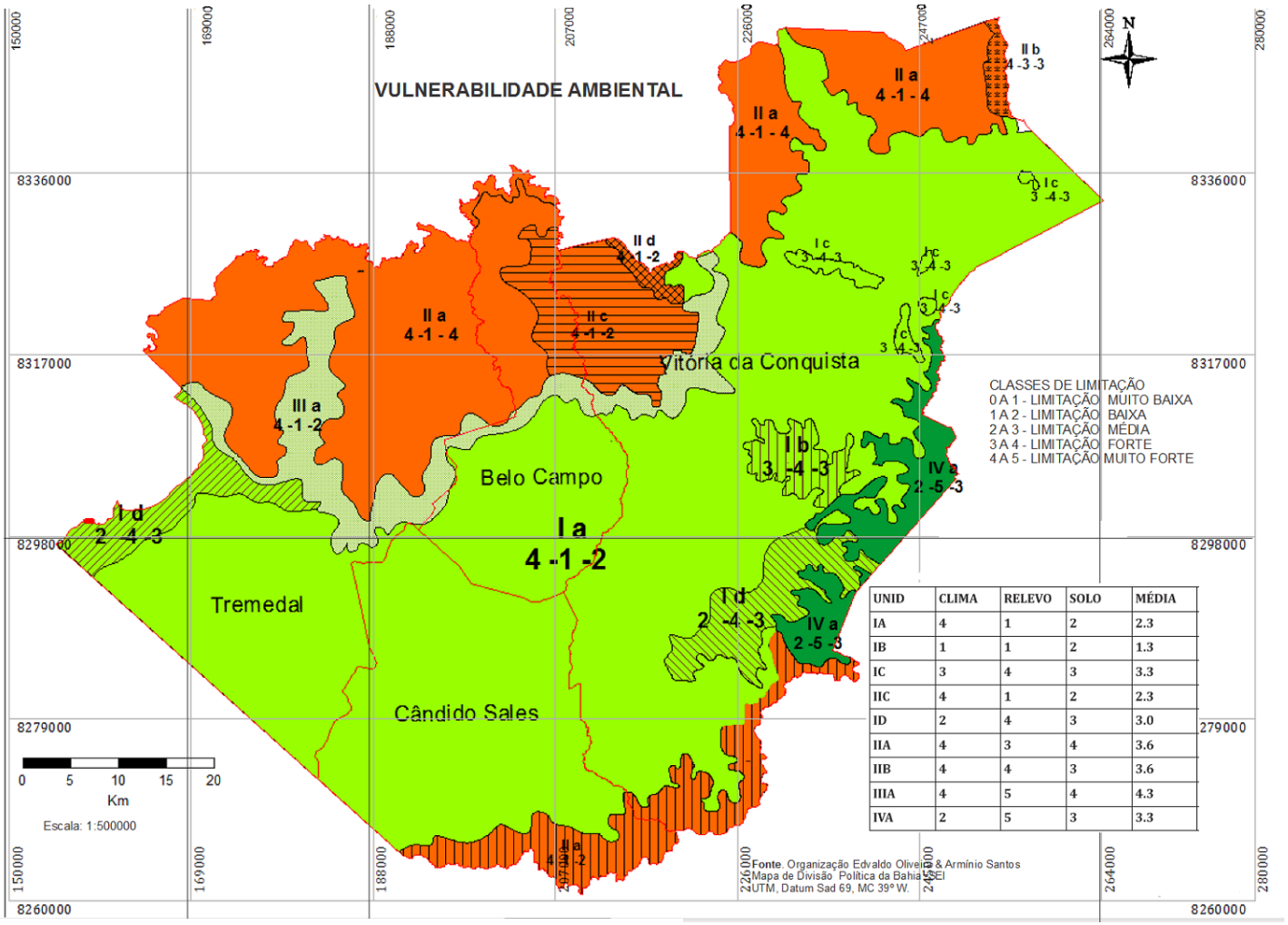
O mapa de Variações do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) é possivelmente a mais eficiente ferramenta para monitorar alterações de vegetação ocorrente em regiões semiáridas. Esta observação está de acordo com Barbosa et al., (2006) que na sua investigação de um período de 20 anos da vegetação de regiões semiáridas do nordeste do Brasil, concluiu que o monitoramento da vegetação realizada por satélites e a sua dinâmica de medições leva a uma melhor compreensão da variabilidade espaço-tempo nos ecossistemas tropicais do semiárido. Entretanto, o mapa NDVI suporta a hipótese de que a taxa de desmatamento real existente é a principal causa envolvida na alteração da disponibilidade hídrica desta região, uma vez que o desmatamento faz aumentar a área sem cobertura vegetal, o que ocasiona uma maior incidência de radiação solar e da temperatura, fazendo aumentar as taxas de evapotranspiração. Esta hipótese sugerida está em concordância com Oyama & Nobre (2004) que investigaram a região semiárida brasileira, através de simulações de impactos climáticos de larga escala e encontraram uma positiva correlação entre a diminuição da cobertura vegetal e uma correspondente diminuição na precipitação pluviométrica, via aumento do albedo. Estes mesmos autores em trabalho anterior, datado de 2003, concluíram que o bioma caatinga, aonde se insere parte da área da tese, no semiárido brasileiro, é uma das eco-paisagens mais vulneráveis às variabilidades e mudanças climáticas em todo o planeta. O desmatamento detectado pelo NDVI pode ser considerado como o principal impacto destas áreas, uma vez que é causa primária dos demais impactos que o sucedem. Considerou-se nesta tese que o NDVI é a ferramenta que mais volume de informações pode aportar a área de pesquisa: a. monitoramento de áreas sujeitas à desertificação (Hill et al.; 2008); b. determinação da biomassa (Brandão et al., 2007); c. estimativa do volume total de madeira de espécies botânicas (Berra et al.,2012); d. estudos de variabilidade climática de séries históricas, para medir a estabilidade ou instabilidade de um ecossistema (Oyama&Nobre, 2003); e. determinar a previsibilidade do ciclo de vegetação em regiões semiáridas (Mangiarott et al., 2012), dentre um enorme conjunto de possibilidades Para os objetivos da Avaliação Ambiental Estratégica, entretanto, o uso deste método para realizar predições de séries históricas, seja de desmatamento ou precipitações pluviométricas é considerada essencial. Nesta tese, por exemplo, o NDVI permitiu determinar a partir de um período de 8 anos, uma taxa de desmatamento, sem compensações, de 1.6% /ano, que no contexto da região, no qual se trabalha frequentemente com mapas estáticos ou dados que são ultrapassados pela dinâmica da realidade, pode ser usado como índice preditivo em políticas públicas para a tomada de decisão. Com a elaboração de mapas com séries históricas longas,

os fatores de predição podem ser aprimorados. Este uso do NDVI como ferramenta de predição encontra suporte em Nathalie (2005) que recomenda o seu uso como ferramenta de predição dos efeitos ecológicos da mudança ambiental em ecossistemas em funcionamento e dinâmica da população animal e distribuições, possibilitando que os pesquisadores compreendam melhor o impacto dos humanos sobre o meio ambiente.

7.2.7 Mapa agregado de Vulnerabilidade Ambiental

O mapa de vulnerabilidade ambiental é apresentado na figura 164.

Figura 164. Mapa de Vulnerabilidade Ambiental



UNID	CLIMA	RELEVO	SOLO	MÉDIA
IA	4	1	2	2.3
IB	1	1	2	1.3
IC	3	4	3	3.3
IIC	4	1	2	2.3
ID	2	4	3	3.0
IIA	4	3	4	3.6
IIB	4	4	3	3.6
IIIA	4	5	4	4.3
IVA	2	5	3	3.3

Fonte: Elaboração conjunta Edvaldo Oliveira & Armínio Santos.

Para o mapa agregado de vulnerabilidade ambiental procedeu-se de acordo com Maia (2005). Esta autora usou as limitações ao uso dos recursos naturais, de acordo com Tricart (1977). Maia trabalhou na área de Vitória da Conquista e delimitou os geossistemas em 13 unidades. Nas palavras da autora, "estes geossistemas se constituíram nos compartimentos maiores que em função das peculiaridades, comporta as unidades geoambientais. Estas foram analisadas de acordo com a ecodinâmica dos condicionantes naturais e das intervenções da sociedade nestes ambientes". As limitações ao uso dos recursos naturais nas unidades foram avaliadas a partir das características de Clima, Relevo e Solos. Foram atribuídos, de acordo com a metodologia proposta, valores de 1 (um) à 5 (cinco) para classificar o grau de limitação para cada unidade. Estes dados possibilitaram especializar as

áreas que apresentam maior e menor limitação quanto ao uso em relação a estes aspectos. Um quadro do resumo dos procedimentos desta autora estão apresentados na tabela 78.

Tabela 78. Limitação ao uso dos recursos naturais por unidade geoambiental.

Unidades Geoambientais	Grau de Limitação			Média
	Clima	Relevo	Solos	
Ia	2	5	3	3,3
Ib	2	4	3	3,0
Ic	4	4	4	4,0
IIa	4	1	2	2,3
IIb	4	2	2	2,7
IIc	4	2	2	2,3
IId	3	2	2	2,3
IIe	3	2	2	2,3
IIf	3	3	2	2,7
IIIa	4	3	4	3,7
IIIb	4	3	3	3,3
IIIc	4	5	4	4,3
IIId	4	5	4	4,3

Fonte. Maia (2005).

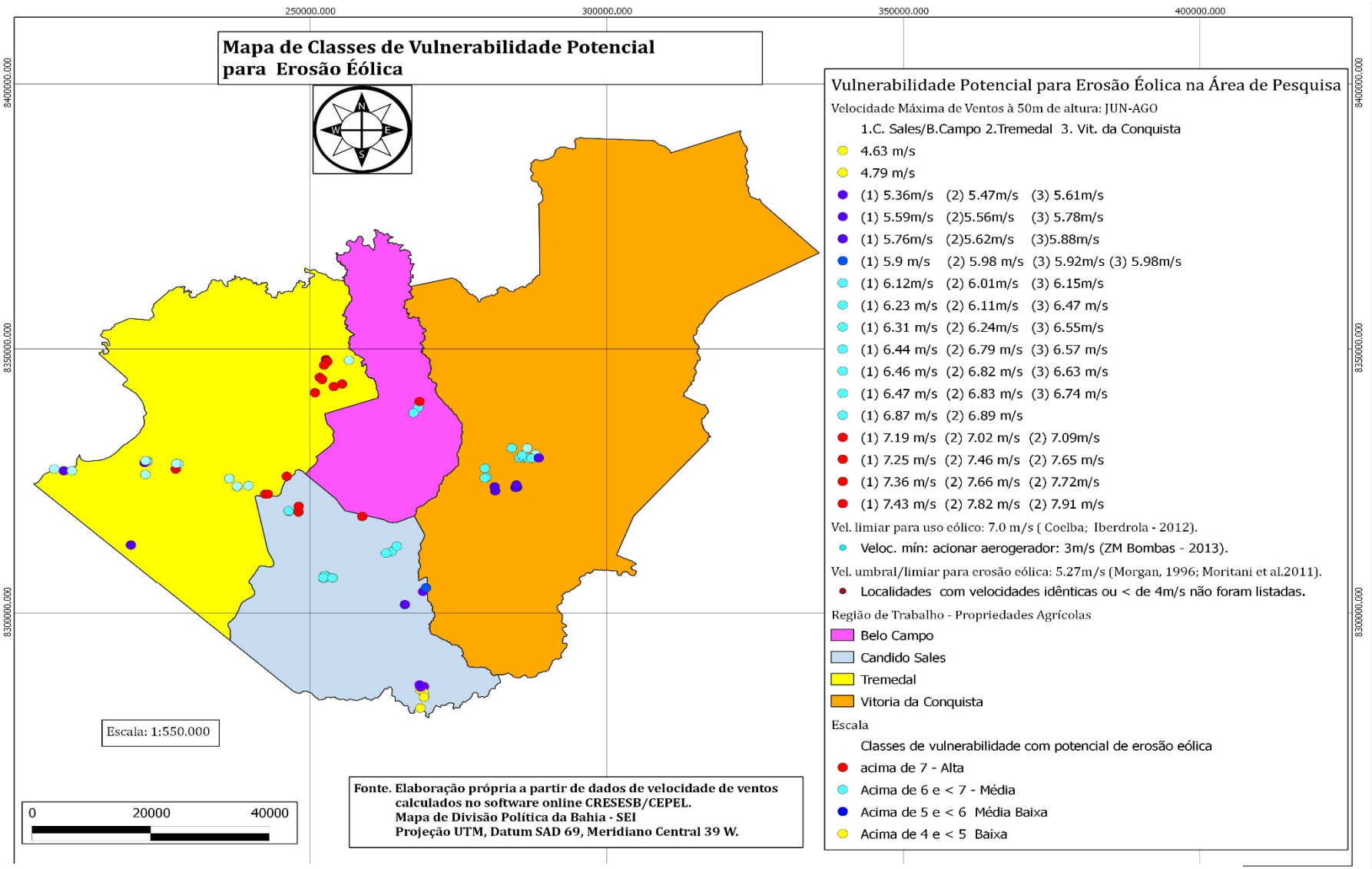
A comparação dos valores da tabela 78 com os valores do quadro do mapa da figura 164, embora mostre uma convergência dos métodos utilizados entre o autor desta tese e a investigadora, assume-se também uma discordância quanto aos valores de médias. A tabela 78, de Maia (2005) foi discutida com especialistas do Departamento de Geografia Física da Universidade Estadual Sudoeste da Bahia e diversos valores da tabela 78 foram reatualizados. Por conta desta reatualização, o mapa da figura 164 foi elaborado de forma conjunta entre o autor da tese e o diretor do Departamento de Geografia Física daquela instituição. Desta

forma as áreas IIA, considerada de limitação média para Maia (2005), assumiu para esta tese limitação muito forte, assim como também as áreas IIB, IIIA e IV A, esta última área não listada por Maia nas suas pesquisas.

7.2.8 Mapa de Vulnerabilidade Eólica

O mapa de vulnerabilidade eólica é apresentado na figura 165.

Figura 165. Mapa de Classes de Vulnerabilidade Potencial para erosão eólica



Fonte. Elaboração própria com o uso do software QuantumGis 1.8.0

A observação da figura 165 mostra que quase todas as propriedades amostradas tem velocidades acima da velocidade limiar de 5.27 m/s, suficientes para desencadear o processo de erosão eólica (Morgan,1996; Moritani et al., (2011). Entretanto, o mapa eólico de vulnerabilidade, da figura 165, indica apenas a intensidade de ventos, a 50 m de altura em cada uma das propriedades amostradas, capaz de movimentar potencialmente partículas do solo. A velocidade real de arraste de partículas, a 1 m do solo, é apresentado na seção "*análise de risco*". O período considerado junho-agosto foi escolhido por ser o período de maiores velocidades de ventos do ano (Cresesb & Cepel (2013). Para uso eólico com o objetivo de gerar energia elétrica através de turboélices, apenas as propriedades assinaladas com pontos vermelhos têm velocidades superiores a 7m/s (Coelba&Iberdrola,2012). Oito propriedades com velocidades acima de 7m/s estão localizadas em Tremedal e quatro em Cândido Sales. Todos os agricultores, entretanto, possuem velocidades mínimas de 3m/s suficientes para acionar aerogeradores (ZM Bombas,2013).

Cada agricultor teve a velocidade dos ventos da sua propriedade determinada. A determinação de velocidades de ventos a altura de 50m teve os objetivos de avaliação potencial sobre velocidades que poderiam desencadear o processo de erosão eólica, aproveitamento por parte do agricultor destas velocidades para uso eólico e finalmente a aplicação destas velocidades para cálculos, através de equações, visando a determinação das velocidades dos ventos a 1 m do solo, com vistas a elaboração do mapa de risco de erosão eólica. Para determinação das classes de vulnerabilidade usou-se a escala de Beuafort, especificamente os graus de intensidade potencialmente capazes de iniciar o processo de erosão eólica. Esta escala é apresentada na tabela 79.

Tabela 79. Escala de Beaufort.

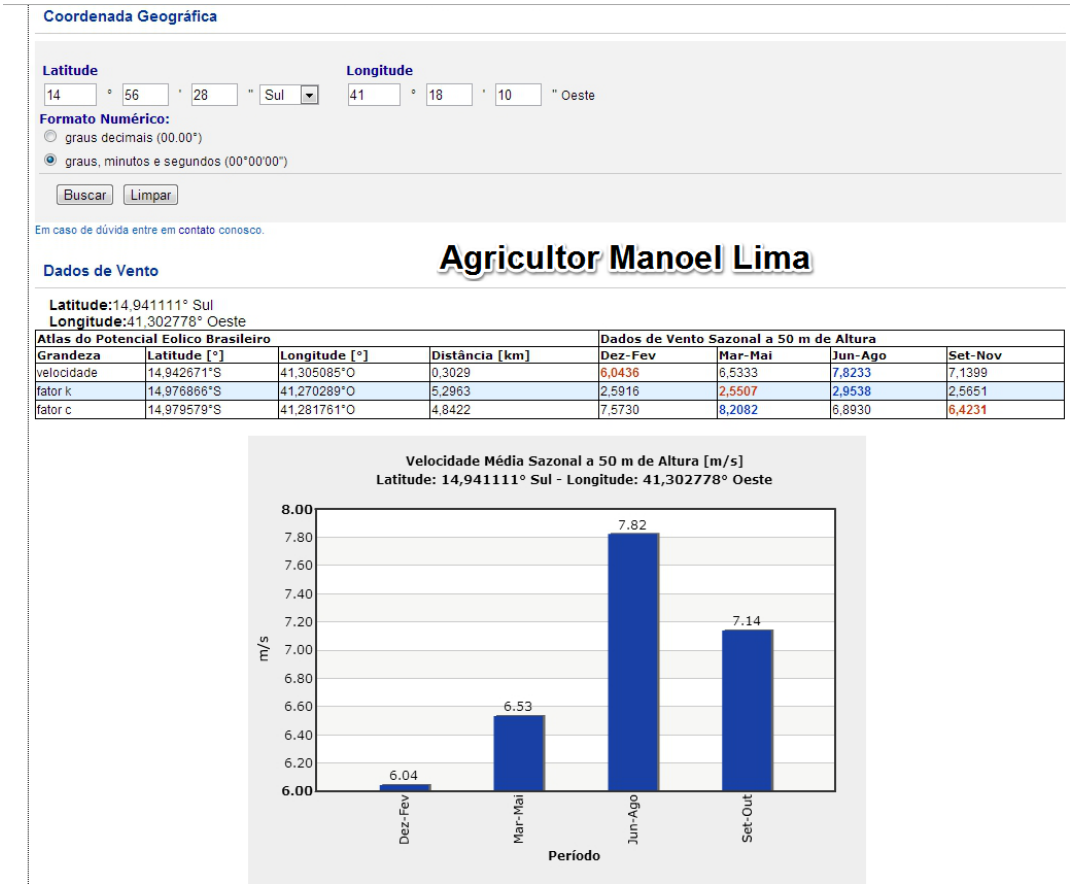
Graus de intensidade	Designação	m/s	Km/h	Efeitos em terra
0	Calmo	< 0,3	<1	Fumaça sobe na vertical
1	Aragem	0,3 a 1,5	1 a 5	Fumaça indica a direção do vento
2	Brisa leve	1,6 a 3,3	6 a 11	As folhas das árvores movem; os moinhos começam a trabalhar
3	Brisa fraca	3,4 a 5,4	12 a 19	As folhas agitam-se e as bandeiras desfraldam ao vento
4	Brisa moderada	5,5 a 7,9	20 a 28	Poeira e pequenos papéis levantados; movem-se os galhos das árvores
5	Brisa forte	8 a 10,7	29 a 38	Movimentação de grandes galhos e árvores pequenas
6	Vento fresco	10,8 a	39 a	Movem-se os ramos das árvores; dificuldade em

		13,8	49	manter um guarda-chuva aberto; assobio em fios de postes
7	Vento forte	13,9 a 17,1	50 a 61	Movem-se as árvores grandes dificuldade de andar contra o vento
8	Ventania	17,2 a 20,7	62 a 74	Quebram-se galhos de árvores; dificuldade de andar contra o vento
9	Ventania forte	20,8 a 24,4	75 a 88	Danos em árvores e em pequenas construções; impossível andar contra o vento
10	Tempestade	24,5 a 28,4	89 a 102	Árvores arrancadas; danos estruturais em construções
11	Tempestade violenta	28,5 a 32,6	103 a 117	Estragos generalizados em construções
12	Furacão	>32,7	>118	Estragos graves e generalizados em construções

Fonte. (Met Office ,2013).

A metodologia usada está de acordo com a Cresesb & Cepel (2013). As coordenadas da propriedade de cada agricultor foram inseridas em software específico da Cresesb & Cepel, gerando os cálculos e o gráfico apresentados na figura 166. Estes resultados foram representados no mapa da figura 165.

Figura 166. Cálculo das velocidades dos ventos, a partir de coordenadas geográficas do agricultor da Coopasub, Manoel Lima, de Tremedal.



Fonte: Cresesb & Cepel (2013).

Apenas as maiores velocidades, ocorrentes nos meses de junho-agosto foram selecionadas. Na elaboração do mapa, as velocidades menores do que 4m/s não foram listadas por não possuir potencial para iniciar o processo de erosão eólica e nem potencial de aproveitamento para uso eólico de energia. A classificação da vulnerabilidade foi feita de acordo com os graus de intensidade da escala de Beaufort e com as respectivas velocidades para cada grau desta escala. As classificações de vulnerabilidade quanto à ocorrência na área da pesquisa de intensidade de ventos, conforme a escala de Beaufort, capazes de desencadear o processo de erosão eólica variaram entre alta, média e média baixa. O cálculo do risco de erosão eólica, entretanto, será feito com as velocidades calculadas a 1 m do solo.

7.3 ANÁLISE DE RISCO

7.3.1 Mapa de Classes de Risco de desertificação

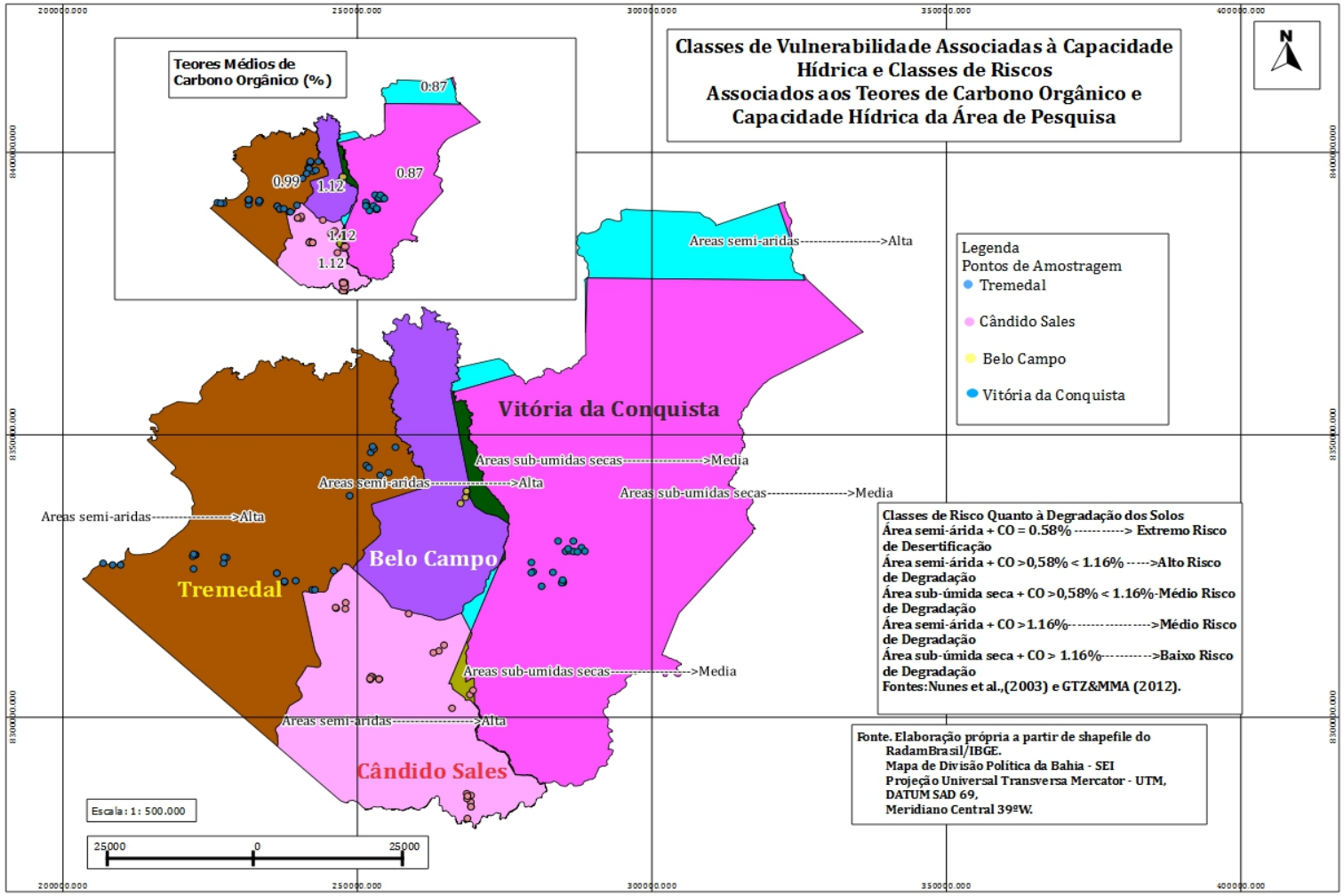
Os estudos agrícolas realizados nos municípios da microrregião sudoeste da Bahia têm negligenciado a questão da matéria orgânica e do carbono orgânico dos solos e as suas relações com a capacidade hídrica. Pode-se afirmar que qualquer solução recomendada para os problemas desta microrregião deve obrigatoriamente incluir as adições de carbono orgânico, em nível de políticas públicas, uma vez que dificilmente alguma solução para problemas identificados nesta tese, a exemplo de estudos pluviométricos, desmatamento, baixa produtividade agrícola, dentre outras questões, terá sustentabilidade sem a resolução deste problema crucial. Dentro deste contexto de insuficientes teores de carbono orgânico e capacidade hídrica, a planta mandioca, nesta região semiárida, estaria submetida quanto à limitação da produtividade agrícola à "Lei" de Tolerância de Shelford[2]. Para a mandioca, os fatores ecológicos do carbono orgânico e de capacidade hídrica dos solos, baixos e limitantes da sua produtividade, reduzem também a sua tolerância para outros fatores, tais como: resistência a pragas e doenças, às condições de degradação do solo, à seca. Esta interpretação ecológica do ambiente do semiárido está de acordo com Giongo (2011). Esta autora afirma que:

[2] A ausência ou o insucesso de um organismo, pode ser provocado pela deficiência ou pelo excesso quantitativo e qualitativo relativamente a qualquer dos diversos fatores que se aproximam dos limites de tolerância para este organismo (Odum,2004).

> "As elevadas temperaturas e insolação, características do clima semiárido, aumentam a entropia do sistema, favorecendo o estado de mínima energia e máxima desordem, implicando na redução dos teores de matéria orgânica do solo e de nutrientes, além de redução na retenção de água, com sérias restrições sobre a produtividade agrícola. A máxima desordem dos sistemas agrícolas pode ser correlacionada com o decréscimo do teor de matéria orgânica do solo, carbono fixado nos tecidos vegetais e aumento da emissão de CO_2".

Neste contexto, apenas, os subsídios de energia contra a desordem, que reforça a produtividade da planta por redução da perda de calor por respiração, mantém a estrutura biológica (Odum, 2004). Esta interpretação, como se verá adiante, ressalta a importância do manejo do sistema agrícola conservacionista em regiões semiáridas, como a do estudo. O mapa das classes de risco de desertificação associados aos níveis de carbono orgânico dos solos são apresentados na figura 167.

Figura 167. Classes de Vulnerabilidade Associadas à Capacidade Hídrica e Classes de Riscos Associados aos Teores de Carbono Orgânico e Capacidade Hídrica da área da Pesquisa.



Fonte. Elaboração própria a partir de shapefile do RadamBrasil/IBGE, com o uso do software SIG QuantumGis 1.8.0.

No mapa da figura 167 apresentam-se também as classes de riscos relacionando a capacidade hídrica (áreas semiáridas e áreas subsumida secas) com os teores de carbono orgânico do solo. Considerou-se que o risco para mesmos teores de carbono orgânico, quanto à degradação do solo, é mais grave em áreas semiáridas do que em áreas subsumidas. Desta forma a classificação de risco recebe qualificações diferentes para os mesmos teores de carbono orgânico. Por exemplo, a área semiárida + CO > 0,58% < 1.16% --------→ é classificada como alto risco e quando comparada com a área sub-úmida-seca +CO > 0,58% < 1.16% --------→recebe a classificação de Médio Risco; esta diferença na qualificação recebe amplo suporte na literatura e uma explicação é a diminuição da atividade microbiana em solos mais áridos e a sua relação direta com a degradação dos solos. Segundo Garcia et al. (1994), o baixo teor de matéria orgânica é a principal causa da pouca atividade microbiana em solos de regiões semiáridas. Baixos teores de carbono orgânico estocado no solo também pode significar, de acordo com Giongo (2011), uma relação direta com uma alta taxa de emissão de CO_2 para a atmosfera; a quantidade de perda deste carbono orgânico, conforme Ferreira et al., (2012) varia de acordo com o sistema de cultivo, sistema de manejo de solo e as condições climáticas. O sistema de produção da mandioca na microrregião sudoeste da Bahia é realizado com o uso de técnicas de baixo nível tecnológico, sem fertilizantes e sem nenhuma *corrente auxiliar de energia*.[3] O preparo de solo é feito através de *drenagens de energia* proveniente das queimadas para a instalação da cultura e continuados pela ausência de uso de métodos de conservação de solos, como curva de nível, cobertura de solos, adubos químicos ou orgânicos. Como foi visto em outras seções desta tese, mais de 70% dos agricultores da área da pesquisa, usam a queimada como principal método de preparo de solo na cultura da mandioca.

[3] De acordo com a segunda lei da termodinâmica, a corrente de energia diminui a cada passo, dada a perda de calor que acompanha cada transferência de energia de uma forma para outra. Ocorrem altos níveis de produção, tanto nos ecossistemas naturais como nos cultivados, quando os fatores físicos são favoráveis, especialmente quando ocorrem subsídios de energia com origem exterior ao sistema e que reduzem o custo da manutenção. Ao avaliar a produtividade do ecossistema é importante tomar em consideração a natureza e o montante, não só das drenagens de energia resultante das ações climáticas, da colheita, da poluição e de outras que desviam energia para fora do ecossistema, mas também dos subsídios de energia que reforçam a produtividade com redução da perda de calor por respiração (bombagem contra a desordem), como a adição de fertilizantes, necessária para manter a estrutura biológica. Odum (2004).

Tabela 80. Variação percentual do número de focos de queimadas entre os períodos de 2000-02 à 2001-02 e 2012-02 à 2013-02.

NÚMERO DE FOCOS DE QUEIMADAS			
LOCALIDADES	2000-02 à 2001-02	2012-02 à 2013-02	Variação (%)
Belo Campo	6	132	2100%
Cândido Sales	16	330	1962,5%
Tremedal	20	458	2190%
Vitória da Conquista	38	458	1105%

Fonte: Elaboração própria.

Os dados da tabela 80 confirmam a observação de Giongo (2011) e sublinha os baixos teores de CO (Carbono Orgânico) das áreas da pesquisa como indicador de emissões de CO_2 para a atmosfera. A figura 167 mostra que todos os valores de CO são inferiores ao limiar 1.16% (Nunes et al.,2003) e que as classes de risco (GTZ & MMA, 2012) são definidas pela umidade do solo. A classificação de risco apresentado para estas áreas está em total acordo com o Projeto RadamBrasil (1981) que também estabeleceu valores de alto risco para estas áreas semiáridas, relativo à degradação dos solos.

Ferreira et al., (2012) consideram que as práticas da aração e gradagem do solo para cultivo são as maiores causas de perda de matéria orgânica do solo. Esta observação importante não é considerada nesta região nos momentos de tomada de decisão. Em 2006, uma reunião técnica entre agricultores, especialistas e diretoria da Coopasub para realizar a tomada de decisão sobre a conveniência de compra de tratores para a cooperativa, teve apenas 2 votos contrários entre um público de mais de 200 agricultores e especialistas. As razões que prevaleceram naquela ocasião foram justamente a economia em mão-de-obra causada pelo uso do trator no preparo do solo. Não houve nenhuma alusão à relação do uso dos tratores com as perdas de matéria orgânica e do carbono orgânico do solo. Sobre o preparo do solo, Carvalho (2006) recomendou para a cultura da mandioca, o sistema convencional de uma aração e uma gradagem, acrescentando que "as operações devam ser as mínimas possíveis, apenas o suficiente para a instalação da cultura e para o bom desenvolvimento do sistema radicular, e sempre executadas segundo as curvas de nível do terreno, orientação esta que também deve ser seguida para o plantio com o objetivo de evitar “elevadas perdas de matéria orgânica”. As perdas de CO pelas operações de aração e gradagem, de acordo com Ferreira et al., (2012) ocorrem de três formas: 1. Pela ruptura dos agregados, expondo o CO ao ataque microbiano; 2. Pela mistura de matéria orgânica fresca com o solo, resultando em condições mais favoráveis para a decomposição; 3. Pelo aumento da atividade microbiana, como

resultado de aeração, que aumenta o fornecimento de matéria orgânica lábil, elevando os níveis de mineralização; segundo o autor as perdas de CO são mais elevadas em ambientes tropicais do que em regiões temperadas.

A figura 167, no entanto, diagnostica também as demandas que até então não têm sido consideradas na área desta tese. Quando, por exemplo, ecossistemas nativos, como os das florestas destas regiões semiáridas são convertidas para a agricultura, o equilíbrio dinâmico da matéria orgânica do solo expresso pela fórmula

dC/dt=0 (variação do conteúdo de CO, em t $ha^{-1,}$ no período de 1 ano)é rompido e leva a redução do carbono orgânico do solo (Cerri et al., 2008). Desta forma, torna-se necessário estimar a quantidade de adição de matéria orgânica requerida para manter o balanço dinâmico do solo do sistema estudado. Isto não tem sido feito. Outras perguntas importantes a serem respondidas e que não foram objetivos desta tese, são:

1. Quanto representa em diminuição de estoque de C e N no solo, a conversão das florestas da caatinga e da mata atlântica, existentes na região de estudo, para o cultivo de mandioca?
2. Qual é a meia-vida do CO calculada para estas áreas? Em relação a esta pergunta, Fracetto et al., (2012), investigando áreas de conversão de florestas para o cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) na região semiárida de Irecê-Bahia, distante das áreas da pesquisa desta tese em aproximadamente 600 km, estabeleceu uma meia-vida para a matéria orgânica de 4,7 anos.
3. Qual é o fator de emissão de C no solo após anos de uma série histórica? Fracetto (2012), na investigação feita na citada região de Irecê, após 20 anos, estabeleceu o fator de emissão de C em 2,47 Mg C/ano. É importante salientar que o método proposto no volume 4 do Guia para Inventários Nacionais de gases de efeito estufa (IPCC, 2006) indica para o fator de emissão de C, o período de 20 anos.

A figura 167 mostra que os riscos de degradação do solo são elevados para a maioria das propriedades agrícolas localizadas em Tremedal e Cândido Sales. Reconhece-se que os fatores que se entrelaçam de forma complexa e assumem funções nos impactos ambientais, são de difícil apreensão por parte dos agricultores e dos tomadores de decisão. O problema indicado nesta seção, do risco do CO relacionado com a retenção hídrica dos solos, embora tangencialmente percebida, não tem sido considerado nesta região como fator decisivo a ser

corrigido. Dentro deste cenário é necessário que as queimadas das florestas para o cultivo de mandioca sejam coibidas e políticas públicas sejam realizadas no sentido de reduzi-las drasticamente. Este tipo de abordagem é plenamente concordante com (Fracetto et al., 2012), que afirma que "o aumento na mudança de uso do solo com a redução na cobertura vegetal nativa no semiárido nordestino tem levado à degradação dos recursos naturais relativo à redução da matéria orgânica do solo". Outra forma de abordagem para se entender este ecossistema de áreas semiáridas é compreendê-lo na forma do conceito geral de subsídio de energia. Para Odum (2004), um fator que sob um dado conjunto de condições ambientais atua como subsídio, no sentido de reforçar a produtividade, pode atuar em face a outro conjunto de condições, como drenagem de energia que reduz a produtividade. Para este autor:

> "a evapotranspiração pode constituir em climas secos uma tensão energética e um subsídio de energia nos climas úmidos. Na agricultura, as tentativas do homem para ajudar a natureza têm muitas vezes efeitos contraproducentes. Assim, arar a terra ajuda nos países temperados e nos tropicais, a perda de matéria orgânica resultante, pode afetar gravemente os cultivos seguintes. É significativo que os agricultores considerem métodos de cultivo sem arar a terra" (Odum, 2004).

7.3.2 Mapa de Risco de erosão eólica

O cálculo para a elaboração do mapa foi feito a partir das velocidades do ar medidas a 50 m do solo pelas estações meteorológicas, dado usado para introdução na equação da Wind Energy Association (2010):

$$V_z = V_r \ (\text{LogN}(z/z_0) / \text{LogN} (z_r/z_0)$$

Onde:

Vz = velocidade para a altura Z

Z = altura a ser extrapolada

Zo = comprimento da rugosidade do solo

Vr = velocidade medida

Zr = altura onde a velocidade foi medida

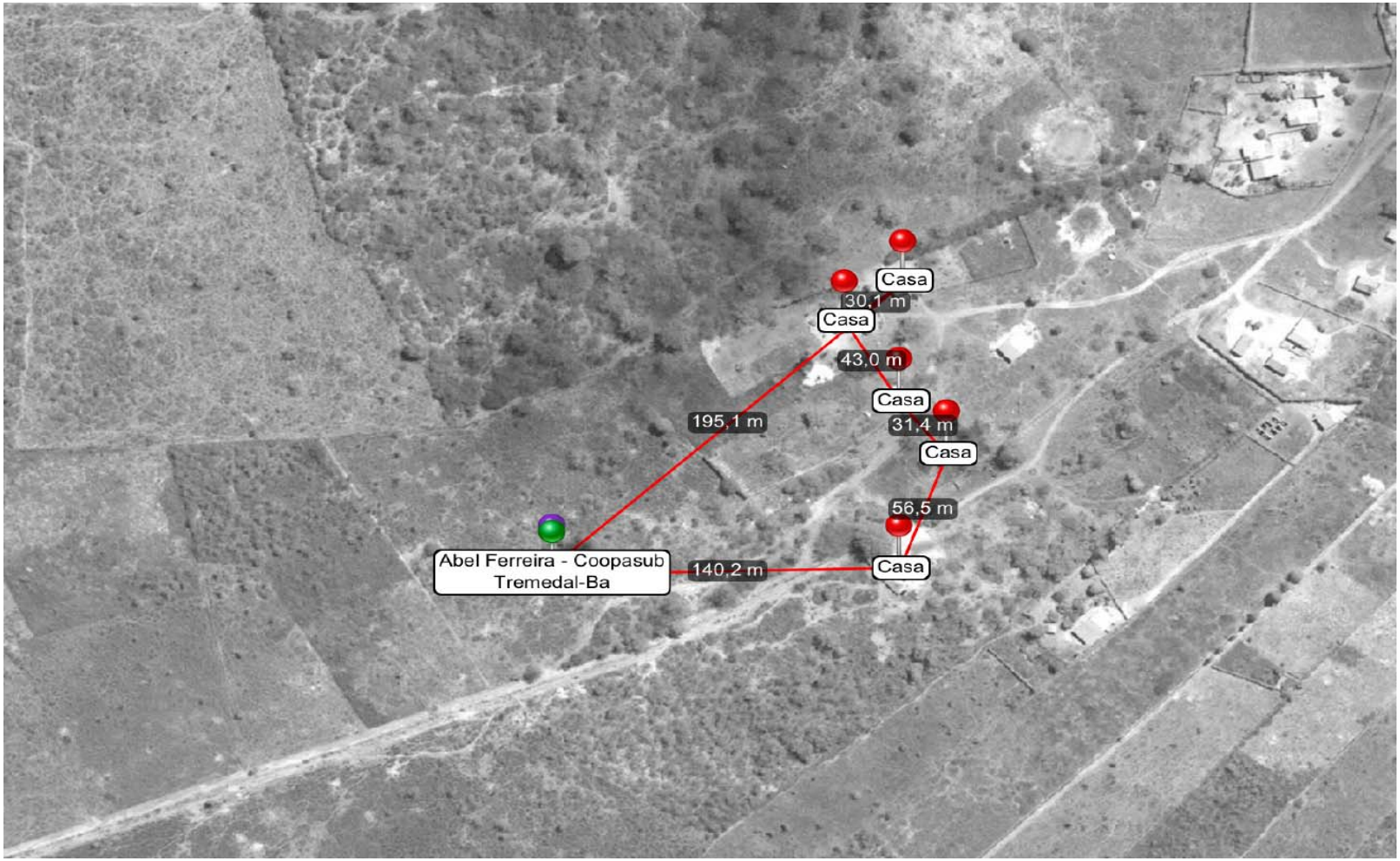
O comprimento da rugosidade do solo foi estabelecido a partir de imagens de satélites para cada coordenada das propriedades agrícolas amostradas nesta tese, com o objetivo de identificar construções e obstáculos, e depois enquadrada em tabela específica da Wind Energy Association (2010). A velocidade de ventos foi calculada para 1m do solo com o

objetivo de determinar se existiam velocidades iguais ou maiores do que 5,27 m/s (Moritani et al., 2011; Morgan, 1996), velocidade considerada por estes autores como limiar para desencadear o processo de erosão eólica. As velocidades do vento nas propriedades de todos os agricultores foram determinadas. Entretanto, o fator erosão eólica é considerada nesta área de estudo como provável pelos tomadores de decisão e em discussões do grupo técnico da Coopasub, o tema erosão eólica surge regularmente, sob o argumento de que a escassez de chuvas, à medida que minimiza a ocorrência da erosão hídrica, pode intensificar a erosão eólica.

Baseado nestas premissas, sem dados para justificação, a erosão eólica é responsabilizada pelos tomadores de decisão, junto com outros impactos, como um dos principais fatores que diminuem a fertilidade do solo.

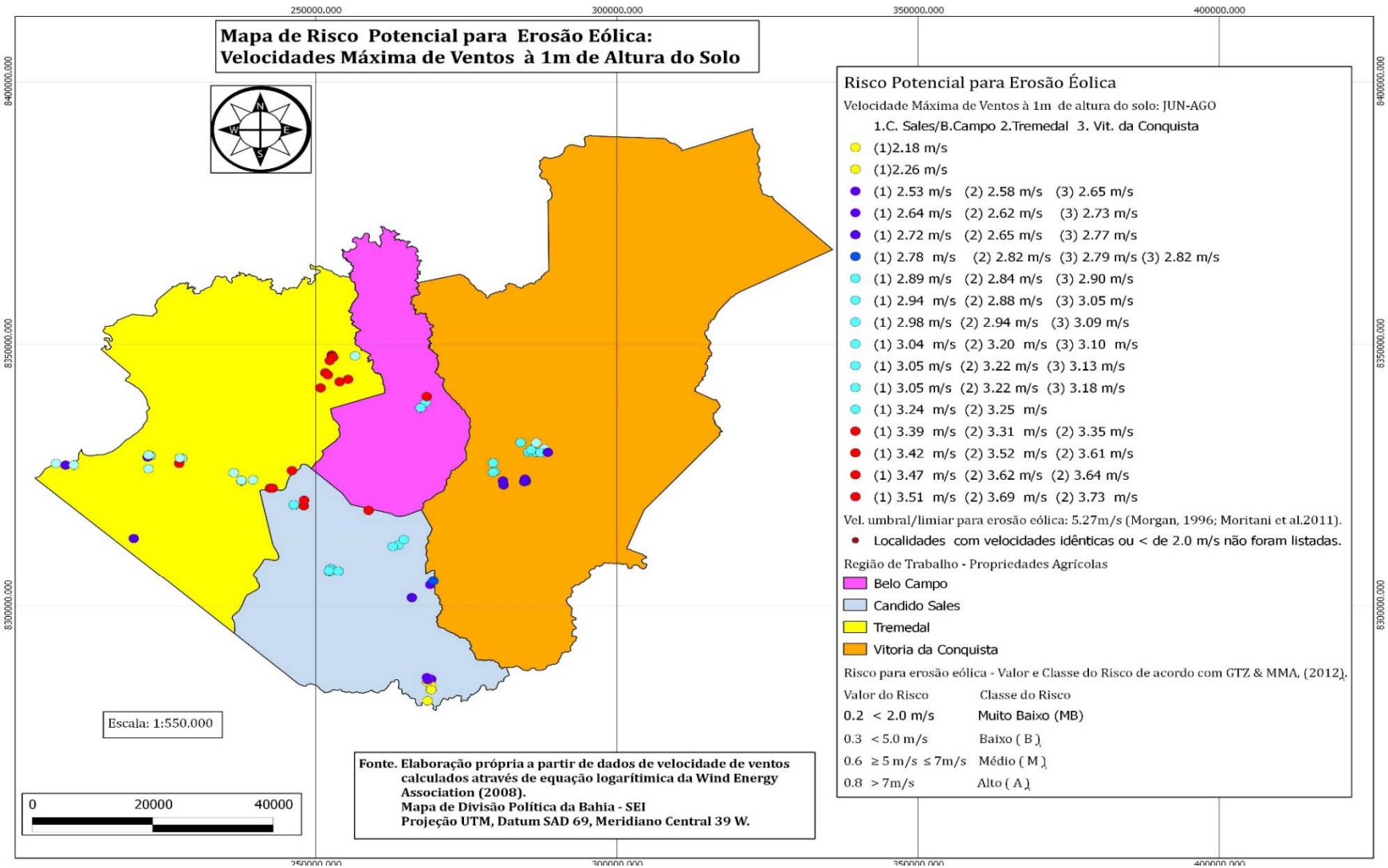
A figura 168 apresenta o mapa para verificação do coeficiente de rugosidade e a figura 169 o mapa de risco de erosão eólica.

Figura 168. Fotografia aérea de área individual de agricultor para procedimentos de determinação do coeficiente de rugosidade para cálculo de velocidade eólica.



Fonte: Elaboração própria a partir de cálculos de equações de determinação de velocidades de ventos e com o uso do software QuantumGis 1.8.0.

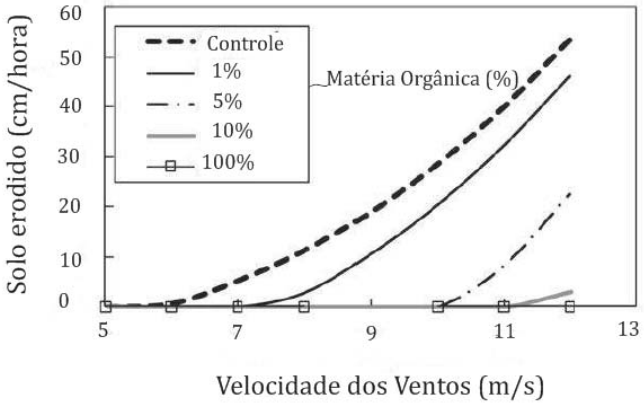
Figura 169. Mapa de Risco Potencial para Erosão Eólica: Velocidade Máxima de Ventos à 1m de Altura do Solo.



Fonte. Elaboração própria a partir do software MapMeasurePro.

Os cálculos feitos para determinar as velocidades de vento à altura de 1 m do solo mostraram que para todos os agricultores amostrados nesta pesquisa o risco de erosão eólica é baixo. Todas as velocidades calculadas estiveram abaixo do valor limiar de 5,27 m/s. Quando se comparam as velocidades do mapa da figura 169 com o gráfico da figura 170, fica claro que não existem velocidades entre as propriedades dos agricultores amostrados capazes de desencadear este processo.

Figura 170. Relação entre velocidade dos ventos e erosão eólica. Os percentuais indicam os conteúdos de matéria orgânica.



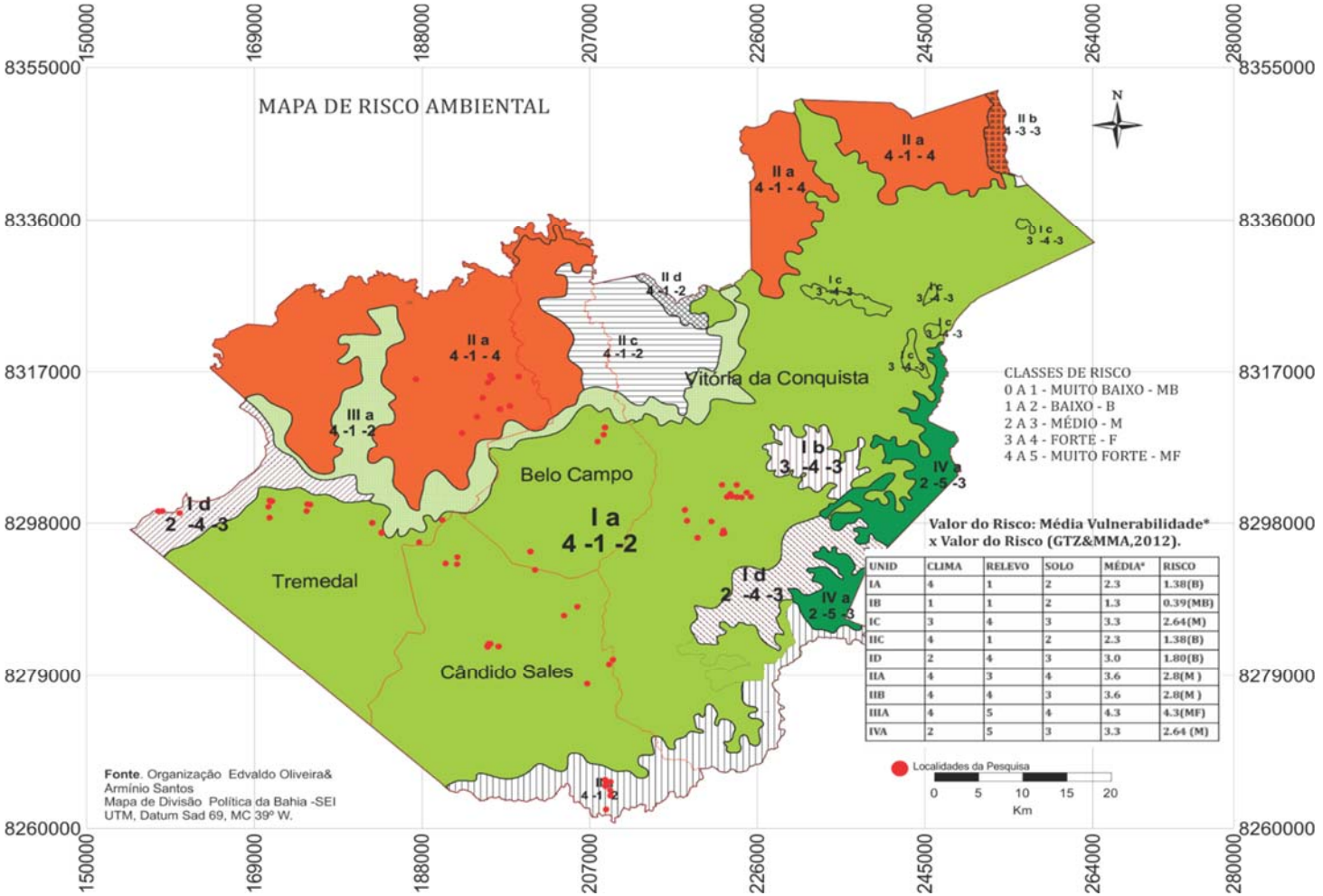
Fonte. Moritani et al., (2011).

A observação da figura 170 mostra também a importância da matéria orgânica do solo como medida protetiva contra a erosão eólica. Os dados calculados, além de concordarem com Moritani et al., (20011) e Morgan (1996) sobre o risco baixo de erosão eólica, concordam também com os resultados das análises dos perfis de solos realizados para esta tese. Estes perfis mostraram que a fração argila era estável e pouco vulnerável ao intemperismo e, portanto, resistente ao arraste pelos ventos da região.

Estes dados, os primeiros a serem apresentados nesta região sobre erosão eólica, ajudam a dirimir as dúvidas existentes nestes municípios de pesquisa e fornecem dados para que os tomadores de decisão façam as suas melhores escolhas.

7.3.3 Mapa de Risco Ambiental

Figura 171. Mapa de Risco Ambiental



UNID	CLIMA	RELEVO	SOLO	MÉDIA*	RISCO
IA	4	1	2	2.3	1.38(B)
IB	1	1	2	1.3	0.39(MB)
IC	3	4	3	3.3	2.64(M)
IIC	4	1	2	2.3	1.38(B)
ID	2	4	3	3.0	1.80(B)
IIA	4	3	4	3.6	2.8(M)
IIB	4	4	3	3.6	2.8(M)
IIIA	4	5	4	4.3	4.3(MF)
IVA	2	5	3	3.3	2.64 (M)

Fonte. Elaboração Edvaldo Oliveira & Armínio Santos.

A figura 171 mostra o mapa de risco ambiental referente a perda ou diminuição da qualidade de clima, relevo e solo. Da área da pesquisa apenas a unidade geomorfológica IIIA possui um risco classificado como Muito Forte (MF). As unidades IVA, IIB e IIA e IC, todos tiveram classificação de risco Médio. Estas unidades, entretanto, com exceção da IIA (Tremedal) estão distantes das propriedades de amostragem. Quanto às limitações ao uso dos recursos naturais, de acordo com Tricart (1977), as demais unidades geoambientais foram classificadas entre Risco Baixo (B) e Risco Muito baixo (MB). Pode-se dizer que apenas as propriedades localizadas em Tremedal, área II A, possuem classificação de risco Média quanto à limitação dos recursos naturais. Quanto às áreas onde estão localizadas as propriedades agrícolas, as classificações de risco das unidades geoambientais concordam com Maia (2005).

7.4 ANÁLISE MULTICRITÉRIO

A análise multicritério foi realizada, por meio de um software denominado Pradin 3.0, validado pelo Centro Nacional de Pesquisas Científicas do Brasil (CNPq), e desenhado especificamente para a análise de indicadores multicritérios. O uso da análise multicritério se deu na adequação e seleção de indicadores pelas categorias. Houve a participação de três categorias distintas: 1. Agricultores cooperados; 2. Especialistas; 3. Diretoria da Coopasub, incluído na diretoria o representante da Fundação Banco do Brasil, principal agência de aporte financeiro da fundação e organização da Coopasub e dos demais empreendimentos da cooperativa a exemplo da indústria de fécula, compra de tratores e contratação de técnicos e profissionais especializados.

A metodologia usada seguiu as etapas comuns de diversas outras metodologias, descritas por De Lange et al., (2010), no qual são listadas:

- Consultas a agricultores. Os dados usados foram os da Coopasub (2012) que consultou 1102 agricultores plantadores de mandioca, da microrregião sudoeste para a escolha dos impactos ambientais, dentro das três dimensões da sustentabilidade. Estas escolhas foram hierarquizadas percentualmente, conforme o grau de importância atribuída pelos agricultores.

- Consultas à especialistas a partir da seleção dos impactos realizadas pelos agricultores cooperados. Cinco especialistas foram consultados e das respostas recebidas, três especialistas foram selecionados. Estes especialistas foram selecionados de acordo com a especialidade em solos e vegetação, área de atuação ou pós-graduação em ciências

ambientais. Solicitou-se aos especialistas que adicionassem novos impactos que considerassem importantes e que não tinham sido listados pelos agricultores, classificassem os impactos listados por estes e os graus de percepção dos impactos, como negativos conforme eram percebidos pelos agricultores desta microrregião.

- Elaboração dos indicadores de sustentabilidade pelo autor da tese, a partir dos objetivos da AAE e dos impactos ambientais selecionados por agricultores e especialistas, usando-se o marco metodológico SAFE.

- Consultas à diretoria da Coopasub. Nesta consulta, os cinco diretores desta entidade validaram os impactos selecionados juntamente com o autor da tese, dentro das três dimensões da sustentabilidade. Nesta mesma consulta foram apresentados para discussão e seleção, os indicadores de sustentabilidade, no qual foram atribuídas notas de 0 a 5 para cada um dos indicadores apresentados. Os indicadores que tiveram peso 0 e 1 foram descartados. Estes pesos foram conferidos por todos os componentes da diretoria da Coopasub, num dia inteiro de trabalho e a atribuição de peso foi feito de acordo o contexto de aplicação do indicador e da contribuição para a melhoria da Cadeia Produtiva da Mandioca.

- Ponderação das dimensões da sustentabilidade. As dimensões da sustentabilidade, na qual os indicadores foram incluídos, sofreram ponderações priorizando a dimensão ambiental da sustentabilidade, uma vez que os objetivos da presente tese se relacionam com a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE). As atribuições de pesos das dimensões da sustentabilidade para processamento no software de análise multicritério, seguiu o seguinte esquema:

1.Dimensão ambiental: peso 5.

2.Dimensão econômica: peso 4

3.Dimensão sociocultural: peso 3,5.

- Atribuição de pesos quanto ao poder decisório das diferentes categorias, conforme pode ser visto na tabela 81.

Tabela 81. Atribuição de pesos de poder decisório aos diferentes agentes.

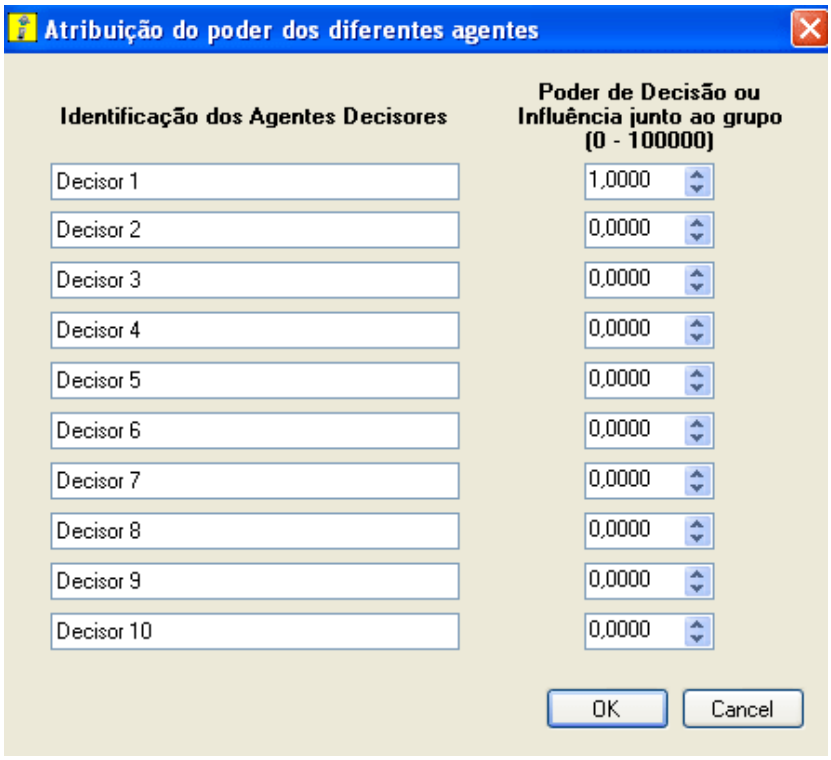
	Agricult	Coopas1	Coopas2	Coopas3	Coopas 4	Coopas 5	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3
	Agricultores cooperados	Dir-Pres. Coopasub	Dir. de comercialização.	Dir. administrativo	Dir. Financeiro	Gerente Empreendimento: Coopasub/FBB	Célia Souza	Élcio Rizério	Eduardo Ganem
Poder Decisório dos Agentes	2	5	2	4	2	3	2	2	2

Fonte: Elaboração própria.

Os pesos atribuídos (de 1 a 5) aos agentes decisórios dentro do contexto específico da área de estudo foi elaborado com a participação de especialistas da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, membros do corpo técnico da Coopasub, juntamente com o autor da tese, pela observação direta das tomadas de decisões das reuniões da cooperativa. Desta forma foi possível atribuir pesos muitos próximos da realidade observada, conforme apresentado na tabela 81. Agricultores e especialistas receberam pesos iguais, o diretor-presidente da Coopasub recebeu o peso máximo, vindo em seguida o diretor administrativo e o gerente do empreendimento ligado à entidade financiadora, Fundação Banco do Brasil – FBB.

A atribuição de peso aos agentes decisores foi realizado no próprio software, conforme a figura 172.

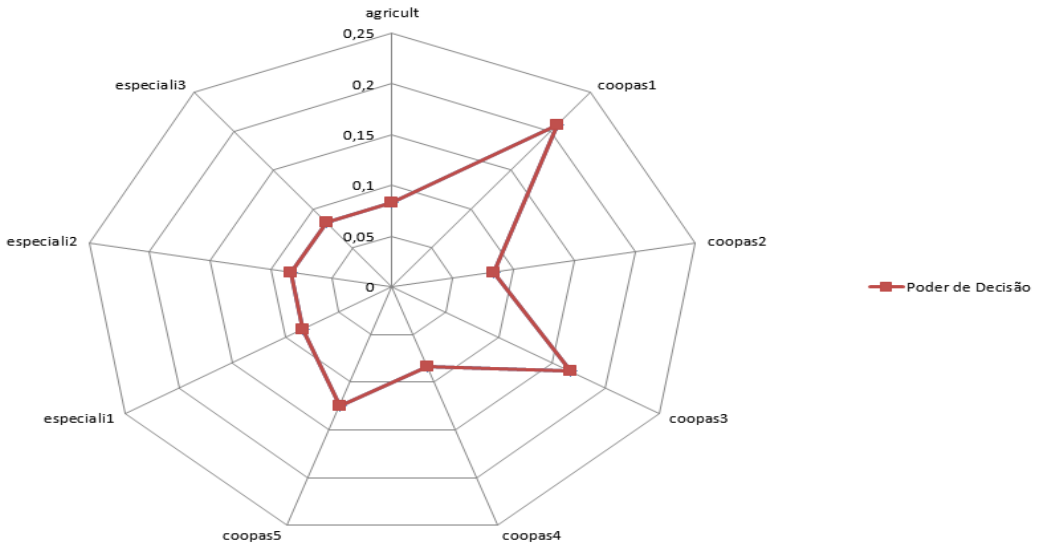
Figura 172. Atribuição de pesos aos agentes decisores, no software Pradin 3.0.



Fonte. Pradin 3.0.

No software, a ponderação dos agentes decisórios ocorre de forma simplificada como mostra a figura 172. Na figura 173 tem-se os resultados da ponderação dos agentes decisores, apresentados em gráfico radar, depois do processamento realizado pelo Pradin 3.0.

Figura 173. Gráfico radar dos agentes decisórios.



Fonte. Pradin 3.0.

Pela figura 173, pode-se ver que os pesos das categorias da participação divergem. Os especialistas e agricultores têm peso igual, enquanto 3 dos 5 diretores da Coopasub: coopas5, coopas3 e coopas 1, detém o maior poder decisório. Dos três diretores, o presidente da Coopasub (coopas 1) é o que concentra maior poder de decisão. A questão principal a ser discutida nesta seção é se a participação pública garantiu a seleção dos melhores indicadores e se esta decisão foi bem representada pela ponderação dos agentes decisores. Para responder esta questão é necessário adicionar que todos os agentes decisórios tinham conhecimento do contexto da cadeia produtiva da mandioca e no ponto de vista do autor da tese, o conhecimento contextual refinou a qualidade destes indicadores. Estas observações estão em concordância com a National Research Council (2008) que associa a participação pública aos melhores resultados em termos de critério de qualidade, legitimidade e capacidade. Esta entidade cita, adicionalmente, um estudo de participação pública, no qual 378 especialistas foram convidados a opinarem sobre o uso de um gerador nuclear espacial pela *National Aeronautical and Space Administration*. Foram informados a estes especialistas a opinião da participação pública sobre a questão. No momento de se decidir, um grupo majoritário se decidiu, afirmando ter tomado a decisão levando em consideração a participação pública ativa. Do ponto de vista do autor da tese, a participação pública refletiu-se na seleção dos melhores indicadores possíveis para o contexto agrícola da cadeia produtiva da mandioca.

Uma vez ponderados o poder decisório, ponderou-se os indicadores quanto às dimensões da sustentabilidade. Os resultados quantitativos da análise multicritério dos indicadores são apresentados na figura 174 e o gráfico radar gerado na figura 175.

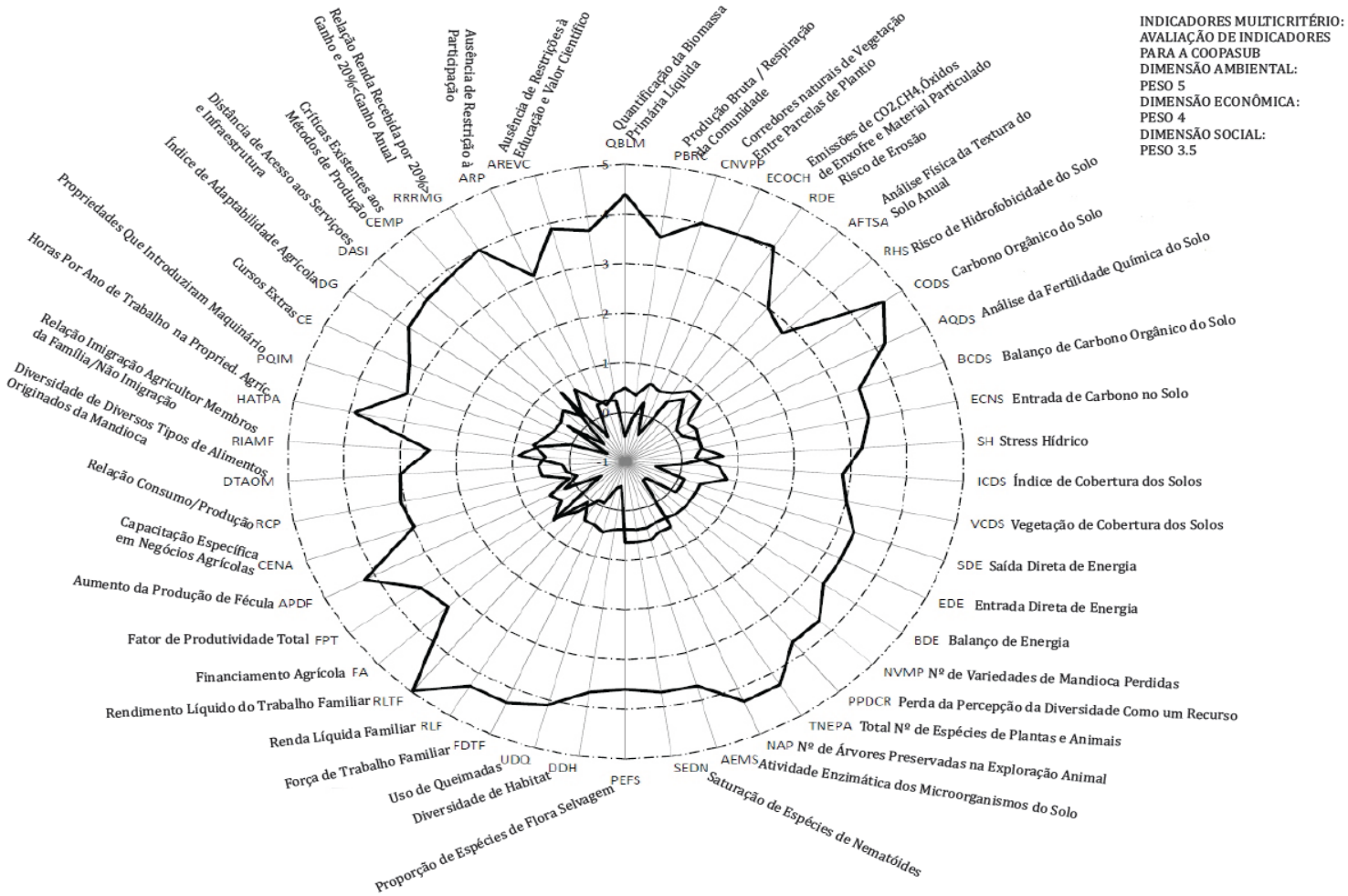
Figura 174. Resultados quantitativos da análise multicritério realizada pelo software Pradin 3.0.

Diretor	Ind MC	Escore	Pos	Flx +	Flx -
QBLM	0.5867	80.8	44	67.9	9.3
PBRC	-0.1067	42.5	20	36.4	47.1
CNVPP	0.28	63.8	35	48.4	20.4
ECOCH	0.2178	60.4	33	49.7	27.9
RDE	0.4222	71.7	37	62.6	20.4
AFTSA	-0.4089	25.7	11	21.3	62.2
RHS	-0.4711	22.3	8	19.1	66.2
CODS	0.7733	91.1	45	83.9	6.6
AQDS	0.44	72.7	38	60.4	16.4
BCDS	-0.2533	34.3	17	23.1	48.4
ECNS	-0.2533	34.3	16	23.1	48.4
SH	-0.4489	23.5	10	16.4	61.3
ICDS	-0.6178	14.2	3	11.1	72.8
VCDS	-0.4578	23	9	19.5	65.3
SDE	-0.3156	30.9	12	22.2	53.7
EDE	-0.3156	30.9	13	22.2	53.7
BDE	-0.3156	30.9	14	22.2	53.7
NVMA	0.08	52.8	23	39.5	31.5
PPDCR	0.08	52.8	25	39.5	31.5
TNEPS	0.56	79.3	40	68.4	12.4
NAP	0.56	79.3	41	68.4	12.4
ABDS	0.0889	53.3	26	38.6	29.7
SEDN	0.0889	53.3	27	38.6	29.7
PEFS	-0.0356	46.4	21	35.5	39.1
ABDS	0.0889	53.3	26	38.6	29.7
SEDN	0.0889	53.3	27	38.6	29.7
PEFS	-0.0356	46.4	21	35.5	39.1
PDH	0.08	52.8	24	39.5	31.5
FDQ	0.3422	67.3	36	52.8	18.6
FDTF	0.5778	80.3	43	66.6	8.8
RLF	0.5778	80.3	42	66.6	8.8
RLTF	0.9333	99.9	46	94.6	1.3
FA	-0.2489	34.6	18	25.3	50.2
FPT	-0.1867	38	19	29.3	47.9
APDF	0.48	74.9	39	62.6	14.6
CENA	-0.6222	14	2	9.3	71.5
IDAA	-0.5244	19.4	5	14.2	66.6
RCP	-0.5244	19.4	4	15.5	67.9
DTAOM	-0.8755	0	1	3.1	90.6
RIAMF	0.1689	57.7	31	44.8	27.9
HATPA	-0.4844	21.6	7	14.6	63.1
PQIM	-0.2889	32.4	15	24.8	53.7
CE	0.0667	52	22	40.4	33.7
SIHM	0.1244	55.2	29	43.1	30.6
DASI	0.2133	60.1	32	46.2	24.8
CEMP	0.2667	63.1	34	54.6	27.9
RRRMG	-0.52	19.6	6	17.7	69.7
ARP	0.1689	57.7	30	46.6	29.7
AREVC	0.0978	53.8	28	41.3	31.5

Diretor

Fonte: Dados da pesquisa rodado no software Pradin 3.0.

Figura 175. Indicadores multicritérios da pesquisa.



Fonte. Dados da pesquisa.

Nesta etapa, o software ponderou os indicadores de acordo com os critérios estabelecidos, classificando cada indicador pela pontuação de um escore multicritério (figura 174) e permitindo gerar um gráfico radar com a posição de todos os indicadores, conforme pode ser visto na figura 175. A forma de apresentação dos indicadores de sustentabilidade através do gráfico radar está em concordância com a investigação de Omar (2000) que concluiu na sua tese que "os gráficos do tipo radar mostraram-se como a melhor opção para a apresentação dos indicadores e índices de sustentabilidade".

Pela análise da figura 175, indicadores como Quantificação da Biomassa Primária Líquida e Carbono Orgânico do Solo foram bem pontuados e estão totalmente de acordo com os índices baixos de carbono orgânico detectado nesta tese. Indicadores como Saturação de Espécies de Nematóides não recebeu uma boa avaliação, embora seja um indicador muito importante. É possível que indicadores que necessitem de muita complexidade para definir a sua função, não tenham sido bem aceitos pela participação pública. A mesma observação vale para os indicadores de Hidrofobicidade do Solo. O indicador Perda de Percepção da Diversidade como um Recurso, não pontuou bem quando comparados com o escore dos demais, podendo estar sugerindo que a diversidade pode não ser percebida pelos agricultores e demais participantes como um recurso essencial. A forma exposta de obtenção dos resultados através do software Pradin, está de acordo com Jannuzzi *et.al.,* (2009) que na sua investigação, elencou os diferentes agentes decisores e seus respectivos graus de influência e definiu junto com cada decisor os indicadores de avaliação das alternativas e os seus respectivos pesos. Este autor também usou o mesmo software usado nesta seção para a análise multicritério. Para este tese, uma das principais funções da análise multicritério é a de otimizar o uso da decisão interagindo com os tomadores de decisão. Esta função descrita está em concordância com Agrell et al., (2004) que no seu trabalho de pesquisa sobre o uso do solo agrícola, estabeleceu que a análise multicritério tem como função, não somente, a otimização da decisão, mas também o uso interativo com especialistas e demais tomadores de decisão. Estes autores, estabeleceram vários conjuntos de indicadores que guardam semelhança com aqueles usados nesta tese, tais como o conteúdo de matéria orgânica do solo, status nutricional e a avaliação química do solo. Para esta tese não haveria uma única solução ótima para o conjunto de indicadores selecionados e sim um conjunto de soluções, o que significa que apenas uma análise multicritério pode disponibilizar vários aspectos do contexto agrícola da mandioca para que a tomada de decisão seja feita de forma mais apropriada. Esta abordagem encontra suporte em Da Cunha (2007) que explica que em todos

os problemas aonde se faz necessário uma análise multicritério é difícil que haja uma solução única para o problema. Na opinião deste autor a situação contrária é a mais fácil de ocorrer, uma vez que:

> "Dependendo do objetivo uma solução ótima se apresente melhor em determinados objetivos ou pior em outros objetivos, superando ou sendo superada por outra solução ótima, principalmente devido ao nível de conflito que existe entre os objetivos, ficando a critério do decisor escolher entre o conjunto de alternativas satisfatórias mais adequadas". Da Cunha (2007).

7.5 ANÁLISE DE IMPACTO ECONÔMICO

7.5.1 Processamento da raiz da mandioca para produção de amido na Coopasub

7.5.1.1 A indústria da Fécula da Coopasub

A produção de fécula ou amido modificado pela fecularia agrega significativo valor ao produto quando se compara com a produção de farinha. Toda a fécula usada na microrregião Sudoeste era comprada de empresas do Paraná que muitas vezes compravam a raiz *in natura* nesta microrregião, transformando em fécula, agregando valor, e revendendo com consideráveis lucros à microrregião sudoeste. Ver figura 176.

Figura 176. Saco de amido modificado comprado do Estado do Paraná.



Fonte: Elaboração própria.

Em relação a quantidade de raiz fornecida para o funcionamento da fecularia, a Coopasub faz uma estimativa bastante otimista baseada no fato de que os municípios do entorno da fecularia (Cândido Sales, Vitória da Conquista, Belo Campo e Tremedal), principais produtores de mandioca desta microrregião, fornecerão a matéria-prima necessária para a produção da fécula.

No entanto, não existem ainda acordos firmados ou projeções precisas que garantam este fornecimento. A diretoria argumenta que não se precisa iniciar a produção atingindo-se o limite de 100 toneladas/dia de raiz e que caso haja necessidade se pode comprar raiz de outras regiões. A indústria de fécula da Coopasub iniciou as suas operações em junho de 2011, com funcionamento de um quarto da sua capacidade total. Neste período o maquinário da fecularia sofreu vários reajustes para se adaptar ao tamanho do amido existente na região. Segundo a Coopasub (2013), a molécula de amido originada das raízes de mandioca da microrregião sudoeste possui um diâmetro maior do que as das raízes do Estado do Paraná, local aonde foi comprado o maquinário para a fecularia da Coopasub. A indústria revendedora das máquinas faz os ajustes do maquinário para o tipo de raiz plantada no próprio Estado do Paraná, não considerando as demais regiões do Brasil. No caso específico dos ajustes da Coopasub, conforme informação da cooperativa, houve necessidade de se fazer ajustes no hidrociclone (equipamento responsável pela purificação da fécula) e nas centrífugas de separação do amido. No primeiro caso o hidrociclone teve que retornar para a indústria fabricante aonde sofreu adaptação com o objetivo de aumentar espaço para colocação de 20% a mais na quantidade de bicos de purificação. Em relação à centrífuga, se necessitou apenas de regulagem nos bicos para a realização dos ajustes.

Os dados operacionais e econômicos da fecularia, do ano de 2011, são apresentados na tabela 82.

Tabela 82. Dados operacionais e econômicos da fecularia da Coopasub, relativos ao ano de 2011.

ÍTENS	**DESEJADO**	**OBSERVADO**
DIAS DE TRABALHO	140	107
MÉDIA DE RAÍZES PROCESSADAS P/DIA TRABALHADO (t)	32	24,92
VOLUME DE RAÍZES PROCESSADAS (t)	4.480	3.489
DESEMBOLSO COM AQUISIÇÃO DE RAÍZES (R$)		762.366,77

VALOR MÉDIO PAGO P/TONELADA DE RAÍZ (R$)		218,51
QUANTIDADE DE FORNECEDORES DE MATÉRIA PRIMA		146
MÉDIA DE FORNECIMENTO DE RAÍZES P/FORNECEDOR (t)		23,8
PERCENTUAL DE RENDIMENTO DE AMIDO (%)	25	22,9
PRODUÇÃO DE FÉCULA (t)	1.120	801,7
VALOR TOTAL DE FÉCULA COMERCIALIZADA (R$)		1.004.000,00
VALOR MÉDIO OBTIDO POR TONELADA DE FÉCULA (R$)	-	1.252,30

Fonte. Coopasub (2012).

Na tabela 83, se apresenta a estimativa de produção de raízes para os anos de 2012-2013 da Coopasub.

Tabela 83. Estimativa de Produção de Raízes de Mandioca Entre os Cooperados para os Anos de 2012/2013.

AMOSTRA 357 COOPERADOS[1]	**2012**	**2013**
Área Plantada/ha	740	820
Área Média p/Cooperado/ha	2,08	2,30
Expectativa de Produção[2] t/ha^{-1}	10.000	11.070
PROJEÇÃO PARA 2000 COOPERADOS	2012	2013
Área Plantada/ha	4.150	4.593
Área Média p/Cooperado/ha	2,08	2,30
Expectativa de Produção/t[2]	56.025	62.017
[3]PROJEÇÃO ACIMA C/REDUTOR DE 35%	2012	2013
Área Plantada/ha	4.150	4.593
Área Média p/Cooperado/ha	2,08	2,30
Expectativa de Produção/t (*) (**)	36.416	40.311

Fonte: Coopasub (2012).

[1] 82 dos cooperados pesquisados, equivalente a 23% da amostra, não produzem mandioca.
[2] Produtividade considerada de 13,5 t/ha^{-1}.
[3] Estabelecido um redutor de 35% na projeção, tendo em vista a amostra ter sido realizada nos municípios mais tradicionais na produção de mandioca e possível redução na produtividade decorrente de eventos climáticos, pragas e doenças.
Obs: Total de cooperados considerados: 2.000 - Cooperados pesquisados: 357.
Percentual de cooperados pesquisados: 17,85% - Municípios da área de abrangência do projeto: 18.

Municípios pesquisados: 03 (Belo Campo, Cândido Sales e Tremedal,). Percentual de municípios pesquisados: 16,7%.

A tabela 83 mostra uma projeção em 2012 e 2013, para 2000 cooperados, de 4.150,03 e 4.593,89 ha, respectivamente. Entretanto, o volume de raízes processadas em 2011, 3489 (tabela 83), corresponde a uma área plantada de 290 hectares, levando em conta os dados do IBGE (2010), de produtividade média de 12 t/ha^{-1}. Acrescente-se que a projeção considera uma produtividade nestes anos de 13,5 t/ha^{-1}.

As perspectivas futuras de competição com a fécula oriunda do Estado do Paraná parecem promissoras, uma vez que este Estado tem que agregar o custo do transporte ao seu produto final. A fecularia adotou como uma das estratégias de competição, dar a opção aos compradores de fécula de escolher as propriedades físicas da fécula que mais se adequem às suas regiões. Desta forma, alguns compradores têm optado por uma fécula mais úmida ou mais seca, com diâmetro de amido mais fino ou mais grosso, segundo diversas especificações e a fecularia se capacitou para produzir esta fécula diferenciada para os tipos de mercados. Entretanto, apesar destes aperfeiçoamentos será o grau de competitividade e os cenários futuros para o desempenho econômico e sustentável que definirão os rumos desta indústria. Dentre os cenários definidores, há que se levar em conta a intensificação das condições de seca devido ao aquecimento global. A severidade da seca tem causado nesta região um forte impacto na redução do pasto que é a principal fonte de alimento do gado de corte, fazendo com que a raiz de mandioca se torne uma alternativa viável de alimentação do gado, gerando dois tipos de problemas que afetam o funcionamento da fecularia da Coopasub: 1. Excesso de demanda elevando o preço da mandioca *in natura* tornando a relação custo x benefício da fecularia desfavorável; 2. Escassez de raiz para a produção de fécula. Um segundo cenário, que consta do Plano de Negócios da Coopasub, relaciona-se com a sazonalidade de oferta da raiz de mandioca. A sazonalidade da produção nacional de mandioca implicaria em queda drástica dos preços aos consumidores finais com impacto direto na lucratividade das atividades em toda cadeia produtiva da mandioca. Um terceiro cenário, de cunho otimista, projetado pela Coopasub se baseia na redução futura da concorrência com as indústrias de fécula do Paraná. Por esta projeção, fundamentado em cenários do CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada), ocorreria uma redução na oferta de mandioca, nas regiões Sul e Sudeste no que se refere a área plantada, da ordem de 46,5% (principalmente Paraná e São Paulo). Esta redução é explicada pela crescente elevação dos custos de mão-de-obra, aliado a migração para outros segmentos mais lucrativos da

agroindústria como: Derivados da Cana, Pecuária e Grãos em geral o que favoreceria a fecularia da Coopasub. Entretanto, um cenário negativo também é projetado levando em conta à manutenção futura da falta de solidez das relações contratuais, ocasionando o não fornecimento contínuo de mandioca para este segmento industrial.

Como fator positivo, pode-se destacar a liquidez imediata da fécula, tanto no Mercado nacional como no internacional.

Embora a fecularia tenha entrado em funcionamento em 2011, não sendo possível estabelecer uma série histórica para análise de tendência, pode-se através do cálculo da quase-renda e do índice de competitividade deduzir tendências e construir indicadores de competitividades a serem seguidos por esta indústria.

7.5.2 Cálculo da Quase-Renda Total (QR_t), Custo de Oportunidade (W) e do Índice de Competitividade (IC) da Fecularia da Coopasub

Caso a intenção fosse fornecer indicações para a decisão de entrar no mercado, o relevante seriam os custos totais médios e se estaria fazendo referência à renda e não à quase-renda.

- Cálculo da Quase-Renda Total (QR_t)

Para o cálculo da quase-renda da fecularia da Coopasub, tem-se:

1. $QRt = RT_t - CVT_t$

   No caso da Coopasub, temos, em R$: QRt = 1.004.000,00 – 946.000

   = R$= 58.000. **$QR_t$= 58.000.**

Aonde por definição, **2.** $RTt = Pt.Qt$

Sendo que: P_t = preço recebido pelo produto no período t;

Qt = quantidade produzida (t/ha^{-1}) no período t;

Substituindo-se a eq. (2) na eq. (1) tem-se:

3. $QRt=Pt.Qt - CVT_t$ (3)

A eq. (3) será comparada com um indicador de custo de oportunidade (W), resultando no indicador de competitividade (IC), eq. (4). $IC= QR_t/W$.

7.5.3 Custo de Oportunidade

A fecularia processou, conforme pode ser visto na tabela 82, 3489 t de raiz de mandioca, obtendo-se 801,7 t de fécula, correspondente a 107 dias úteis. O custo de oportunidade (CO) pode ser calculado então, como o custo de oportunidade que a Coopasub poderia ter obtido nos 33 dias no qual a cooperativa deixou de produzir (140 dias disponíveis – 107 dias efetivos de produção), diminuindo o valor do que não foi produzido durante estes 33 dias do capital de giro e custos fixos e variáveis. Não se descontou o volume de investimento, pelo motivo de que todo o maquinário da fecularia foi doado e não vendido à Coopasub, dentro do plano de investimentos em políticas públicas do governo federal. Em outras palavras, o volume de investimentos foi zero. Devido a este fato, o índice de competitividade pode se tornar positivo.

Para caracterizar o custo de oportunidade, a alternativa opcional escolhida pela Cooperativa foi a de direcionar os custos destes 33 dias não produzidos para fortalecer o elo de Mercado desta cadeia produtiva, junto aos agricultores cooperados com a finalidade de garantir uma maior regularidade e qualidade da oferta de matéria-prima para a fecularia.

7.5.3.1 Cálculo do Custo de Oportunidade

O custo de oportunidade calculado pela gerência financeira da fecularia projetou que no início da moagem, a fim de atingir o ponto de equilíbrio da fábrica, o objetivo foi o de atingir a produção de 1.120 toneladas de fécula. Assim considerando, podia-se ter produzido mais 318,3 toneladas e, com isso se elevar o faturamento em mais R$ 398.607,00. Para se chegar ao custo de oportunidade, se deduziu os custos variáveis que seriam incrementados para consecução desse objetivo, assim estimados: Matéria-prima R$ 216.542,00, embalagens R$ 12.700,00, lenha R$ 7.000,00, outros R$ 11.000,00, totalizando custo variáveis de aproximadamente R$ 247.242. Chegando-se então a uma projeção líquida de R$ **151.365,00**(custo de oportunidade), que corresponde a **15,07%** do total efetivamente obtido.

7.5.3.2 Cálculo do Índice de Competitividade (IC)

IC= QR_t/W, donde: $QR_t = 58.000$; W=151.365 (custo de oportunidade calculado pela gerência

financeira da fecularia). Tem-se então:

IC = 58.000/ 151.365 = 0,38.

IC= 0,38.

Esse indicador de competitividade, de acordo com Cardoso (2003), produz os seguintes resultados: IC ≤0, significa que as empresas que compõem o respectivo segmento da cadeia não estão recebendo nenhum retorno pela utilização dos recursos fixos de produção, tais como o tempo do proprietário administrador, a terra, as construções e outros elementos do capital fixo. Nessa condição, nem os custos variáveis estão sendo cobertos, uma vez que W sempre assume valores positivos, e considera-se como uma situação não competitiva. Caso essa condição se perpetue ao longo do tempo, o segmento não será sustentável. 0<IC, ≤ 1: significa que o retorno aos recursos fixos de produção é, pelo menos, equivalente ao indicador de comparação (custo de oportunidade). Essa seria uma condição melhor do que a anterior. Entretanto as empresas estão recebendo, pelos fatores fixos, no máximo uma quantidade que se aproxima do custo de oportunidade. Nessa situação, considera-se o segmento como marginalmente competitivo.

IC>1 implica que os recursos fixos de produção estão recebendo um retorno superior ao indicador de "custo de oportunidade". Nessa condição, o segmento foi considerado como competitivo.

O Índice de Competitividade calculado da Coopasub foi **IC= 0,38**, que classifica a fecularia quanto à competitividade no segmento marginalmente competitivo. Para este tipo de classificação, Cardoso (2003), faz as seguintes observações:

> Quando o segmento agrícola apresenta-se marginalmente competitivo, ou seja, a quase-renda gerada não foi suficiente para remunerar os fatores de produção específicos, utilizados no processo de produção, pelo menos no nível do custo de oportunidade considerado. Levando-se em conta que, para cada 2 hectares de mandioca gera-se um emprego direto, a quase-renda gerada deveria ser suficiente para proporcionar, aos proprietários dos fatores de produção, ao menos um valor equivalente ao salário mínimo. Se isso não acontece, há instabilidade na oferta e nos preços, em decorrência do estímulo à entrada no mercado e à saída dele, com perda de competitividade para a cadeia como um todo. Se os fatores de produção usados no segmento agrícola não estão sendo remunerados no nível do custo de oportunidade, o segmento e a cadeia não são eficientes e a competitividade fica comprometida (Cardoso,2003. p.p.159-160).

As observações deste autor explicam a situação da fecularia da Coopasub quanto à competitividade. Além do mais quando a quase-renda é inferior aos custos fixos, o

empreendimento tem prejuízo. A fecularia da Coopasub, do ponto de vista econômico, encontra-se pelos dados de 2011, nesta situação. O Índice de Competividade (IC), portanto, é sugerido para ser incorporado aos indicadores de sustentabilidade da dimensão econômica. Este índice mostra a situação atual da competitividade deste setor de processamento e estabelece a necessidade de ajustes na tomada de decisão.

7.5.4 Fatores de Competitividade da fécula produzida na Coopasub e a fécula produzida no Estado do Paraná

A fecularia da Coopasub compete diretamente com a fécula introduzida na região pelas indústrias do Estado do Paraná. Os condicionantes existentes de competitividade, entre a fécula da Coopasub e do Paraná são mostrados na tabela 84.

Tabela 84. Fatores de competitividade relativos entre a fécula do Paraná, vendida na microrregião sudoeste da Bahia e a fécula da Coopasub.

Fécula do Paraná	**Fécula da Coopasub**
Custo de produção para se produzir 1 t de fécula em 2011: U$$* 410,21. +*	Custo de produção para se produzir 1 t de fécula em 2011: U$$474. -*
Custo de energia *= Coopasub.	Custo de energia = Paraná.
Gasto de lenha: 20% menos do que a Coopasub. +	Gasto de lenha: 20% a mais do que o Paraná. -
Transporte: Acréscimo de 10% ao preço da tonelada de fécula. -	Transporte: não tem custo de transporte. +
Organizações setoriais: Muitas cooperativas no Paraná competem entre si. -	Organizações Setoriais: A Coopasub não compete com nenhuma organização similar no Estado da Bahia. +
Características do Sistema de Produção: • Disponibilidade de mão-de-obra: menor disponibilidade no Paraná. - • Cultivo intensivo com mais dependência de mão-de-obra: condição existente no Paraná que pode causar diminuição da competitividade. – • Solo, condições climáticas e ciclo de produção da mandioca. Todos os	Características do Sistema de Produção: • Maior disponibilidade na microrregião sudoeste; + • Cultivo de sequeiro +; menor mão-de-obra envolvida na atividade: aumento na competitividade. + • Solo, condições climáticas e ciclo de produção da mandioca. Todos os

fatores superiores à microrregião sudoeste: melhores solos, maiores índices pluviométricos e melhor distribuição das chuvas, ciclo de produção de 1 ano. +	fatores inferiores ao estado do Paraná: solos mais pobres, piores índices pluviométricos e distribuição irregular das chuvas, ciclo de produção de 2 anos. -
Estrutura de Mercado e concorrência: fácil acesso de entrada de novas indústrias e intensificação da competição por matéria-prima. -	Estrutura do Mercado: Mesma situação e a competição por matéria-prima é menor. +
Estruturação das Organizações dos produtores: Mais organizado no Paraná e melhor acesso à informação. +	Estruturação das Organizações dos produtores: Menos organizado na microrregião sudoeste e menor acesso à informação. -

Fonte. Coopasub (2012).

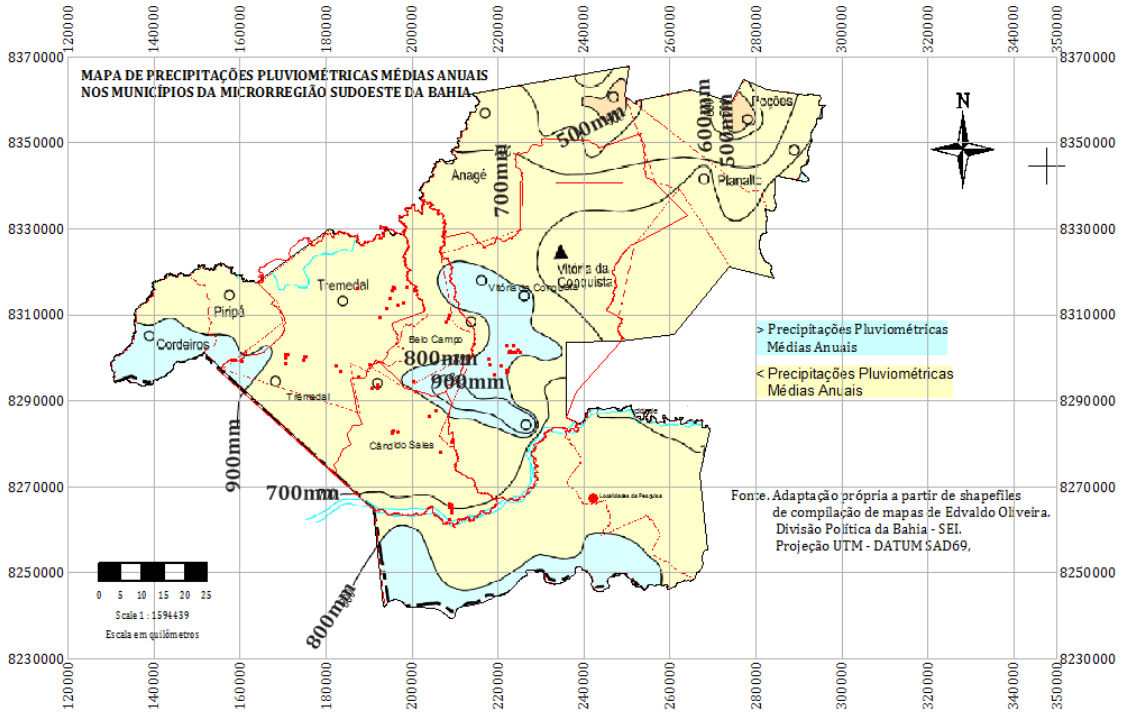
*Dólar cotado a R$ 1,85725.
*+ Fator de competição positivo. *– Fator de competição negativo. *= Fatores equivalentes.

Na sua concepção, conforme justifica Cardoso (2003), e considerando a mesma justificativa para a indústria de fécula da Coopasub, assumiu-se que a força motivadora que está por trás das decisões de investimentos das empresas se relaciona diretamente com a busca da minimização de custos. Nesse caso, além das receitas, o relevante é considerar os custos variáveis. A combinação desses dois valores fornecerá a indicação para a tomada de decisão de sair ou não do mercado. Entretanto, pela observação dos dados é necessário que os valores desfavoráveis da Quase-Renda e do Índice de Competitividade sejam revertidos para que os pontos positivos da tabela 84 sejam maximizados.

7.6 PLUVIOMETRIA DA ÁREA DE PESQUISA

O cultivo da mandioca nas quatro áreas de pesquisa é dependente dos períodos chuvosos. Não há irrigação e nem disponibilidade hídrica para este cultivo. A figura 177 mostra o mapa de precipitação média anual de uso nesta região.

Figura 177. Mapa de precipitação pluviométrica média anual.

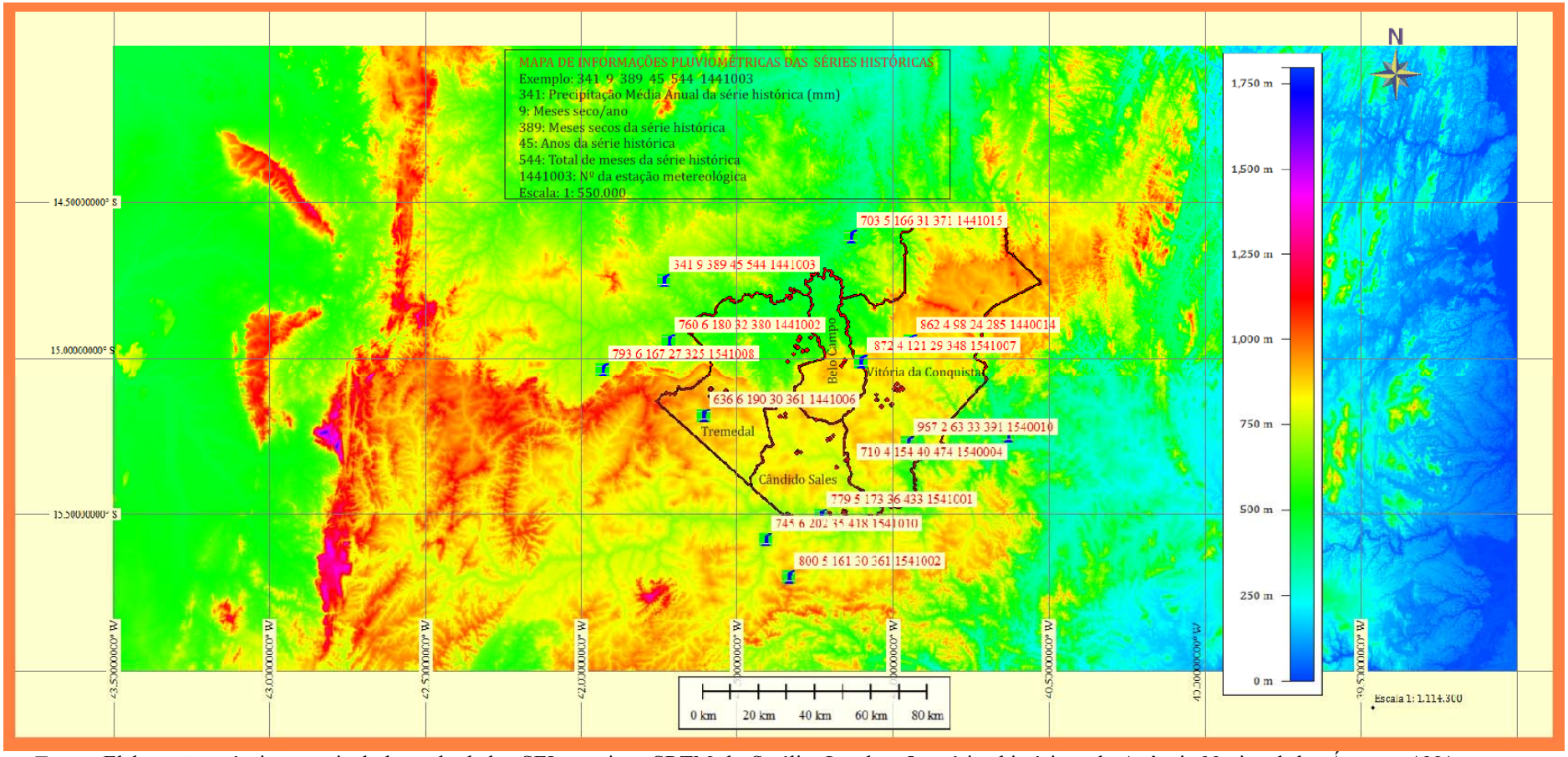


Fonte: Elaboração própria a partir de shapes de compilação de mapas de Edvaldo Oliveira.

A figura 177 representando as médias de precipitação anual, reunidas pelo autor da tese na região de estudo e condensadas num mapa, mostra não somente a escassez de informações climáticas existentes na área, mas também a inconsistência dos dados, uma vez que quando comparadas no mapa da figura 178 com as médias anuais das séries históricas, demonstram nítidas diferenças. Nenhum dos trabalhos de investigação feitos com a cultura da mandioca nesta área de pesquisa se baseou em séries pluviométricas históricas como nesta tese, mas mesmo assim várias conclusões foram realizadas com base em dados precários. No mapa da figura 178 organizou-se as informações das séries pluviométricas históricas de 12 estações dentro e no entorno da área da pesquisa. No exemplo do mapa, na numeração 341 9 389 45 544 1441003, tem-se as seguintes variáveis: 341: Precipitação Média Anual (mm), da série histórica; 9: Meses seco/ano; 389: Meses secos da série histórica; 45: Anos da série histórica; 544: Total de meses da série histórica; 1441003: Nº da estação meteorológica. Confrontando-se os dados de precipitação média anual das séries históricas com os da figura 177, pode-se comprovar diversas inconsistências neste último mapa, realizado originalmente através de interpolações. Desta forma, pode-se determinar com exatidão as variáveis das estações trabalhadas nesta tese. As estações, apresentadas na figura 178, foram: a. 1440014; b.

1541001; c. 1441006; d. 1541001. Considerou-se no mapa da figura 178, meses secos como aqueles com precipitação mensal menor do que 20mm. Observa-se também que apenas na elaboração do mapa, nos anos da série histórica, diminuiu-se 1 ano, na estação 1440014.

Figura 178. Mapa pluviométrico das séries históricas de 12 estações: precipitação média anual, meses de seca/ano, nº de meses de seca da série e total e nº da estação.



Fonte. Elaboração própria a partir de base de dados SEI, arquivos SRTM do Satélite Landsat 5 e séries históricas da Agência Nacional das Águas - ANA, com o uso do software Global Mapper 13.0.

Grande parte dos agricultores, muitos investigadores e entidades, na qual inclui-se a Coopasub, creditam ser possível, nesta área de pesquisa, elevar a produtividade da mandioca da média de 12,5 t/ha^{-1} (IBGE, 2011) para índices superiores a 20t/ha^{-1}, mesmo havendo na região um desconhecimento específico sobre a pluviometria. Para López (2002), a mandioca tem a reputação de ser um cultivo rústico, resistente a seca. Este autor argumenta que quando começa a estação da seca a planta diminui a produção de folhas novas enquanto perde continuamente as folhas velhas. Se o período seco se acentua, caem mais folhas diminuindo a área foliar a um nível mínimo e chega a reduzir o seu crescimento, entrando praticamente num período de latência. Embora a mandioca não tenha períodos críticos no qual a ausência de chuvas possa ocasionar a perda total da cultura (a menos que as condições de seca sejam muito prolongadas e que as plantas morram) um período severo de seca pode reduzir drasticamente tanto a produção de raízes como a de material propagativo para o plantio. Este autor exemplifica este tipo de situação, assinalando que a variedade conhecida como MCOL 22 quando submetido a um período seco de 10 semanas, iniciando 12 semanas depois do plantio, quando começa o armazenamento de amido nas raízes obteve uma redução de 30% na produção de raízes e de 50% na produção de manivas (ramos) e folhas. Por este exemplo, pode-se deduzir como o conhecimento das condições pluviométricas desta área é importante no estabelecimento de qualquer objetivo e tomada de decisão dentro da Avaliação Ambiental Estratégica, objeto desta tese. Além do mais dentre as várias respostas que se objetiva alcançar com a discussão desta seção, as seguintes perguntas por estarem na base de muitas convicções dos tomadores de decisão desta microrregião são importantes de se responder:

1. O perfil climático dos municípios da pesquisa são heterogêneo ou homogêneo?
2. Existem diferenças entre os meses secos e de chuvas entre as quatro localidades?
3.Existem diferenças entre as localidades quanto à coincidência da Curva de Absorção de Nutrientes da mandioca com os meses de chuva?
4. Existem diferenças entre as localidades quanto à severidade da seca?
5. É possível se aumentar o rendimento ou a produtividade da raiz de mandioca na condições pluviométricas existentes na região? Esta é a principal pergunta que se pretende responder, pois a crença no possível aumento da produtividade está na premissa básica de diversos projetos e investimentos utilizados na microrregião sudoeste. Pretendemos baseado nos dados pluviométricos em contraste com a literatura disponível oferecer a primeira resposta clara a esta importante questão.

7.6.1 Tipologia Climática da área de pesquisa

Até aonde a pesquisa desta tese pode investigar, não há tipologias climáticas na área de estudo, consistentes e baseadas em séries históricas de pluviometria que pudesse ser usado como comparação para esta discussão pluviométrica. O que há são classificações generalistas. Por exemplo, Oliveira (2012) cita que no Planalto de Conquista (compreendendo os quatro municípios desta pesquisa), ocorrem três tipos de clima, segundo a tipologia climática de Koppem: 1.Bswh; 2. Cwa; 3.Aw, que poderiam ser nomeados como: 1. Clima tropical (temperatura do mês mais frio do ano > 18 C°); 2. Clima árido (precipitação anual inferior a 500mm); 3. Clima temperado (temperatura média do ar dos 3 meses mais frios compreendidas entre -3 C° e 18 C°). Segundo Oliveira, em linhas gerais, esta microrregião sudoeste apresenta as faixas climáticas descritas na classificação de Koppen, porém mapeadas de diversas formas, criando complexas interpretações. De acordo com este autor, "levantamentos apontam, de forma generalizada, período secos de cinco a seis meses, entre novembro e março, com média geral de 19,5°C**,** com temperaturas de verão**,** em média de 20 °C contra 17 °C, no inverno. As precipitações médias anuais são distribuídas conforme o posicionamento dos ventos vindos do litoral**,** e variam entre 1.200mm, na borda leste**,** com prosseguimento a Sudoeste, cujas isoietas passam pelo município de Encruzilhada**,** chegando a Cordeiros. A média de precipitação é de 700mm anuais**,** em todo a Microrregião, o que configura clima com relativa presença de *stress* hídrico e déficit amplos**,** com baixa capacidade hídrica**,** tanto em águas subterrâneas quanto superficiais". Devido a este tipo de lacuna existente, optou-se em discutir esta seção comparando-se os dados da pesquisa com tabelas e gráficos feitos por investigadores na mesma área geográfica da tese, tais como, meses de plantios de mandioca existente em cada um dos municípios (uma vez que para se plantar a mandioca tem-se que ter a ocorrência de chuvas), tabelas de precipitações mensais de anos específicos, água disponível no solo de acordo com os meses do ano. A partir destas comparações será gerado uma tipologia climática específica para o plantio, calagem e fertilização da mandioca, incluindo-se as previsões climáticas. Estes dados específicos da área de pesquisa, feitos por outros investigadores científicos, são apresentados abaixo.

- Meses de plantio de mandioca

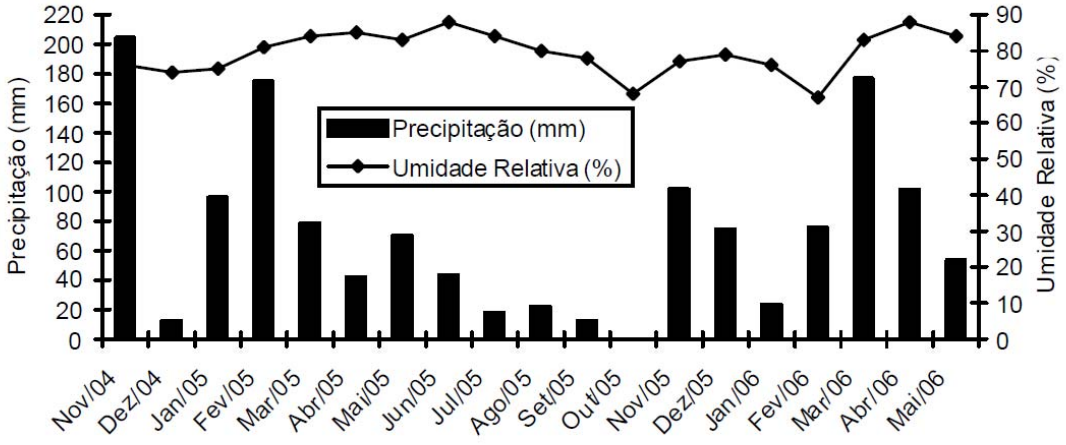
Tabela 85. Meses de maior ocorrência de plantio de mandioca (%) em Belo Campo, Cândido Sales, Tremedal e Vitória da Conquista.

	Jan	Fev	Mar	Abri	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
B elo Campo	12.2	4.1	4.1	0	0	0	0	0	0	26.5	33.7	14.3
Cândido Sales	12.6	5.2	6.6	0	0	0	0	0	2.4	22.7	32.5	14.3
Tremedal	11.6	1.7	2.5	0	0	0	0	0	1.7	29.8	36.4	13.2
Vit. da Conquista	11.1	5.8	10	2.6	1.6	1.1	0.5	1.1	2.1	18.9	31.6	10.5

Fonte. Carvalho (2006).

- Médias mensais de precipitação pluviométrica e umidade relativa do período de novembro de 2004 à maio de 2006, em Vitória da Conquista

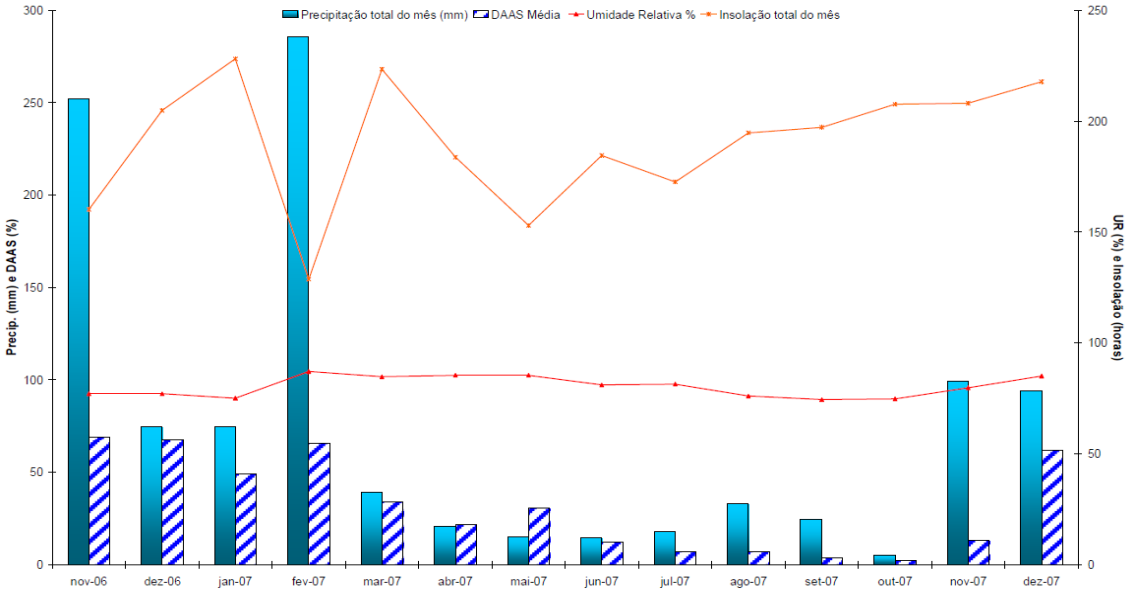
Figura 179. Médias mensais de precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar no período de novembro de 2004 a maio de 2006. Vitória da Conquista-BA, 2006.



Fonte. Lopes (2006).

- Médias mensais de precipitação pluviométrica, disponibilidade água no solo, umidade relativa do ar, insolação total médias no período de novembro de 2006 a dezembro de 2007. Vitória da Conquista-Bahia

Figura 180. Médias mensais de precipitação pluviométrica, disponibilidade água no solo, umidade relativa do ar, insolação total médias no período de novembro de 2006 a dezembro de 2007. Vitória da Conquista-Bahia.



Fonte. Ponte (2008).

- Calagem e adubação

A recomendação de aplicação de calcário para a mandioca é de 2 meses antes do plantio conforme Cardoso et al. (2009). Quando ocorre baixa umidade do solo, as operações de aração e gradagem, necessárias à incorporação de calcário, são dificultadas. Uma vez iniciado o período chuvoso, faz-se o preparo do solo com a respectiva aplicação de calcário. O plantio muitas vezes é realizado logo em seguida, a fim de se aproveitar o máximo da umidade, tanto para a brotação de manivas como para um bom desenvolvimento inicial das plantas que deve acontecer ainda no período chuvoso (Carvalho,2006). Para Calatayud (2002) o máximo aproveitamento de nutrientes por parte da mandioca ocorre durante o seu estágio de desenvolvimento de 2-4 meses.

7.6.2 Eventos agrícolas da mandioca e características de preparo de solo, plantio, calagem e adubação, da área geográfica da tese, influenciadas pela pluviometria

Os eventos agrícolas importantes da cultura da mandioca e que podem ser afetados por decisões tomadas pelos agricultores são: 1.Queimada da floresta; 2. Preparo de solo para plantio; 3. Calagem; 4.Adubação; 5.Plantio; 6-Efeitos da adubação. A figura 181 relaciona estes eventos agrícolas com as correlações estatísticas do Nº de Dias de Chuva (NDC).

Figura 181. Climograma do Nº de Dias de Chuva (NDC), apresentando meses selecionados de alta correlação estatística, relacionando-os a NDC das séries históricas das quatro localidades da pesquisa com as épocas dos eventos agrícolas significativos da cultura da mandioca, na área geográfica da tese.
Obs. 1. Alta correlação = meses de mesmas cores nas linhas; 2. Célula vazia = sem evento agrícola.

	Jan	Fev	Mar	Abril	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Vit. da Conquista	EA	EA	EA						P S - Q	PS-C	P	EA
Cândido Sales	EA	EA							P S - Q			EA
Tremedal		EA								PS-C	P	
Belo Campo	EA	EA								PS-C	P	

EVENTOS	
PLANTIO	P
PREPARO DO SOLO	P S
ADUBAÇÃO	A
EFEITO ADUBAÇÃO	EA
QUEIMADA	Q
CALAGEM	C

Fonte. Elaboração própria a partir de dados da pesquisa.

Os eventos do cultivo da mandioca, na área geográfica desta tese, possuem as seguintes características:

Queimada da floresta. O preparo do solo se inicia após a queimada da floresta realizada no mês de setembro.

Preparo do Solo. Realizado em setembro. Uma vez iniciado o preparo do solo para o plantio, o agricultor se torna dependente das chuvas em novembro.

Calagem. A calagem discutida na seção de fertilização foi considerada nesta tese um dos principais obstáculos para que a adubação da mandioca obtenha êxito. A recomendação, de acordo com Cardoso et al. (2009) é que seja feita 2 meses antes do plantio, o que coincide nesta área de estudo com o início do preparo do solo, em setembro, sendo necessário a ocorrência de água no solo para que esta reaja com o calcário. Neste mês ocorre um conflito de objetivos: é necessário para o agricultor que setembro seja seco para que estes agricultores pratiquem o principal método de preparo do solo: as queimadas da floresta para plantio de mandioca e ao mesmo tempo é necessário que haja umidade no solo para a ação do calcário. A maior parte dos agricultores termina optando por não fazer a calagem em setembro e muitas vezes fazê-la em outubro. A maioria dos agricultores, no entanto, opta por não fazer qualquer calagem. Como se verá em outros itens desta seção, não há chuvas suficiente em setembro para que se possa proceder a calagem e um dos objetivos desta discussão é também selecionar o melhor mês para realizar a calagem nestes municípios. Inicialmente, conforme apresentado na figura 180 considerou-se o mês de outubro como a melhor hipótese. Esta hipótese,

entretanto será discutida do ponto de vista pluviométrico para se proceder ao melhor ajuste possível.

Adubação. A adubação é realizada em cova, antes do plantio, em novembro.

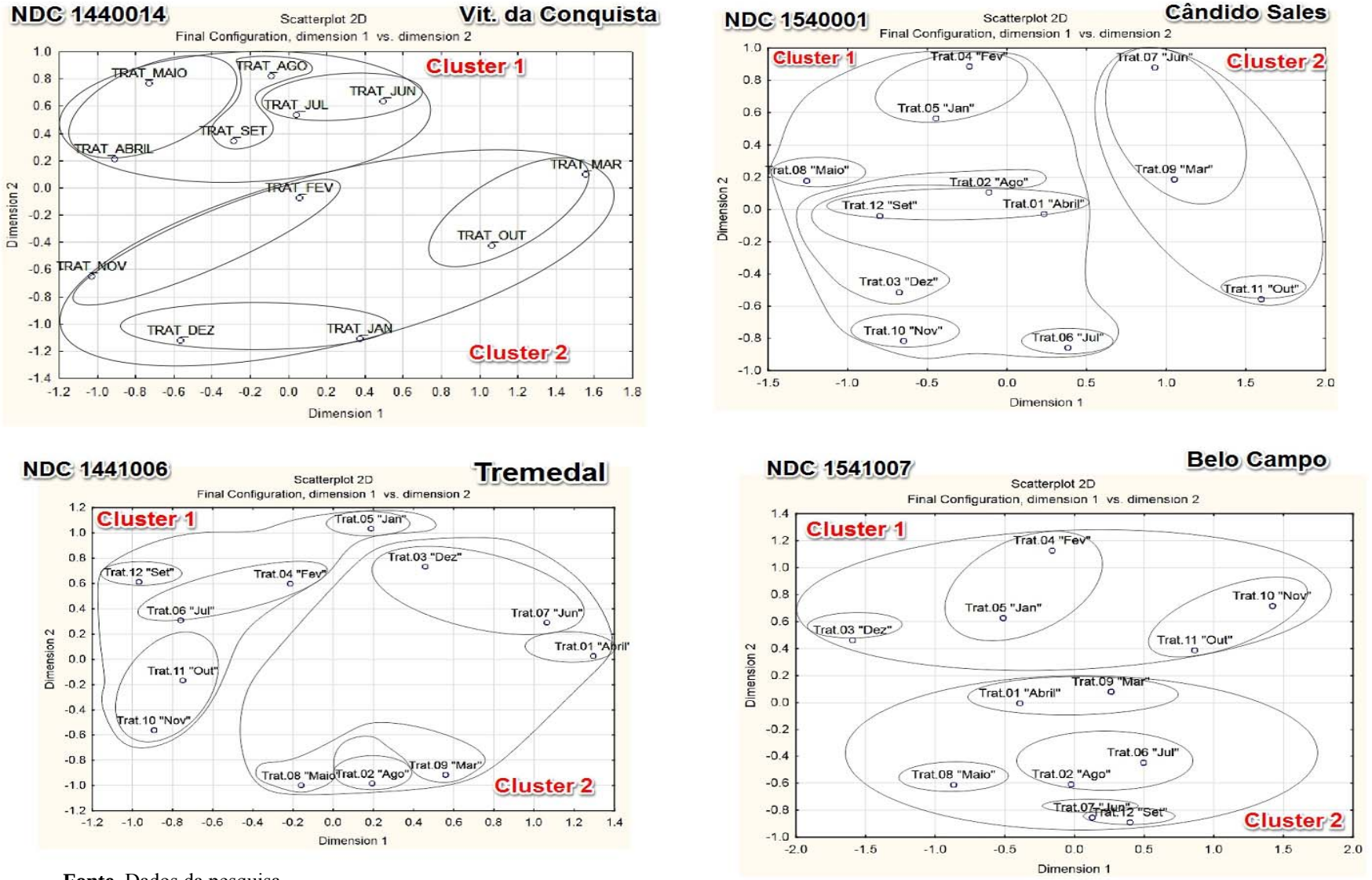
Plantio. Realizado preferencialmente no mês de novembro. No início deste mês, os agricultores aguardam o segundo período de chuvas para fazer o plantio. Com uma frequência variável, não mensurada, se ocorrer retardamento deste segundo período de chuvas, o agricultor pode optar pelo não plantio, arcando com perdas econômicas oriundas do preparo do solo, mão-de-obra empregada e custo do material do plantio. Para a Coopasub (2013), caso houvesse um sistema de previsão confiável, estas perdas poderiam ser reduzidas significativamente com ganhos para os agricultores e cooperativa.

Efeito da Adubação. Considerou-se neste item como "efeito da adubação", a ocorrência de água no solo durante o estágio de desenvolvimento da mandioca, coincidente com o máximo aproveitamento de nutrientes por parte da mandioca que para Calatayud (2002) ocorre 2-4 meses após o plantio.

7.6.3 Escalonamento Multidimensional

Os gráficos 2Ds do Escalonamento Multidimensional comparativos aos quatro municípios, referentes ao Nº de Dias de Chuva –NDC, das séries históricas das quatro estações são apresentados na figura 182.

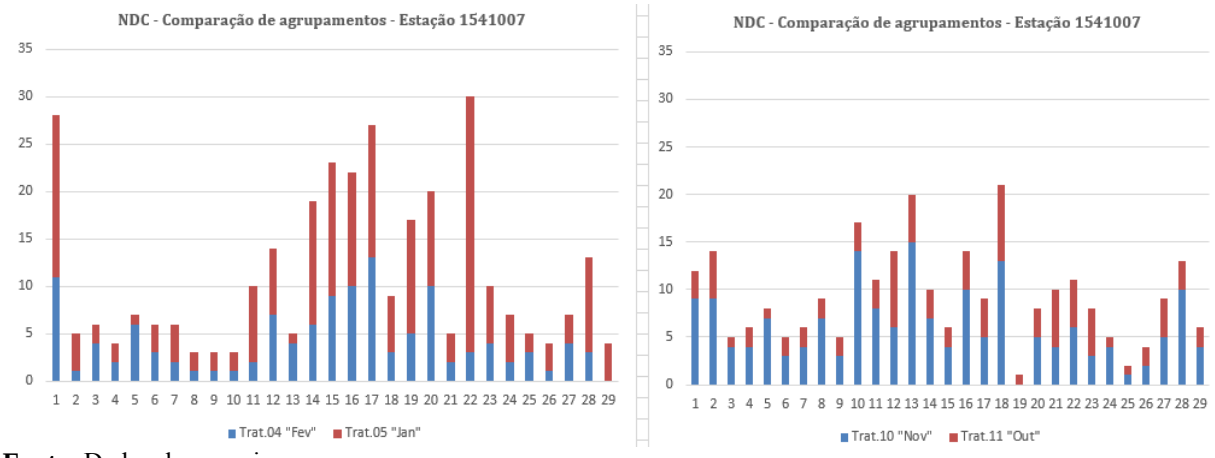
Figura 182. Gráfico 2 D do Nº de Dias de Chuvas, comparativo das quatro localidades da pesquisa.



Fonte. Dados da pesquisa.

O método de escalonamento dimensional usado para os dados pluviométricos é uma representação espacial no qual os meses são agrupados segundo semelhanças ou dessemelhanças de precipitação pluviométrica caída somente a partir da informação que entrega a matriz de correlação dos dados. Valores negativos dos eixos quando comparados com valores positivos representam à maior ou menor distância comparativa, uma vez que os eixos do mapa expressam apenas unidades de distâncias entre os meses, relativos às suas dissimilitudes ou similitudes. Desta forma quanto maior a similaridade dos meses menor a distância entre eles no mapa de posicionamento espacial. A interpretação quantitativa em termos de "maior" ou "menor" NDC, por exemplo, não se pode fazer diretamente no gráfico através dos valores dos eixos. É possível inferir elementos quantitativos e tendências para interpretação de cada agrupamento em função dos dados originais (não estandardizados) colocando em gráficos comparáveis na mesma escala. Apenas desta maneira se pode observar a diferença de comportamento entre os agrupamentos. Tomando como exemplo os agrupamentos fevereiro-janeiro e novembro-outubro, de Belo Campo, na figura 182, podemos dizer que fevereiro-janeiro tem uma média maior e novembro-outubro tem uma média menor somente em função dos dados estatísticos não estandarizados. O exemplo desta comparação entre os dois agrupamentos é apresentado na figura 183.

Figura 183. Médias comparativas dos agrupamentos fevereiro-janeiro e novembro-outubro, na mesma escala gráfica, gerado a partir de dados não estandarizados.



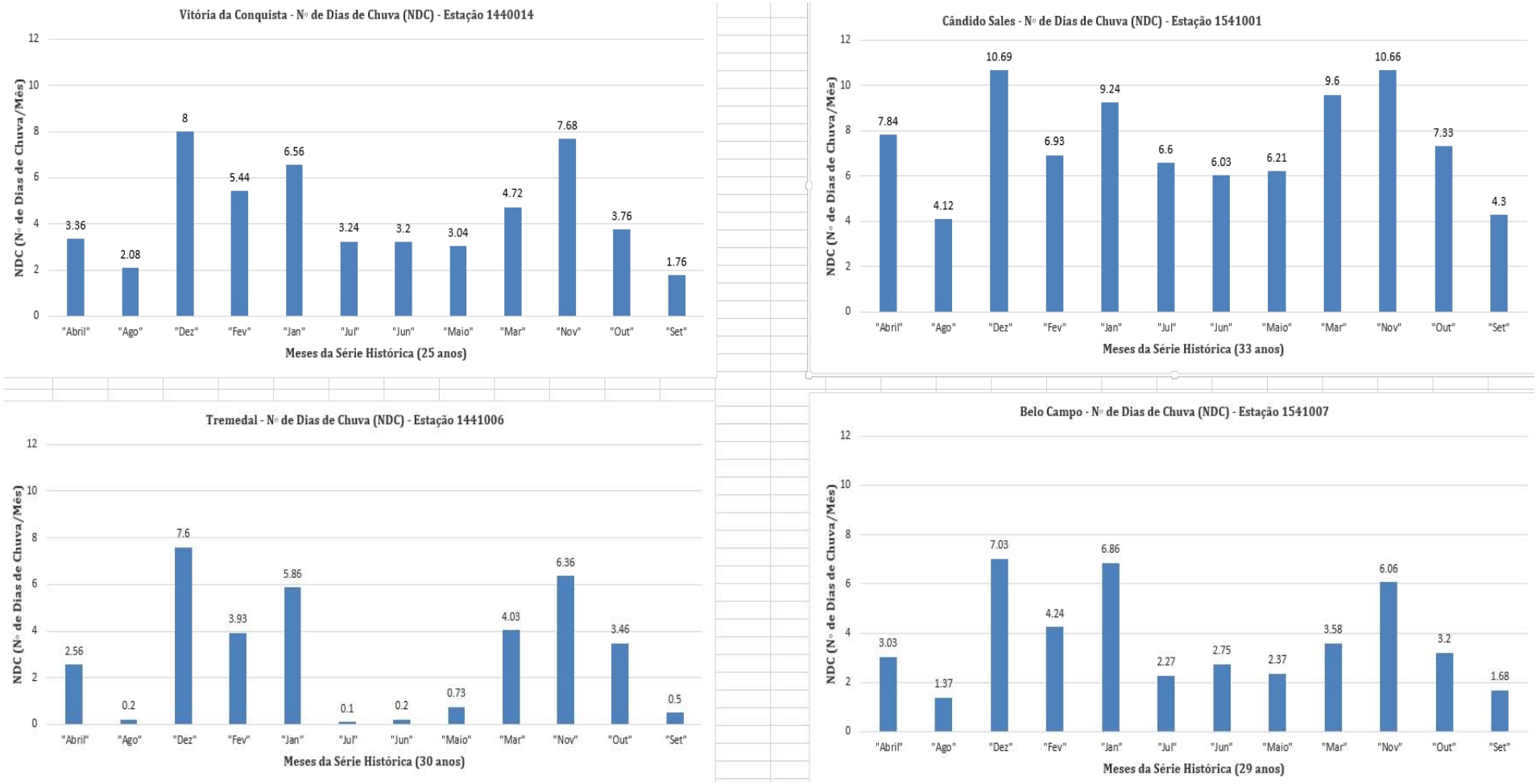
Fonte: Dados da pesquisa.

O gráfico do agrupamento fevereiro-janeiro, a partir dos dados não estandarizados, apresenta médias superiores ao gráfico de abril-maio. O posicionamento no mapa, entretanto, ocorre somente em função da similaridade e dissimilaridade dos objetos (meses) dos

agrupamentos: maior proximidade para os objetos de similaridade e maior afastamento para os de dissimilitudes. A interpretação da figura 182 é feita espacialmente da mesma forma pela qual se interpretam pontos geográficos num mapa. A numeração dos clusters na figura 182 serve apenas para facilitar a discussão.

As médias das séries históricas, NDC, comparativas para discussão dos dados pluviométricos são mostrados na figura 184.

Figura 184. Médias das séries históricas, na mesma escala gráfica, de Nº de Dias de Chuva-NDC comparativas com as quatro localidades da pesquisa



Fonte. Elaboração a partir de dados originais fornecidos pela Agência Nacional de Águas - ANA (2013).

7.6.4 Discussão

7.6.4.1 Nº de Dias de Chuva - NDC

- ✓ **Vitória da Conquista**

Quando se observam os gráficos 2 Ds de escalonamento multidimensional da figura 182, tem-se que em Vitória da Conquista ocorrem dois clusters, representando situações diferentes. Os meses entretanto se agrupam em pares de alta correlação. Quando se comparam os dois clusters deste município tem-se que o agrupamento dezembro-janeiro (cluster 2) guarda a maior dissimilaridade com os agrupamentos maio-abril, agosto-setembro e junho-julho (cluster 1). Em cada um destes clusters os meses se agrupam por semelhanças: No cluster 1 os agrupamentos correspondem aos meses de menor NDCs, conforme pode ser observado no gráfico de médias da figura 184 referentes a esta localidade, e os agrupamentos do cluster 2 correspondem aos meses, da figura 184, que possuem maior NDC. Esta observação concorda com Carvalho (2006) que separa os meses em duas estações: 1. Estação seca, correspondendo aos meses com menores NDC, do cluster 1; 2. Estação chuvosa: correspondendo aos meses de maiores NDC do cluster 2.

Do ponto de vista do plantio de mandioca resulta importante que o mês de novembro, mês tradicional de plantio seguido pelos agricultores de todas as quatro localidades, esteja agrupado com fevereiro e que dezembro mantenha correlação alta com janeiro, uma vez que estes meses, como se verá em seções mais adiante, que possuem bons índices de precipitações. Além do mais os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, coincidem com o período de maior absorção de nutrientes pela a mandioca, que é de 2-4 meses do plantio (Howeler, 2002). Os exames das médias de NDCs de Vitória da Conquista, na figura 184, indicam que os meses destes dois agrupamentos são os que possuem maior NDC e dezembro tem o maior NDC da série histórica. Por adição, ressalta-se que um bom NDC em dezembro é significativo na medida em que a mandioca plantada em novembro, sobrevive os seus primeiros 30 dias às expensas das substâncias de reserva contida no material original de plantio e em dezembro a água disponível no solo, oriunda da NDC deste mês, torna-se necessária para que a planta inicie a absorção de nutrientes pelas raízes. Neste cenário, o melhor aproveitamento do NDC de dezembro ocorre desde que o plantio da mandioca seja feito no início de novembro. Os agricultores de toda esta microrregião, porém, aguardam a segunda precipitação pluviométrica deste mês para só então iniciarem o plantio. Este atraso

no mês de novembro pode estar convergindo negativamente para o aproveitamento de nutrientes pela planta em dezembro. O mês de novembro mantém alta correlação com o mês de fevereiro (figura 182) e a observação do NDC de fevereiro, por parte dos agricultores, pode predizer, em termos de projeções, a NDC de novembro, tornando-se um indicador essencial de observação climática do produtor para a sua tomada de decisão de plantio em novembro e ajudando-o a evitar atrasos desnecessários de plantio neste mês. Fica claro que estas observações necessitam serem complementadas com as observações da Precipitação Média Mensal (PMeM) e da Precipitação Máxima Mensal (PMM).

A comparação dos dados de Carvalho (2006) apresentados na tabela 85 com os dados da pesquisa desta tese, mostra de forma geral, concordância. A observação da tabela 85 mostra que os meses de menor NDC, agrupados no cluster 1 da figura 182, são evitados para plantio de mandioca pelos agricultores e os meses de outubro e novembro, respectivamente, com 18.9% e 31.6% dos plantios, são os mais selecionados como opção de plantio. Sublinha-se que nesta localidade os 18.9% de agricultores que escolheram o mês de outubro como plantio podem não ter tomado a melhor decisão, caso se verifique que a precipitação média mensal, conforme os dados de pesquisa desta tese, não sejam suficientes para as necessidades da planta neste mês. Esta verificação poderá ser feita, tanto pela observação direta das médias como pela observação dos tipos de agrupamentos formados por outubro: caso este mês se junte a meses com altas PMeM, implicará para outubro comportamentos semelhantes com estes meses. Em caso contrário, indicará uma tendência de afastamento, no mapa de posicionamento, dos meses mais chuvosos. Maiores NDCs em novembro e dezembro, significaria coincidência com o início da época de absorção dos nutrientes pela raiz que ocorre 30 dias após o plantio.

- ✓ **Cândido Sales**

A observação das médias de NDCs de Cândido Sales (figura 184) mostra que este município apresenta NDCs maiores e com menor diferenças entre os meses do que nos outros locais da pesquisa. Dezembro e janeiro são os meses de maiores NDCs. Os meses escolhidos para plantio por parte dos agricultores desta localidade, de acordo com Carvalho (2006), seguem os mesmos critérios dos demais municípios: percentual de plantio maior concentrado, em ordem decrescente, no mês de novembro, vindo em seguida outubro e dezembro. Significativamente não há plantios nesta região em 6 meses do ano. No mapa de escalonamento houve três agrupamentos para este município: fevereiro-janeiro, setembro-

abril e julho-março, todos os agrupamentos apresentando alta correlação entre si. Março, de acordo com a figura 184, apresentou o terceiro maior NDC da série histórica desta localidade com 9.6 NDC/mês, mantendo alta correlação com abril e sugerindo que neste município a resposta da adubação, considerando apenas o NDC, pode ser otimizada, uma vez que todos os meses da estação chuvosa, a partir do plantio, em novembro até março, apresentam NDCs maiores do que os meses da estação seca. Estes dados estão de acordo com Carvalho (2006) que afirma que:

> "há uma concentração de plantios nos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro nesta região porque esse período engloba a estação chuvosa da região, que se inicia, geralmente, em outubro ou novembro, justamente os meses mais citados para a realização do plantio" (Carvalho,2006).

Entretanto, é necessário conhecer se os NDCs mantêm a mesma correspondência com as precipitações mensais, pois podem ocorrer cenários de bons NDCs com fracas precipitações. Destaca-se ainda nesta localidade a correlação existente entre os meses de setembro-abril, podendo ser utilizado, para previsões: o agrupamento de setembro-abril possui uma alta correlação no mapa de posicionamento, sendo setembro o mês no qual os agricultores realizam a queimada e o preparo do solo para plantio de mandioca (Carvalho,2006). Seria muito importante, portanto, que estes agricultores tivessem conhecimento da tendência de chuvas em setembro, pois este conhecimento afeta diretamente o preparo do solo. Por exemplo: Quando ocorre baixa umidade do solo, as operações de aração e gradagem, necessárias à incorporação de calcário, são dificultadas (Carvalho,2006). Ou de outra forma: quando houver muita umidade do solo, do ponto de vista estrito do agricultor, não será possível proceder a queima da floresta neste mês para plantio de mandioca. Nesta situação o agricultor deverá observar o comportamento do NDC de abril para projetar as tendências para o mês de setembro, auxiliando-o na tomada de decisão. Ao se observar O NDC deste agrupamento, pode-se ver que dentre os quatro municípios, Cândido Sales é o que apresenta maior NDC para os meses deste agrupamento. Esta correlação poderá elevar também as PMeM correspondentes a estes meses. O agricultor deverá, portanto, observar o NDC de abril para fazer as suas projeções em setembro, uma vez que o comportamento destes meses são similares.

A alta correlação existente entre os meses de janeiro-fevereiro, meses da estação chuvosa, quanto ao NDC pode aumentar a disponibilidade uma maior distribuição de chuvas em fevereiro, no mês crítico para a absorção de nutrientes pela mandioca.

- ✓ **Tremedal**

Neste município o escalonamento multidimensional gerou dois clusters. O mês de fevereiro (Cluster 1) possui uma alta correlação com o mês de julho, ambos incluídos na estação seca. O agrupamento de dezembro-junho pode ser classificado como de dissimilaridade, uma vez que agrupa o mês de maior NDC do município, dezembro, com o de menor NDC. Os dados da figura 184 mostram em Tremedal uma separação climática entre 6 meses de baixo ou mesmo nenhum NDC com seis outros meses com NDC acima de 3 dias/mês. Quando se comparam estes dados de médias de NDCs com os meses selecionados para plantio, por parte dos agricultores, conforme Carvalho (2006), na tabela 85, pode-se observar concordância com este autor quanto a tipologia climática desta área. No entanto, torna-se necessário conhecer a PMeM e a PMM destes meses para uma tomada de decisão mais estruturada, por parte dos agricultores, relativos aos eventos agrícolas da mandioca.

- ✓ **Belo Campo**

Em Belo Campo a matriz de correlação formou dois clusters que comparados com as médias da figura 184, separou os agrupamentos dos meses por semelhanças entre si: os meses com maiores NDCs, da estação chuvosa (exceção de março) no cluster 1 e os meses de menores NDCs, da estação seca, no cluster 2. Quando se observam as médias destes meses, pode-se ver que apenas os meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro possuem NDCs superiores a 4 dias/mês. Neste município, o mês de setembro com 1.68 dias/mês é um claro obstáculo ao preparo do solo com a incorporação de calcário. A alta correlação existente entre novembro-outubro pode estar indicando, a depender dos dados complementares de PMeM e PMM, que a incorporação de calcário deva ocorrer no mês de outubro. Neste município deve-se ressaltar a alta correlação existente entre os meses março-abril. Este agrupamento tem um único mês da estação chuvosa que se agrupa com um mês da estação seca, podendo estar indicando a mais baixa PMeM, de todos os meses da estação chuvosa, para Belo Campo.

7.6.4.2 Comparação das quatro localidades quanto ao NDC

Quando se compara o mapa de posicionamento climático do Nº de Dias de Chuva – NDC, das quatro localidades, com as respectivas médias das séries históricas obtêm-se semelhanças quanto à tipologia climática entre Vitória da Conquista e Belo Campo. A resposta expressa pelos dados apresentam estes dois municípios com separações nítidas de

clusters com os menores meses de NDCs e com maiores meses de NDCs. Ao se comparar os gráficos de médias destes dois locais, mês a mês, percebe-se a convergência de um padrão comum: a diferença máxima entre os mesmos meses das duas áreas é inferior a 2 NDCs/mês. Dos quatro municípios, Cândido Sales apresenta o melhor perfil climático caracterizado pelos índices mais uniformes de NDCs quando comparados com as demais áreas. Neste município os agrupamentos do escalonamento multidimensional colocam num mesmo cluster (cluster 1), NDCs correspondentes a nove meses, superior as demais áreas. Ao se observar as médias de NDCs destes meses, na figura 184, se verifica que o NDC de cada mês de Cândido Sales é superior aos meses correspondentes de todos os demais locais, podendo-se concluir que nesta estação meteorológica, este município tem não só menores diferenças entre dos NDCs comparativo aos demais, como também possui os maiores índices de NDCs. Há porém, um fator desfavorável nesta área: o mês de novembro de Cândido Sales, mês preferencial de plantio pelos agricultores (Carvalho,2006), não estabelece correlação com nenhum outro mês (figura 182), não podendo, portanto, ser feita qualquer projeção baseada nos agrupamentos do escalonamento multidimensional. Dezembro, no entanto, mantém uma alta correlação com agosto e esta correlação de um mês da estação chuvosa com outro mês da estação seca poderá projetar diminuição comparativa de PMeM quando este mês for comparado com outros meses da estação chuvosa, a exemplo de novembro. Isoladamente, conforme, o gráfico de médias da série histórica, dezembro possui o maior índice de NDC de Cândido Sales, podendo não significar a maior PMeM devido ao tipo de correlação apresentada com um mês da estação seca. Tremedal apresenta a pior situação climática comparativa com os demais municípios: tem 5 meses com NDCs próximo de zero e mais 3 meses com índices inferiores a 4NDCs/mês. Dois agrupamentos deste município apresentam alta correlação por dissimilaridade, conforme pode ser verificado nos gráficos de médias correspondentes: dezembro-junho e fevereiro-julho. Pelo exposto as quatro áreas da pesquisa, analisadas quanto ao NDC apresentam tipologias climáticas semelhantes entre Vitória da Conquista e Belo Campo e tipologias diferentes para as demais áreas. Da perspectiva de separação de meses com maiores e menores NDCS todos os municípios, exceto Cândido Sales, apresentam separação nítida em dois grupos: abril, maio, junho, julho, agosto e setembro com as menores NDCS, podendo ser classificados como meses da estação seca e o restante dos meses com maiores NDCs, podendo ser classificados como meses da estação chuvosa. Os dados da pesquisa concordam com Carvalho (2006) que na sua investigação climática da microrregião sudoeste da Bahia, incluídas as quatro localidades desta tese, diz que: “Para a região Sudoeste

da Bahia pode-se acrescentar a variação climática existente entre e até dentro de um mesmo município". A variação climática observada por este investigador está de acordo com os dados do presente estudo com as exceções de Vitória da Conquista e Belo Campo que possuem tipologias climáticas de NDCs semelhantes, entretanto, abrindo divergência com este autor, esta conclusão concorda apenas com a variável Nº de Dias de Chuva (NDC). Após a discussão das outras variáveis, e principalmente quando se estabelecer o balanço hídrico para alguns destes municípios, se poderá então emitir uma resposta mais estruturada para esta afirmação.

7.6.5 Precipitação Média Mensal – PMeM

- ✓ **Vitória da Conquista**

Os gráficos 2Ds e os gráficos de média são apresentados nas figuras 185 e 186. A observação da figura 185 mostra a geração de 2 clusters, mas apenas o cluster 2 formou os seguintes agrupamentos: dezembro-março, fevereiro-junho, julho-setembro e abril-mail. A distância no mapa de posicionamento das correlações abril-maio, meses da estação seca, e dezembro-março, meses da estação chuvosa, mostram os afastamentos entre estes dois aglomerados, significando dizer que estes agrupamentos são bastantes dissimilares entre si. Efetivamente quando se observa o gráfico de média correspondente a estas correlações tem-se que a média das precipitações entre as duas correlações são muito diferentes, classificando os meses dezembro-março na estação chuvosa e abril-mail na estação seca. Para o agricultor a alta similaridade da correlação dezembro-março permite que ele possa usar o comportamento do mês de março como um indicador de chuvas a se esperar em dezembro e vice-versa. Sublinha-se que março é o último mês da estação chuvosa, contando-se a partir do plantio em novembro, a coincidir com o último mês do período de maior absorção de nutrientes pela mandioca: 2-4 meses após o plantio. As outras correlações não aportam informações importantes para os eventos agrícolas da mandioca, uma vez que o novembro, o mês de plantio nesta região não estabeleceu correlações dentro da série histórica, assim como janeiro. Pela observação do gráfico de médias tem-se uma divisão entre os meses da estação climática considerada "seca":abril, maio, junho, julho, agosto e setembro e da estação climática "chuvosa": outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março. Dezembro, seguida de novembro e janeiro, em ordem decrescente, são os meses da série histórica que têm maiores índices de PMeM. Ao se comparar os dados desta tese com Lopes (2006), na figura 179, tem-

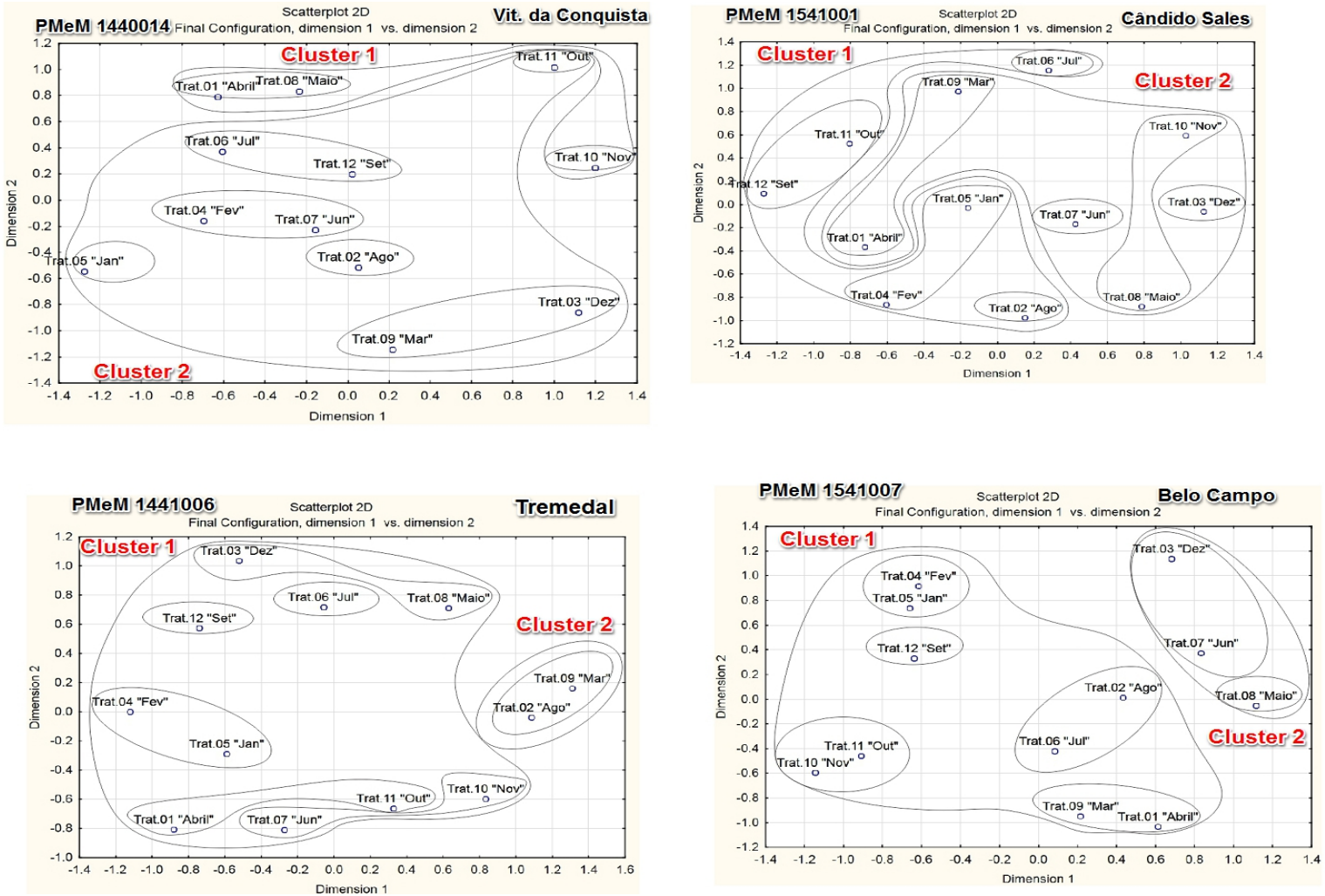
se um desacordo. No ano de 2004 este investigador assume que novembro é o mês que mais chove, seguido de fevereiro e janeiro. Dezembro recebe uma precipitação menor do que 20mm/mês. No ano de 2006, março, abril (um mês da estação seca) pontuam, por ordem decrescente, com os maiores índices pluviométricos. Lopes coloca o mês do novembro de 2004, em Vitória da Conquista como o que mais chove. Para Ponte (2008), em 2007, fevereiro foi o mês que mais choveu e novembro-dezembro tiveram índices baixos. Ao se observar os gráficos de média das quatro áreas de pesquisa desta tese, pode-se ver que novembro, dezembro e janeiro sempre pontuam como os meses de maiores índices de PMeM de todas as áreas da pesquisa. Por este contraste entre os dados desta pesquisa e dos referidos autores, fica claro o risco existente de se fundamentar a investigação em índices pluviométricos que não sejam de séries históricas. Estes autores usaram dados de apenas 2 anos.

- ✓ **Cândido Sales**

Em Cândido Sales o gráfico de escalonamento multidimensional gerou dois clusters. Dentre as correlações mais significativas, tem-se o agrupamento novembro-maio, que é uma correlação por dissimilaridade, entre um mês da estação climática chuvosa e um mês da estação climática seca. Esta alta correlação resulta importante para Cândido Sales, desde que novembro é o mês de plantio de mandioca por parte dos agricultores. O comportamento do mês de maio, mostrado no gráfico de média, pode assumir a função de indicador climático para os agricultores com o objetivo deste ter uma projeção de chuvas para o mês de novembro. Janeiro-fevereiro, meses da estação chuvosa, possuem também alta correlação e esta correlação é relevante para o agricultor, desde que ele pode observar o comportamento de janeiro para projetar as chuvas de fevereiro, uma vez que estes meses tem, durante a série histórica, comportamentos semelhantes. De forma empírica para o produtor de mandioca, conforme se pode observar no gráfico de média de Cândido Sales, as chuvas de janeiro poderiam ter aproximadamente duas vezes a intensidade de chuvas de fevereiro, ou de outra forma: chuvas escassas em fevereiro também significaria projeção da diminuição de chuvas em janeiro. O gráfico 2D também correlacionou para Cândido Sales, os meses de setembro-outubro. Esta correlação é significativa porque estes meses são os de preparo de solo e calagem. O agricultor nesta situação poderia observar o comportamento do mês de setembro para tomada de decisão quanto à calagem. Chuvas escassas neste mês, abaixo da média histórica do gráfico de médias da figura 188, também poderia significar diminuição das

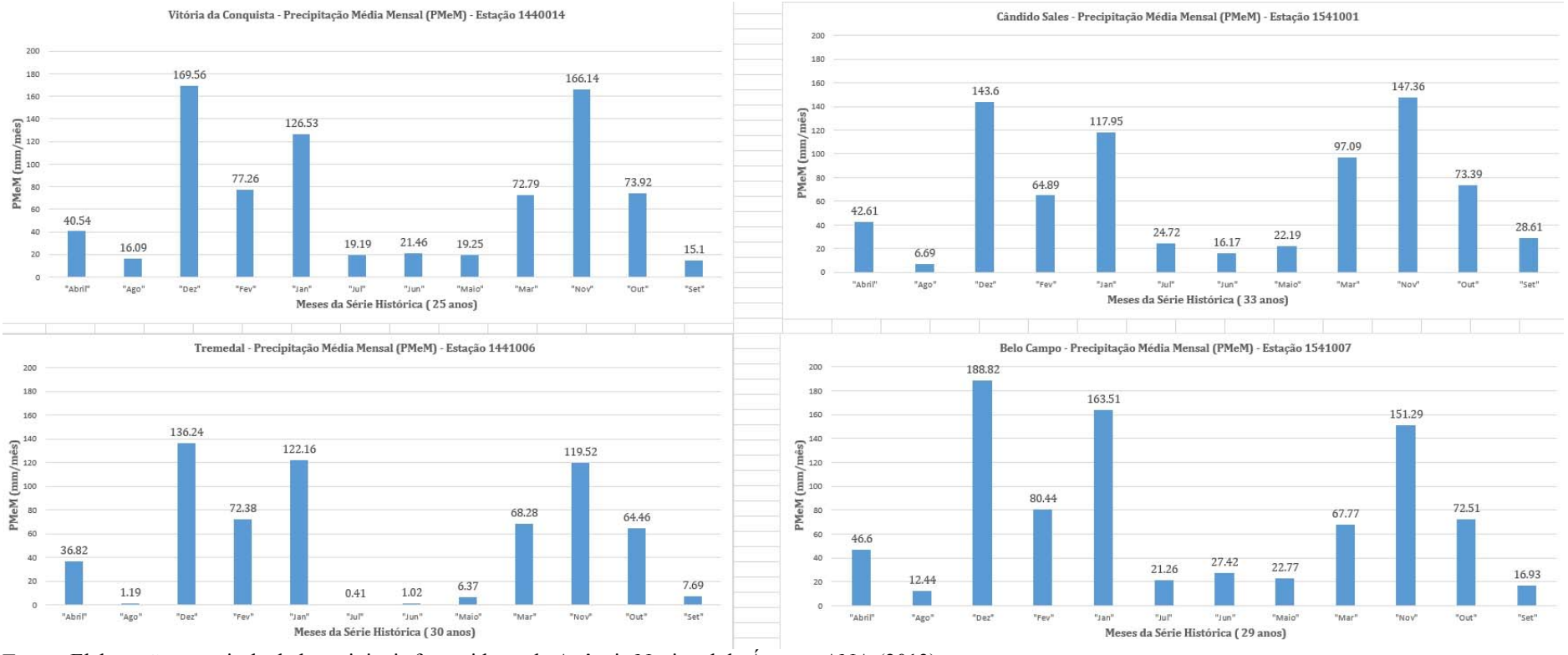
chuvas em outubro. A observação do gráfico de médias da série histórica de Cândido Sales, mostra o mês de novembro como o mês de maior índice pluviométrico, seguido de dezembro e janeiro. Para ajustes de adubação, fazendo coincidir a água no solo proveniente das chuvas com o período de máxima absorção de nutrientes pela mandioca (2-4meses) é necessário se ter informação da distribuição de chuvas para fevereiro e da PMM deste mês, o que se verá em outros itens desta tese.

Figura 185. Gráfico 2 D do Precipitação Média Mensal, comparativa das quatro localidades da pesquisa.



Fonte. Dados da pesquisa.

Figura 186. Médias das séries históricas, na mesma escala gráfica, da Precipitação Média Mensal comparativas com as quatro localidades da pesquisa.



Fonte: Elaboração a partir de dados originais fornecidos pela Agência Nacional de Águas - ANA (2013).

O plantio neste município segue o procedimento das demais áreas de pesquisa no qual os agricultores aguardam a segunda precipitação pluviométrica deste mês para só então iniciarem o plantio. Considerando que até 30 dias após o plantio, o crescimento de raízes e brotações novas dependem das reservas nutricionais contidas na maniva de plantio (Howeler, 2002), a planta inicia o seu período de absorção no segundo mês, em dezembro. Fevereiro, portanto, se tornaria um mês no qual toda a adubação, não só em Cândido Sales, dependeria de bons índices pluviométricos e também de uma boa distribuição. Para esta área o gráfico de médias da figura 186 informa uma média de série histórica de 64.89mm/mês, sendo necessário, entretanto, se verificar como este volume é distribuído ao longo do mês. Igualmente importante é a verificação do balanço hídrico desta localidade durante o mês de fevereiro, o que se verá em outros itens desta seção.

- ✓ **Tremedal**

Em Tremedal o escalonamento multidimensional gerou dois clusters e formou os agrupamentos de dezembro-maio, junho-novembro, março-agosto, fevereiro-janeiro e abril-outubro. As altas correlações por dissimilaridade de dezembro-maio e junho-novembro ao serem comparadas com os respectivos gráficos de médias da figura 186, informa ao agricultor que os meses de maio e junho de chuvas escassas, destes agrupamentos, correspondem a meses de bons índices em dezembro e novembro. Em anos no qual houvesse aumento de chuvas nestes dois meses da estação seca, poderia projetar igual aumento de chuvas nos meses da estação chuvosa de dezembro e novembro. A correlação janeiro-fevereiro, devido aos motivos listados acima relativos à adubação, requerem atenção: cabe ao agricultor observar o comportamento destes meses para ajudá-lo a projetar possibilidades sobre a eficiência da adubação. Abril-outubro é uma correlação significativa devido a outubro ser um mês de preparo de solo e, conforme os dados estão indicando, um mês que poderá ser escolhido para fazer a calagem, tendo em vista a recomendação de Cardoso (2009) que prescreve fazer a calagem para a mandioca 2 meses antes do plantio. Como em setembro não existe chuvas, nesta área de estudo, suficientes para reagir com o calcário do solo, de acordo com os gráficos de médias, não restará melhor opção ao agricultor do que fazê-la em outubro, mês fora da estação seca. Os gráficos de médias de Tremedal mostram que dezembro, janeiro e novembro, em ordem decrescente, são os meses que possuem maiores índices de PMeM.

- ✓ **Belo Campo**

Em Belo Campo o escalonamento gerou dois clusters e as correlações formadas mais importantes, conforme o interesse dos eventos agrícolas da mandioca, são os agrupamentos de novembro-outubro, janeiro-fevereiro e dezembro-junho. Novembro-outubro assume significado importante devido a este mês ser o de maior frequência de plantio na região e ao fato do agricultor só plantar depois da ocorrência da segunda chuva do mês. Neste cenário, o agricultor terá o mês de outubro como indicador para tomada de decisão, uma vez que estes meses guardam comportamentos semelhantes. De forma empírica, ele poderá projetar para novembro, de acordo com os dados do gráfico de média, uma intensidade de chuvas aproximadamente duas vezes maior do que a que venha a ocorrer em outubro. Esta informação pode ajudá-lo a evitar atrasos de plantio neste mês. O agrupamento janeiro-fevereiro será discutido na comparação dos quatro municípios e o agrupamento dezembro-junho, não aporta informações relevantes para as etapas de desenvolvimento da mandioca.

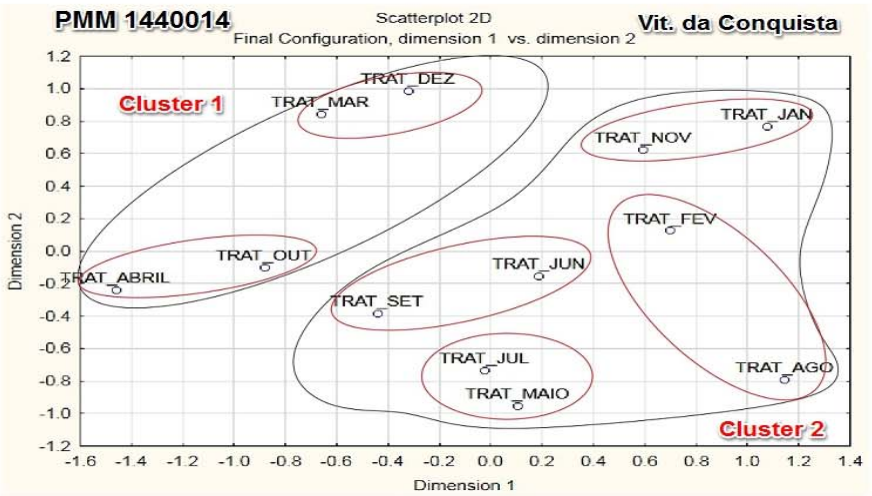
7.6.5.1 Comparação das quatro localidades quanto ao PMeM

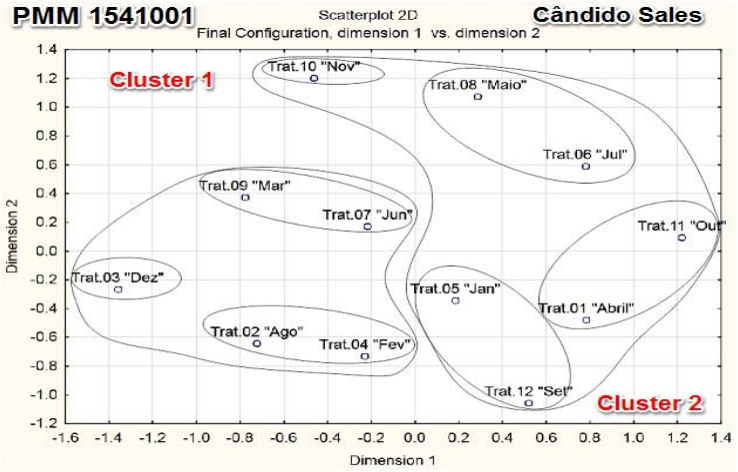
Os quatro municípios mantém o mesmo perfil climático com a separação dos meses em duas estações: seca e chuvosa. Os meses de dezembro e novembro da série histórica dos quatro municípios são os que possuem maior índices de PMeM. O mês de dezembro tem os maiores índices de PMeM em três dos quatro municípios e novembro é o mês de maior índice de PMeM em Cândido Sales. O município de Tremedal é o que tem os índices mais baixos de PMeM dos meses da estação seca: abril, maio, junho, julho, agosto e setembro. Estes meses podem ser considerados de uma perspectiva empírica como meses que não chovem nesta área. Os demais municípios apresentam bastante aproximação entre os índices de PMeM, como pode ser visto pelos gráficos de médias comparativos da figura 186. As correlações do escalonamento multidimensional dos meses dos quatro municípios são bastante distintas, entretanto, assinala-se a ocorrência de alta correlação entre os meses de janeiro-fevereiro nas áreas de Vitória da Conquista, Cândido Sales e Belo Campo. O mês de fevereiro como já foi indicado em itens anteriores é um mês que coincide com o período de maior absorção de nutrientes por parte da mandioca e nesta situação janeiro poderia servir de indicador para projetar para o agricultor a queda de chuvas em fevereiro, ajudando-o a tomar decisões de ajustes na adubação.

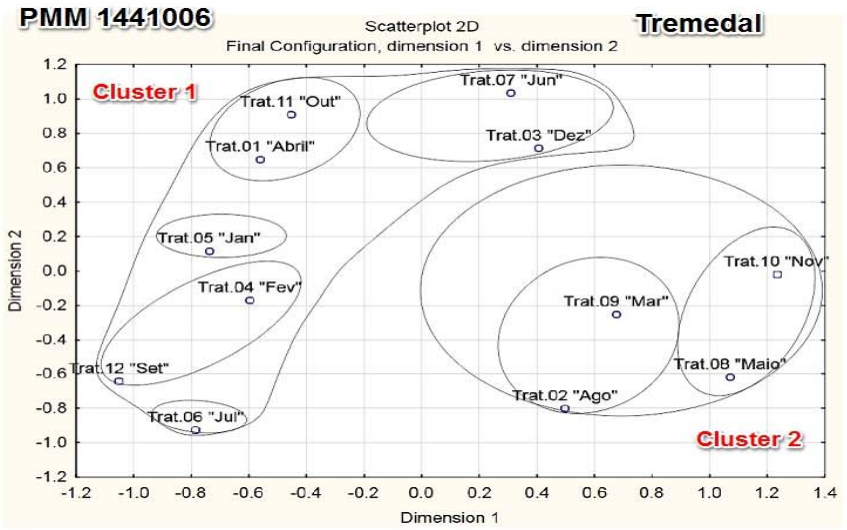
7.6.6 Precipitação Máxima Mensal

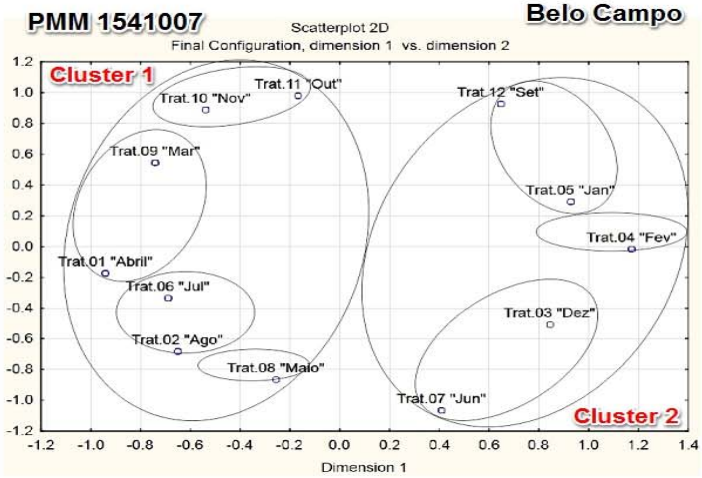
É necessário se conhecer como as Precipitações Médias Mensais (PMM) se distribuem ao longo de cada mês das séries históricas. O entendimento desta distribuição pluviométrica pode se conectar a vários eventos agrícolas da mandioca. Um exemplo significativo está relacionado com o plantio realizado pela maior parte dos agricultores no mês de novembro, após a segunda chuva deste mês. Outros eventos como a calagem e a disponibilidade de adubos no solo durante o período de maior absorção de nutrientes pela mandioca, também são sublinhados. Não há nesta região, por exemplo, consenso sobre qual é o melhor mês para realizar a calagem, levando em consideração elementos de pluviometria. As ações de adubação não estão sincronizadas com o plantio e a pluviometria para disponibilizar nutrientes para a planta durante o seu período de maior absorção. Todas estas questões podem ser esclarecidas pela compreensão de como as Precipitações Máximas Mensais são distribuídas ao longo do mês, tanto em percentual da PMM relativo à PMeM como da PMeM em função do Nº de Dias de Chuva (NDC). Os gráficos 2Ds e os gráficos de média são apresentados nas figuras 187 e 188, abaixo.

Figura 187. Gráfico 2 D do Precipitação Máxima Mensal, comparativa das quatro localidades da pesquisa.



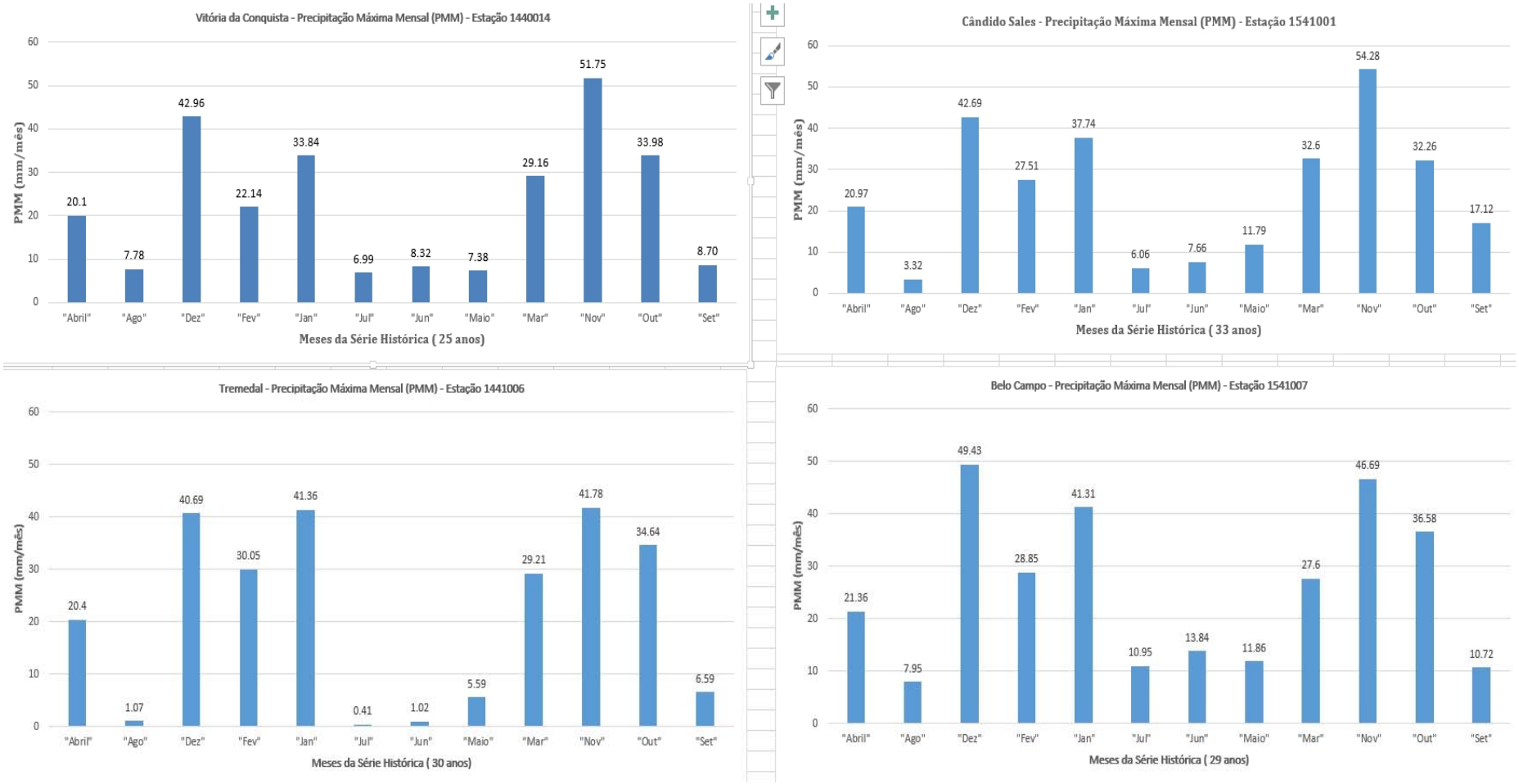






Fonte. Dados da pesquisa.

Figura 188. Médias das séries históricas, na mesma escala gráfica, da Precipitação Máxima Mensal comparativas com as quatro localidades da pesquisa

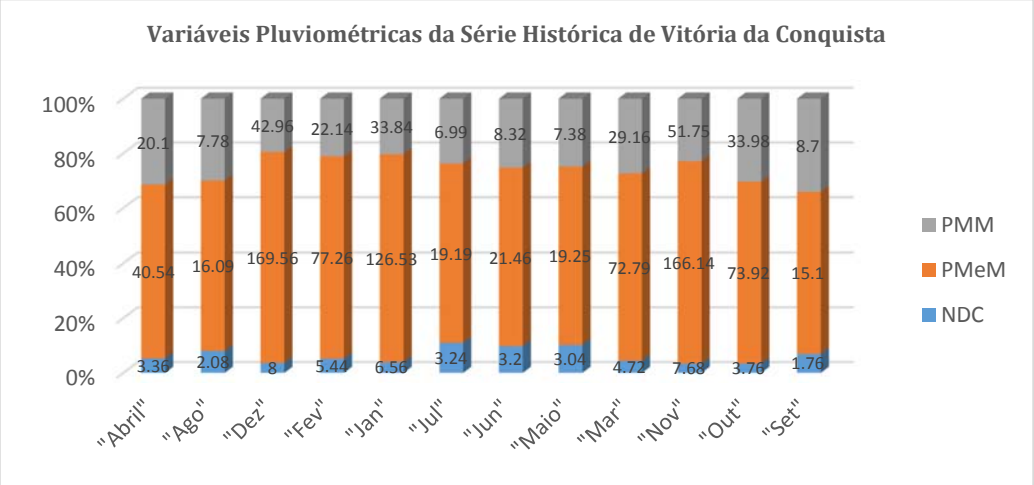


Fonte: Elaboração a partir de dados originais fornecidos pela Agência Nacional de Águas - ANA (2013).

✓ **Vitória da Conquista**

O mapa de posicionamento 2D para Vitória da Conquista mostra alta correlação por similaridade entre os meses dos agrupamentos dezembro-março e janeiro-novembro, todos meses da estação chuvosa. Entretanto, fevereiro, já mostra correlação por dissimilaridade com um mês da estação seca: agosto, indicando que entre os meses da estação chuvosa este é o mês com menor PMM. Esta dedução do mapa de posicionamento é completamente validado pela observação do gráfico de médias da figura 188. Da mesma forma a correlação por dissimilaridade outubro-abril já distância o mês de outubro dos meses com maior PMM, conforme se pode ver pelo afastamento deste agrupamento com os agrupamentos de janeiro-novembro e dezembro-março. Um dos motivos sugeridos de outubro se correlacionar com abril e janeiro com outubro, deve-se ao NDC maior de março do que de outubro. O detalhamento dos meses do ano quanto às variáveis de NDC, PMeM e PMM é apresentado na figura 189.

Figura 189. Variáveis pluviométricas da série histórica de Vitória da Conquista.



Fonte. Dados da pesquisa.

Os percentuais de PMM relativo à PMeM, baseado na figura 189, são apresentados na tabela 86.

Tabela 86. Percentual de Precipitação Máxima Mensal (PMM) relativo à Precipitação Média Mensal (PMeM) de Vitória da Conquista.

%=(PMM/PMeM) x 100	Abril	Ago	Dez	Fev	Jan	Jul	Jun	Maio	Mar	Nov	Out	Set
Vit. da Conquista	49	48	25	28	26	36	38	38	40	31	45	57

Fonte. Dados da pesquisa.

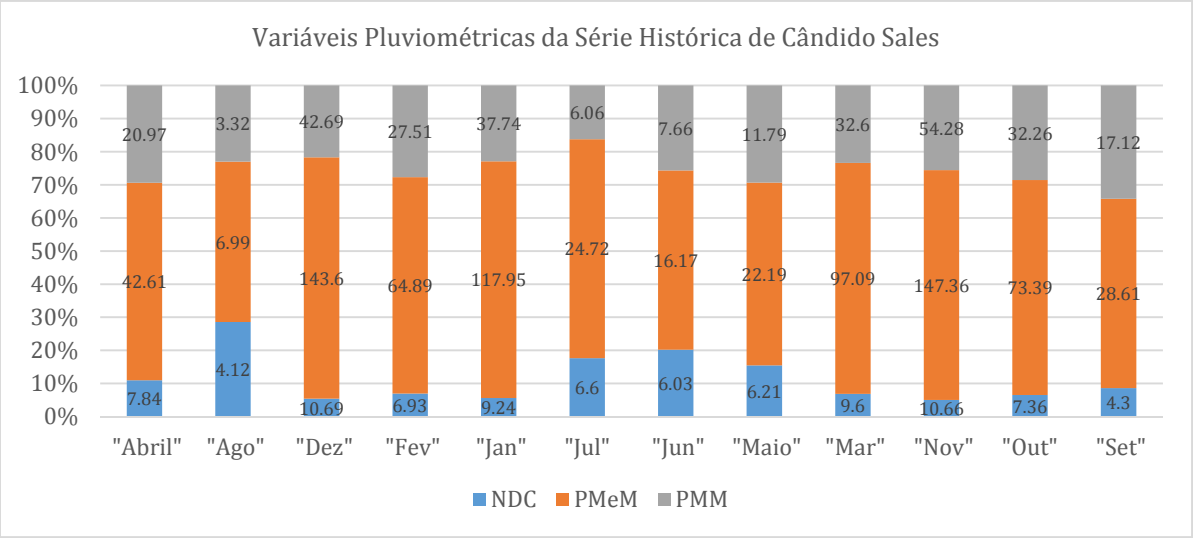
Pela observação da figura 188 pode-se ver que a Precipitação Máxima Mensal (PMM) dos meses da estação seca, atinge proporções elevadas da quantidade total de chuvas disponíveis para o mês. As observações da tabela 86 e da figura 189 mostram que em abril, por exemplo, a PMM chega a 49% para um total de 3.36 Nº de Dias de Chuva (NDC). No mês de setembro, de uma quantidade disponível de 15.1mm/mês, a PMM chega numa única precipitação à 57% do total para o mês, com apenas 1.76 NDC. Esta escassez grave de chuvas é a razão pela qual os agricultores escolhem este mês como o da queimada da floresta para iniciar o preparo do solo. Nos meses da estação chuvosa, dezembro, de um total de 169.56 mm/mês tem uma PMM de 42.96 mm/mês, correspondente a 25 % de um total de PMeM, com disponibilidade de 8 NDC. Novembro, o mês preferencial dos agricultores para o plantio de mandioca tem a PMM de 33.98 mm/mês de um total de 166.14 mm/mês, correspondente a 31% das chuvas do mês com 7.68 NDC disponíveis. Janeiro, em 6.56 NDC, tem a PMM de 33.84mm/mês, com um percentual da PMeM de 26 %. Em fevereiro, tem-se uma PMM de 22.14 mm/mês, de uma PMeM de 72.26 mm, correspondente a 28 % do total com 5.44 NDC. O mês de outubro, sugerido nesta tese como um mês de incorporação de calcário, tem-se uma PMM de 33. 98 mm/mês, de uma PMeM de 73.92 mm, com uma proporção de 45 %, tendo disponível apenas 3.76 NDC para o mês. Esta situação possivelmente reflete a alta correlação no mapa de posicionamento, deste mês com abril. Neste cenário, requer atenção a análise do mês de outubro (devido a calagem), do mês de novembro em função do plantio, dezembro, janeiro e fevereiro pelos motivos da coincidência destes meses com o período de maior absorção de nutrientes pela mandioca. Para o agricultor, a calagem poderá ser feita em outubro, imediatamente após a primeira chuva, uma vez que o NDC deste mês é baixo. Não será possível atender rigorosamente a recomendação técnica de se fazer a calagem 2 meses antes do plantio, pois a escassez de chuvas em setembro, não permite que este mês seja usado para este procedimento. Neste cenário, o agricultor deverá observar o comportamento do mês de abril, uma vez que a correlação é alta com outubro. Quanto ao plantio no mês de novembro, sugere-se que o agricultor examine a opção de se plantar logo depois da primeira chuva, sem esperar a segunda, de acordo com o seu procedimento tradicional. Para Vitória da Conquista, o mês de novembro não forma correlação de PMeM (figura 185), não havendo um mês de correlação para ele se guiar na sua tomada de decisão. Os meses de dezembro e janeiro, não indicam problemas de PMeM, sugerindo-se uma distribuição regular das chuvas devido a estes dois meses terem os maiores índices de NDC do ano (figura 189). Fevereiro, entretanto, como já relatado, é um mês

considerado essencial devido a coincidência com o período de maior absorção de nutrientes da mandioca. Tanto a correlação de PMeM como a de PMM agrupam fevereiro, respectivamente, com junho e setembro, meses de grande escassez de chuvas, não havendo, portanto, como fazer projeções de chuvas para fevereiro. O que pode apontar uma boa distribuição é que o município de Vitória da Conquista tem o menor percentual de PMM relativo ao PMeM, além quarto melhor índice de NDC dos meses, de acordo com o que é mostrado na figura 189.

- ✓ **Cândido Sales**

Em Cândido Sales, as correlações formadas de PMM não acrescentam elementos que ajudem significativamente em projeções climáticas para o agricultor. Novembro e dezembro não formam correlações. Janeiro possui uma alta correlação por dissimilaridade com setembro, mês da estação seca. Resta ao agricultor, na perspectiva dos eventos agrícolas da mandioca, observar a correlação outubro-abril, por ser outubro, possivelmente, o único mês disponível para a calagem. O comportamento do mês de abril, portanto, poderá projetar para o agricultor comportamento similar no mês de outubro. O gráfico de médias de PMM deste município segue, com poucas variações, o mesmo perfil dos demais municípios, separando meses correspondentes a estação seca e chuvosa: novembro, dezembro, janeiro, março e fevereiro detém os maiores índices. Verifica-se que o mês de setembro tem a maior PMM das quatro localidades. As variáveis pluviométricas NDC, PMeM e PMM são apresentadas na figura 190.

Figura 190. Variáveis pluviométricas da série histórica de Cândido Sales.



Fonte. Dados da pesquisa.

Os percentuais de PMM relativo à PMeM, baseado na 190, são apresentados na tabela 87.

Tabela 87. Percentual de Precipitação Máxima Mensal (PMM) relativo à Precipitação Média Mensal (PMeM) de Cândido Sales.

%=(PMM/PMeM)x 100	Abril	Ago	Dez	Fev	Jan	Jul	Jun	Maio	Mar	Nov	Out	Set
Cândido Sales	49	47	29	31	31	24	47	53	33	36	43	59

Fonte. Dados da pesquisa.

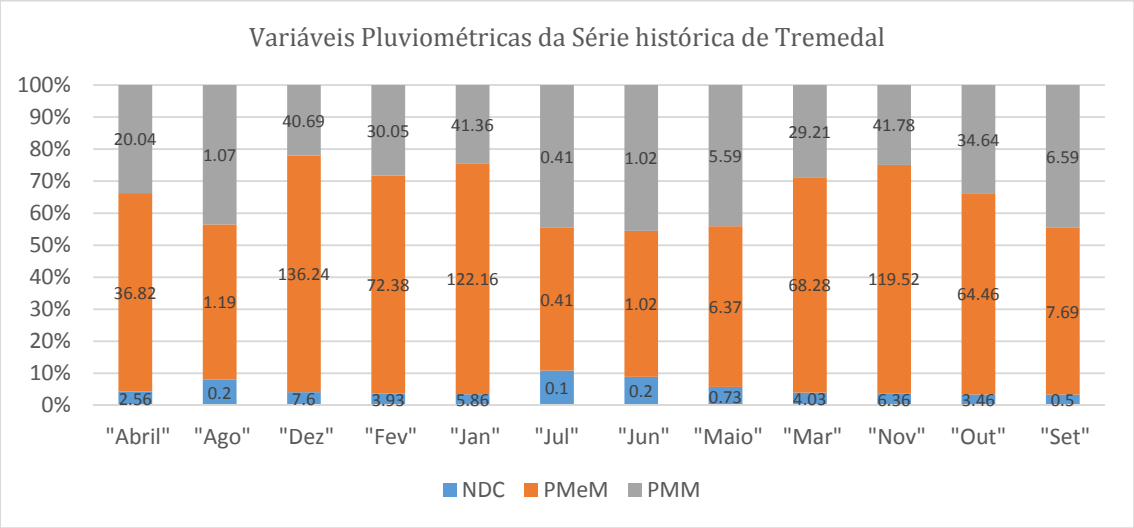
A observação da figura 190 e da tabela 87 mostram que o percentual da PMM relativo à PMeM não difere muito da situação de Cândido Sales, entretanto, a distribuição das chuvas em Cândido Sales é superior à Vitória da Conquista. A comparação do NDC dos dois municípios demonstram índices superiores para Cândido Sales, em todos os meses da comparação. Para outubro, mês sugerido para a incorporação de calcário no solo, há quase o dobro do NDC. O efeito da adubação neste município aparenta ser superior aos demais locais devido aos maiores NDCs existentes, distribuindo PMeM de valores aproximados entre as localidades.

- ✓ **Tremedal**

Em Tremedal o escalonamento muldimensional apresentou 2 clusters principais, gerando correlações dissimilares entre um mês da estação seca com outro mês da estação chuvosa: junho-dezembro, novembro-maio, março-agosto, outubro-abril e fevereiro setembro. Estas correlações não ajudam a projetar previsões devido aos meses da estação seca deste

município, visto na figura 188 apresentarem índices bastante baixos, podendo-se dizer que durante seis meses não há chuvas para manter qualquer cultivo. As variáveis pluviométricas NDC, PMeM e PMM, da série histórica deste município são apresentadas na figura 191.

Figura 191. Variáveis pluviométricas da série histórica de Tremedal.



Fonte. Dados da pesquisa.

Os percentuais de PMM relativo à PMeM, baseado na figura 191, são apresentados na tabela 88.

Tabela 88. Percentual de Precipitação Máxima Mensal (PMM) relativo à Precipitação Média Mensal (PMeM) de Tremedal.

%=(PMM/PMeM)x 100	Abril	Ago	Dez	Fev	Jan	Jul	Jun	Maio	Mar	Nov	Out	Set
Tremedal	54	89	29	41	33	100	100	87	42	34	53	85

Fonte. Dados da pesquisa.

A observação da figura 192 e da tabela 88 permite afirmar que Tremedal apresenta a pior situação pluviométrica entre os quatro municípios, relativos às condições de escassez de chuvas. Além dos índices pluviométricos baixos para a estação de seca, esta localidade possui NDC muito baixas nos meses desta estação. Em agosto, julho, junho, maio e setembro o percentual de PMM relativo à PMeM apresentam valores acima de 85%. A foto abaixo, de uma das propriedades amostradas nesta tese, em Tremedal, mostra a paisagem típica desta área.

Figura 192. Paisagem típica de local de amostragem, em Tremedal.



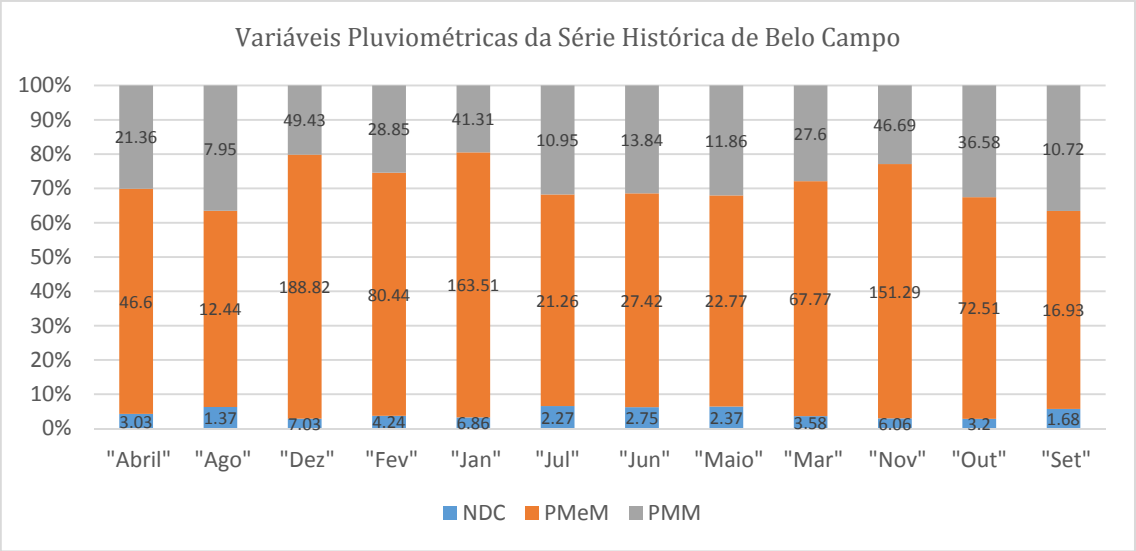
Fonte. Elaboração própria.

Os meses da estação chuvosa de Tremedal, vistos na figura 191, no entanto apresentam índices semelhantes a outras localidades. Dezembro, janeiro e novembro são os meses de maior PMeM.

✓ **Belo Campo**

Os agrupamentos para este município, conforme pode ser visto na figura 187, gerou dois clusters, separando os meses da etapa chuvosa em dois grupos: novembro, outubro e março para o cluster 1 e dezembro, janeiro e fevereiro para o cluster 2. Destes agrupamentos, tendo em perspectiva as etapas agrícolas da mandioca, se destaca por similaridade, a correlação novembro-outubro. Para este município, portanto, este evento pode ser vantajoso para que o agricultor realize neste mês a calagem do solo. Dezembro, novembro, janeiro e fevereiro, pela ordem, são os meses da série histórica que possuem maior PMM. As variáveis pluviométricas NDC, PMeM e PMM para este município são apresentadas na figura 193.

Figura 193. Variáveis pluviométricas da série histórica de Belo Campo.



Fonte. Dados da pesquisa.

Os percentuais de PMM relativo à PMeM, baseado na figura 193, são apresentados na tabela 89.

Tabela 89. Percentual de Precipitação Máxima Mensal (PMM) relativo à Precipitação Média Mensal de Belo Campo (PMeM).

%=(PMM/PMeM) x 100	Abril	Ago	Dez	Fev	Jan	Jul	Jun	Maio	Mar	Nov	Out	Set
B elo Campo	45	63	26	35	25	51	50	43	40	30	50	63

Fonte. Dados da pesquisa.

Neste município os meses da estação seca possuem os menores NDC quando comparados com os meses da estação chuvosa e maiores PMM relativos à PMeM. Os meses da estação chuvosa seguem comportamentos semelhantes aos dos demais municípios, detendo porém os maiores índices de PMeM dos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Do ponto de vista da adubação, o fato da PMM relativo à PMeM do mês de fevereiro alcançar 35%, pode ter características positivas para este mês, considerado essencial para os efeitos da adubação.

7.6.6.1 Comparação das quatro localidades quanto à PMM

Assim como na análise da PMeM, para a PMM os quatro municípios mantêm o mesmo perfil climático com a separação dos meses em duas estações: seca e chuvosa. O mês de novembro da série histórica dos quatro municípios é que possui o maior índice de PMM (figura 190), seguidos pelo mês de dezembro e janeiro. Em Vitória da Conquista, outubro substitui janeiro como a detentora da terceira maior PMM. Tremedal tem os piores índices de PMM em seis meses do ano, correspondentes à estação seca. Estes meses podem ser considerados de uma perspectiva empírica como meses que não chovem nesta área. Em relação à estação chuvosa, os demais municípios apresentam resultados similares com poucas variações. Dentre as correlações que podem estabelecer conexões com os eventos agrícolas da mandioca, tem-se dezembro-março e janeiro-novembro em Vitória da Conquista, agrupamentos importantes devido a relação existente com a adubação da mandioca, e outubro-novembro em Belo Campo. Esta última correlação se liga tanto à calagem (outubro) quanto ao plantio em novembro. O fato de outubro se correlacionar com o mês de maior índice de PMM, pode estar indicando maiores conteúdos de água no solo, necessário para a reação do calcário. Fevereiro se correlaciona quanto à PMM sempre com meses da estação seca, indicando que dos meses da estação chuvosa é o mês com comportamento mais próximo dos meses da estação seca. Dentre os municípios, Tremedal é a área aonde o agrupamento fevereiro-outubro mantém a maior distância com os agrupamentos mantidos pelos principais meses da estação chuvosa: novembro e dezembro (janeiro, mês da estação chuvosa, neste município não formou agrupamento). Quando se compara o agrupamento de fevereiro-

setembro de Tremedal com o agrupamento fevereiro-agosto de Cândido Sales, observando os respectivos gráficos de média, na mesma escala (188), pode-se ver que embora Tremedal tenha uma situação climática inferior a Cândido Sales, a média deste agrupamento para Tremedal, 36.64mm/mês, é superior à Cândido Sales, 30.83 mm/mês.

7.6.6.2 Comparação geral dos quatro município da pesquisa

A tabela 90 apresenta os dados do Percentual de Precipitação Máxima Mensal (PMM) relativo à Precipitação Média Mensal (PMeM), Precipitação Média Mensal (PMeM) e Nº de Dias de Chuva (NDC), comparativo aos quatro municípios da pesquisa.

Tabela 90. Percentual de Precipitação Máxima Mensal (PMM) relativo à Precipitação Média Mensal (PMeM), PMeM e NDC dos 4 municípios da pesquisa.

Vitória da Conquista	Abril	Ago	Dez	Fev	Jan	Jul	Jun	Maio	Mar	Nov	Out	Set
%=(PMM/PMeM) x 100	49	48	25	28	26	36	38	38	40	31	45	57
NDC	3.36	2.08	8	5.44	6.56	3.24	3.2	3.04	4.72	7.68	3.76	1.76
PMeM	40.54	16.09	169.56	77.26	126.58	19.19	21.46	19.25	72.79	166.14	73.92	15.1
Cândido Sales	Abril	Ago	Dez	Fev	Jan	Jul	Jun	Maio	Mar	Nov	Out	Set
%=(PMM/PMeM) x 100	49	47	29	31	31	24	47	53	33	36	43	59
NDC	7.84	4.12	10.69	6.93	9.24	6.60	6.03	6.21	9.6	10.66	7.36	4.3
PMeM	42.61	6.99	14.36	64.89	117.95	24.72	16.17	22.19	97.09	147.36	73.39	28.61
Tremedal	Abril	Ago	Dez	Fev	Jan	Jul	Jun	Maio	Mar	Nov	Out	Set
%=(PMM/PMeM) x 100	54	89	29	41	33	100	100	87	42	34	53	85
NDC	2.56	0.2	7.6	3.93	5.86	0.1	0.2	0.73	4.03	6.36	3.46	0.5
PMeM	36.82	1.19	136.24	73.38	122.16	0.41	1.02	6.37	68.28	119.52	64.46	7.69
Belo Campo	Abril	Ago	Dez	Fev	Jan	Jul	Jun	Maio	Mar	Nov	Out	Set
%=(PMM/PMeM) x 100	45	63	26	35	25	51	50	43	40	30	50	63
NDC	3.03	1.37	7.03	4.24	6.86	2.27	2.75	2.37	3.58	6.06	3.2	1.68
PMeM	46.60	12.44	188.82	80.44	163.51	21.26	27.42	22.77	67.77	151.29	72.51	16.93

Fonte. Dados da Pesquisa.

Tremedal é o município que apresenta os percentuais mais altos de PMM relativo à PMeM e possui também o NDC menor entre os demais locais, indicando que além de ter PMM baixas, o NDC disponível para a distribuição das chuvas também é muito baixa. Em meses deste município a PMM tem um NDC menor do que 1 dia. A observação da tabela 90 permite concluir que Cândido Sales tem a melhor distribuição de chuvas das quatro áreas da pesquisa, o que se torna uma vantagem para as operações de calagem, plantio e adubação. O mês de fevereiro, considerado nesta seção importante para a adubação da mandioca, tem em Tremedal os seus índices mais baixos de PMM relativo: PMM igual a 41% da PMeM e um NDC de apenas 3.93 dias. Este cenário sugere que Tremedal além de ter a situação mais grave nos meses de seca, possui também problemas de aproveitamento dos nutrientes em meses importantes da estação chuvosa. Em outubro, mês no qual a calagem do solo poderia ser realizada com maior eficácia, tem em Cândido Sales o menor PMM relativo à PMeM e o maior NDC. Quando comparado com Vitória da Conquista, por exemplo, as PMeM dos dois municípios tem valores próximos: 73.39mm/mês e 73.92 mm/mês, entretanto Cândido Sales tem um NDC de 7.36 dias contra 3.76 dias de Vit. da Conquista. Os demais municípios possuem PMM relativa igual ou acima de 45% com NDC inferiores a 3.76 dias o que pode dificultar a neutralização do pH do solo pelo cálcio devido a insuficiência da distribuição das chuvas existentes neste mês. Quanto ao plantio no mês de novembro, pode-se afirmar que os dados desta tese estão em concordância com Carvalho (2006) quando afirma ser o mês de novembro o mês preferencial de plantio por parte dos agricultores. Os dados da tese demonstram que efetivamente novembro tem PMeM, PMM e NDCs com vantagens comparativas aos demais meses. Entretanto, do ponto de vista da pluviometria, o mês dezembro apresenta na série histórica quando comparados a novembro, melhores índices de PMM relativo à PMeM e NDC superiores a novembro. Entretanto, o mês de dezembro apresentaria problemas, caso fosse indicado como mês preferencial de plantio, uma vez que o último mês coincidente com o período de maior absorção de nutrientes pela mandioca, de 2-4 meses do plantio, incidiria em abril, mês da estação seca, entretanto em contrapartida haveria um melhor aproveitamento da calagem realizada com as chuvas de outubro. Quanto ao mês de outubro como segunda preferência de plantio pelos agricultores, citado por este autor, os dados desta tese permitem concluir que esta não é uma boa opção para os agricultores de todos os municípios da pesquisa. Em todas as correlações de NDC de outubro, por exemplo, houve agrupamentos deste mês sempre com um mês da estação seca. Com as PMeM, exceto em Belo Campo aonde outubro se agrupou com novembro, este mês se correlacionou com

aqueles da estação seca, revelando que outubro é um dos meses da estação chuvosa que está mais próximo dos meses da estação seca. Conforme pode ser visto na tabela 90, outubro, com exceção de Cândido Sales, é o mês da estação chuvosa com menores índices de PMeM e mantendo para todos os municípios valores próximos de fevereiro, que como foi assinalado anteriormente, também é um mês da estação chuvosa que estabelece correlações com meses da estação seca, como se pode verificar nas correlações de PMM estabelecidas por este mês, na figura 187. Pode-se concluir pelos dados discutidos, válido para todos os municípios da pesquisa que os meses da estação chuvosa, outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, podem ser subdivididos em dois grupos quanto aos índices de PMeM: 1. Grupo A, formado dos meses mais chuvosos de novembro, dezembro e janeiro; Grupo B, formado por outubro, fevereiro e março. Os volumes efetivos das mais altas PMeM ocorrem no Grupo A e as menores no Grupo B. Da perspectiva desta tese, as ações tomadas nesta região poderiam ser maximizadas levando em consideração estas três tipologias sugeridas: 1. Estação seca; 2. Grupo A; 3. Grupo B (subdivisão da estação chuvosa).

Os demais municípios apresentam bastante aproximação entre os índices de PMeM, como pode ser observado pelos gráficos de médias comparativos da figura 186. As correlações do escalonamento multidimensional dos meses dos quatro municípios são bastante distintas, entretanto, assinala-se a ocorrência de alta correlação entre os meses de janeiro-fevereiro nas áreas de Vitória da Conquista, Cândido Sales e Belo Campo. O mês de fevereiro como já foi indicado em itens anteriores é um mês que coincide com o período de maior absorção de nutrientes por parte da mandioca e neste cenário, janeiro poderia servir, para o agricultor, de indicador com o objetivo de projetar a queda de chuvas em fevereiro, ajudando-o a tomar decisões de ajustes na adubação.

7.6.7 Balanço Hídrico

O balanço hídrico foi realizado nesta tese para o município de Cândido Sales, compreendendo-se um período de 10 anos e para Vitória da Conquista usou-se o balanço hídrico do Instituto Nacional de Metereologia (IMET), compreendendo o período de 1961 à 1990: 29 anos. O balanço hídrico de Cândido Sales foi realizado a partir dos dados originais de precipitação pluviométrica (mm) e temperatura da Agência Nacional de Águas (ANA). O método usado foi o de Thornthwaite & Mather (1955). Considerou-se no balanço hídrico que o excedente de água no solo (EXC) ocorre quando a precipitação pluviométrica total do mês

consegue repor a Demanda de Água pela Atmosfera (ETo), suprir a Capacidade de Armazenamento (CAD) e ainda gerar excedentes hídricos. O Déficit hídrico (DEF) acontece quando a precipitação pluviométrica não é suficiente para repor a demanda atmosférica e o Armazenamento de Água no Solo (ARM) é inferior ao CAD. Usou-se o CAD de 85 mm. Embora o perfil de solo tenha caracterizado os solos de Cândido Sales como argiloso, usou-se o valor de CAD de 85 mm, conforme indicação de De Albuquerque (2010) sobre os valores de CAD recomendados para textura argilosa, em latossolos. Este autor alerta que muitos latossolos se comportam na verdade como solos de textura arenosa (CAD entre 70 e 100mm), em função da presença de óxidos de ferro que favorecem a formação de agregados pequenos, bastante estáveis e de comportamento semelhante à areia. As definições dos conceitos usados direta ou indiretamente nesta seção, de acordo com De Albuquerque (2010), foram:

1.CAD = capacidade de água total disponível no solo (mm de água/cm de solo);

A CAD é a água no solo que está retida entre a umidade da capacidade de campo (CC) e a umidade do ponto de murcha permanente (PMP).

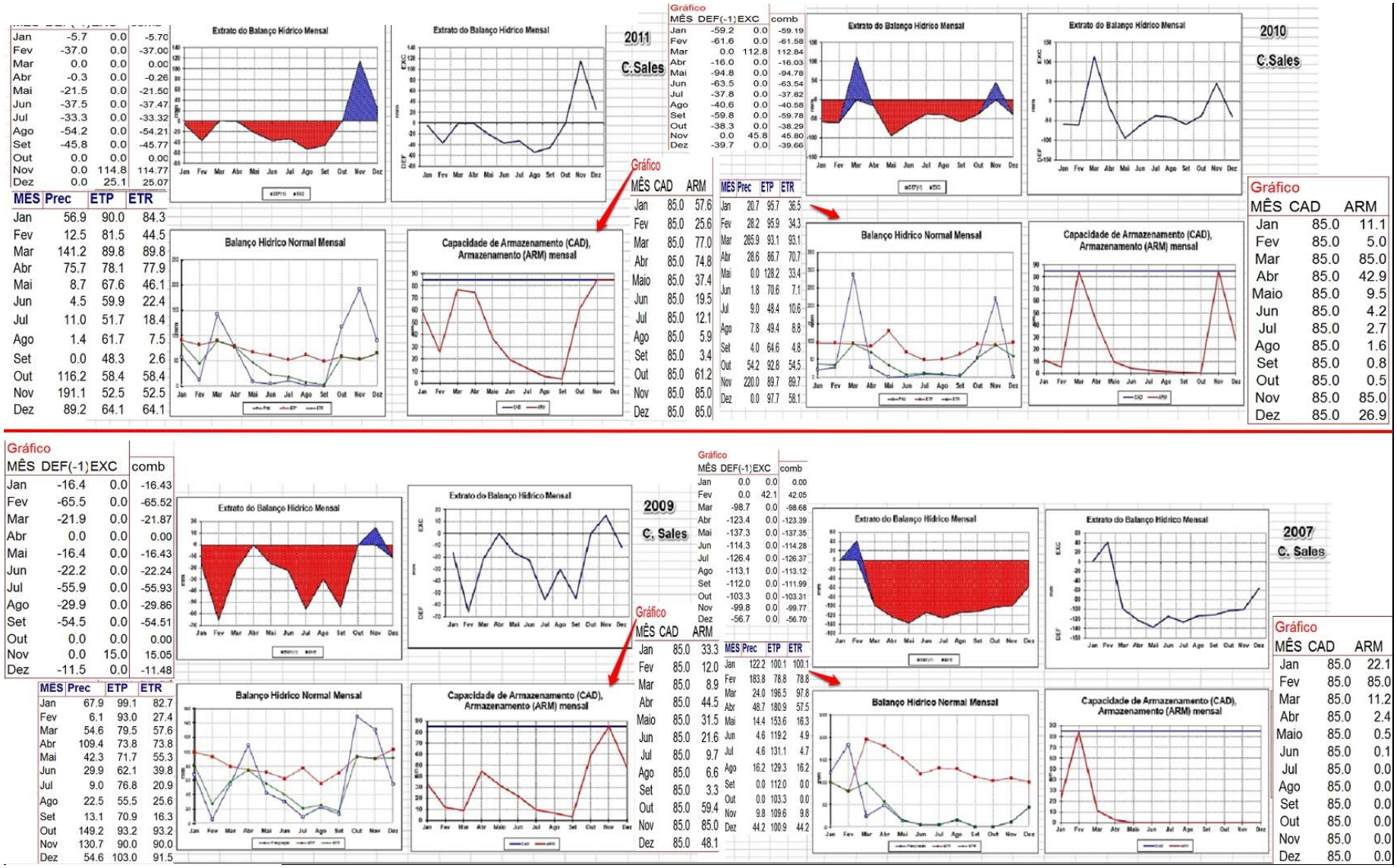
2.Capacidade de Campo (CC) = conteúdo de água no solo na capacidade de campo (% peso) e definida como a quantidade de água retida no solo após a drenagem do excesso da água gravitacional;

3.Ponto de Murcha Permanente (PMP) = conteúdo de água no solo no ponto de murcha permanente (%peso), definida como o limite inferior do conteúdo de água no solo, no qual a CAD se esgotou; nesse ponto, as plantas não têm condições de manter a turgescência do tecido vegetal e murcham de forma permanente.

O cálculo do balanço hídrico foi realizado em software específico, em planilhas do ambiente excel, elaborado por Rolim et al. (1988).

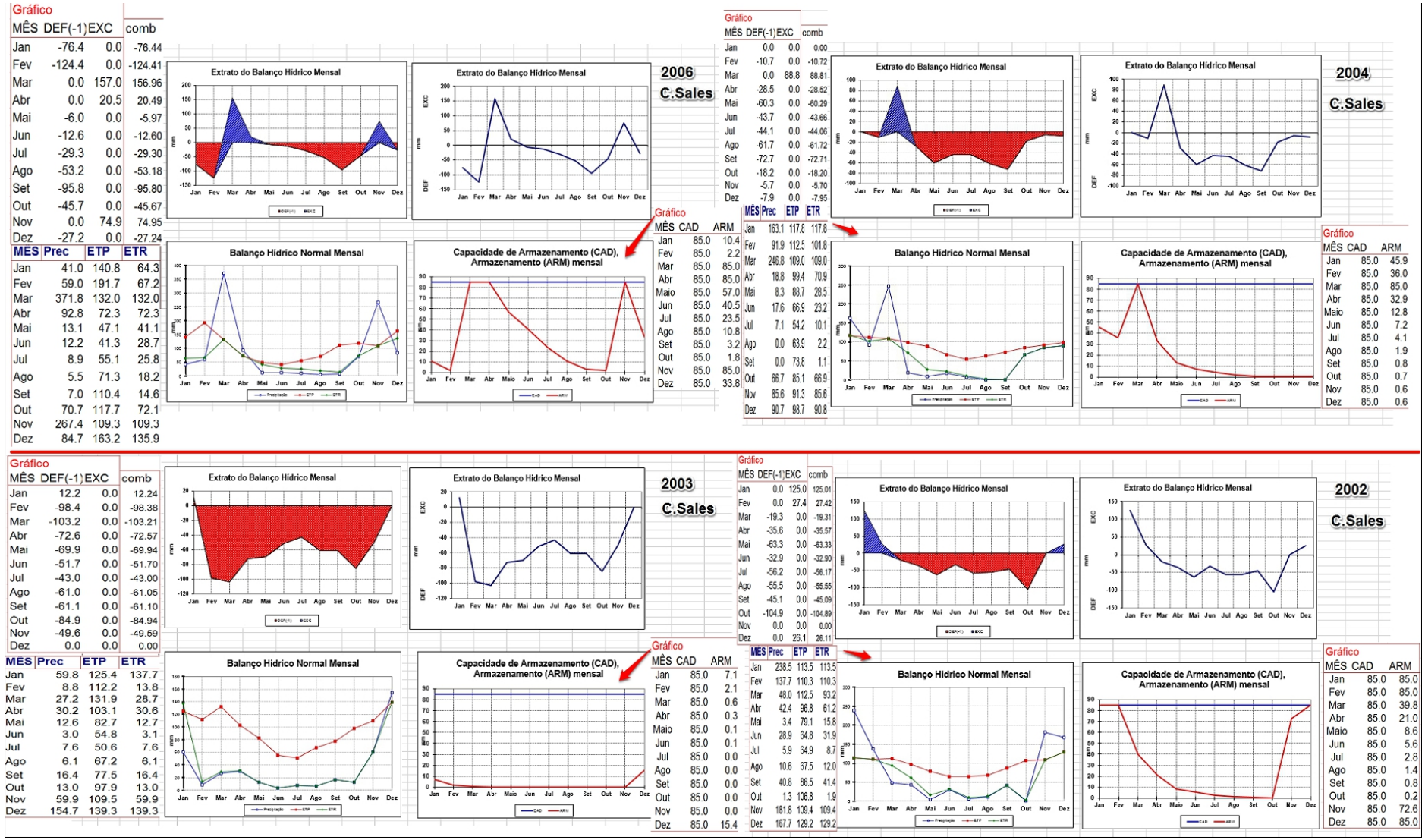
Os resultados do balanço hídrico de Cândido Sales, no período de 10 anos, são apresentados nas figuras 194, 195 e 196.

Figura 194. Balanço hídrico de Cândido Sales 1.



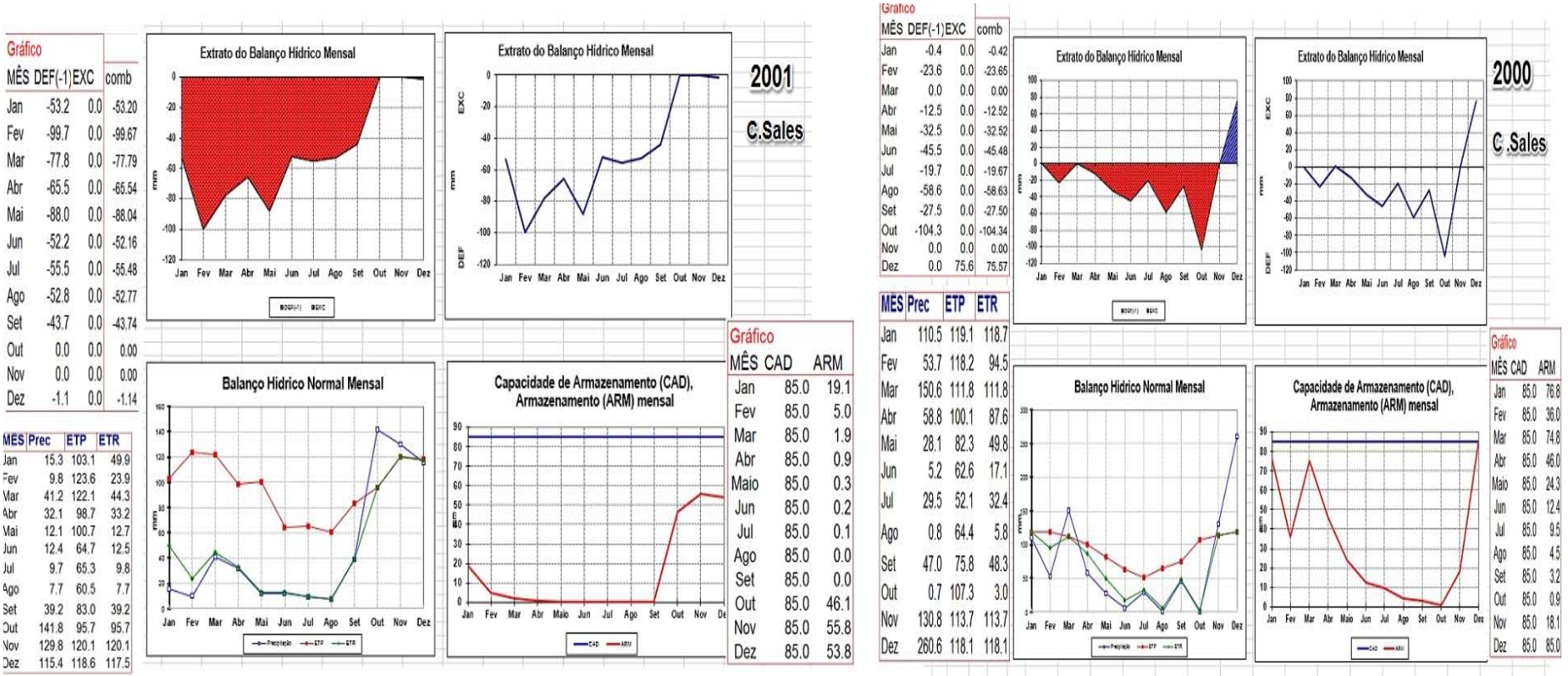
Fonte. Dados da pesquisa.

Figura 195. Balanço hídrico de Cândido Sales 2.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 196. Balanço hídrico de Cândido Sales 3.



Fonte. Dados da pesquisa.

Os resultados do balanço hídrico de Cândido Sales, mostrando os excedentes e os déficits hídricos são apresentados na tabela 91.

Tabela 91. Déficits e excedentes hídricos de Cândido Sales no período de 10 anos.

Defic.Hid (-) e Exc(+) (mm)	2011	2010	2009	2007	2006	2004	2003	2002	2001	2000
Jan	-5.7	-59.2	-3.5	0.0	-76.4	0.0	+12.2	+125	-53.2	-0.4
Fev	-37.0	-61.6	-58.7	+42.1	-124.4	-10.7	-98.4	+27.4	-99.7	-23.6
Mar	0.0	+112.8	-20.9	-98.7	+157	+88.8	-103.2	-19.3	-77.8	0.0
Abril	-0.3	-16.0	0.0	-123.4	+20.5	-28.5	-72.6	-35.6	-65.5	-12.5
Maio	-21.5	-94.8	-4.6	-137.3	-6.0	-60.3	-69.9	-63.3	-88.0	-32.5
Jun	-37.5	-63.5	-13.2	-114.3	-12.6	-43.7	-51.7	-32.9	-52.2	-45.5
Jul	-33.3	-37.8	-45.2	-126.4	-29.3	-44.1	-43.0	-56.2	-55.5	-19.7
Ago	-54.2	-40.6	-27.0	-113.1	-53.2	-61.7	-61.0	-55.5	-52.8	-58.6
Set	-45.8	-59.8	-51.6	-112.0	-95.8	-72.7	-61.1	-45.1	-43.7	-27.5
Out	0.0	-38.3	0.0	-103.3	-45.7	-18.2	-84.9	-104.9	0.0	-104.3
Nov	+114	+45.8	+15	-99.8	+74.9	-5.7	-49.6	0.0	0.0	0.0
Dez	+25.1	-39.7	-11.5	-56.7	-27.2	-7.9	0.0	+26.1	-1.1	+75.6
Soma	-235.0	-511.0	-236.0	-1085.6	-470.6	-353.0	-683.2	-412.8	-589.5	-324.7

Fonte. Dados da pesquisa.

Os dados apresentados, nas figuras 194, 195 e 196 e na tabela 91, mostram um cenário climático bastante desfavorável em Cândido Sales. Excedentes hídricos ocorrem concentrados em poucos meses dos anos. Em seis meses do ano: abril a setembro, com exceção de um excedente em abril de 2006, ocorrem apenas déficits hídricos. Os outros meses, classificados como da estação chuvosa, apresentam também elevados déficits hídricos. Um exemplo é janeiro que na análise da Precipitação Média Mensal da série histórica de Cândido Sales, esteve sempre classificado entre os três maiores meses de PMeM, apresenta déficits em 6 dos 10 anos do período. Esta observação revela-se essencial, uma vez que os agricultores desta microrregião levam sempre em consideração a precipitação e não a evapotranspiração ocorrente no mês que leva para a atmosfera um grande volume da água da chuva, produzindo mesmo na estação chuvosa, déficit hídrico. Os resultados da discussão climática convergem de forma concludente para uma medida absolutamente indispensável e que não tem sido cogitada nesta região: a cobertura vegetal do solo como forma de diminuição do déficit hídrico e garantia da eficiência da adubação pela manutenção de volumes maiores de água no solo. A mandioca é plantada nesta região em espaçamentos

largos e sem nenhuma cobertura vegetal: nem de intercalação com outros plantios e nem com cobertura morta vegetal. No ano de 2001 e 2003, por exemplo, conforme se pode observar nas figuras 19 e 20, não houve excedentes hídricos em nenhum dos meses. É significativo também observar, nas figuras 18,19 e 20, que a situação de Déficit hídrico (DEF) compreendido segundo De Albuquerque (2010), como a situação na qual a precipitação pluviométrica não é suficiente para repor a demanda atmosférica e o Armazenamento de Água no Solo (ARM) é inferior a Capacidade de Armazenamento (CAD) e de ocorrência generalizada. A CAD é suprida apenas nos meses com valores positivos mostrados na tabela 91. Quando se observa os meses da estação chuvosa em relação ao balanço hídrico, tem-se a situação apresentada na tabela 92.

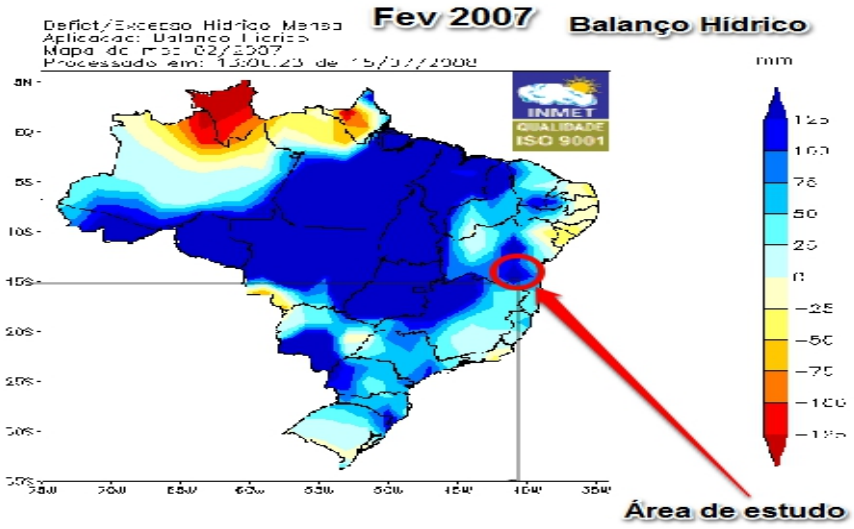
Tabela 92. Déficits e excedentes totais dos meses da estação chuvosa

Defic.Hid (-) e Exc(+) (mm)	2011	2010	2009	2007	2006	2004	2003	2002	2001	2000	Total
Jan	-5.7	-59.2	-3.5	0.0	-76.4	0.0	+12.2	+125	-53.2	-0.4	-61.2
Fev	-37.0	-61.6	-58.7	+42.1	-124.4	-10.7	-98.4	+27.4	-99.7	-23.6	-444.6
Mar	0.0	+112.8	-20.9	-98.7	+157	+88.8	-103.2	-19.3	-77.8	0.0	+38.7
Out	0.0	-38.3	0.0	-103.3	-45.7	-18.2	-84.9	-104.9	0.0	-104.3	-496.6
Nov	+114	+45.8	+15	-99.8	+74.9	-5.7	-49.6	0.0	0.0	0.0	+94.6
Dez	+25.1	-39.7	-11.5	-56.7	-27.2	-7.9	0.0	+26.1	-1.1	+75.6	_17.3

Fonte. Dados da pesquisa.

A observação dos meses da estação chuvosa apresentam, fevereiro e outubro como os meses que menos chovem, neste grupo, conforme o escalonamento multidimensional e os dados de PMeM da série histórica já tinham detectado. Novembro se mantém com excedentes junto com março. Os dados apresentados estão de acordo com o INMET (2013). Quando se compara os dados da pesquisa referente a fevereiro de 2007, por exemplo, verifica-se que este mês supriu a Capacidade de Armazenamento (85 mm), em consonância com a figura 197.

Figura 197. Balanço hídrico da microrregião sudoeste da Bahia (círculo), compreendendo o munícipio de Cândido Sales.

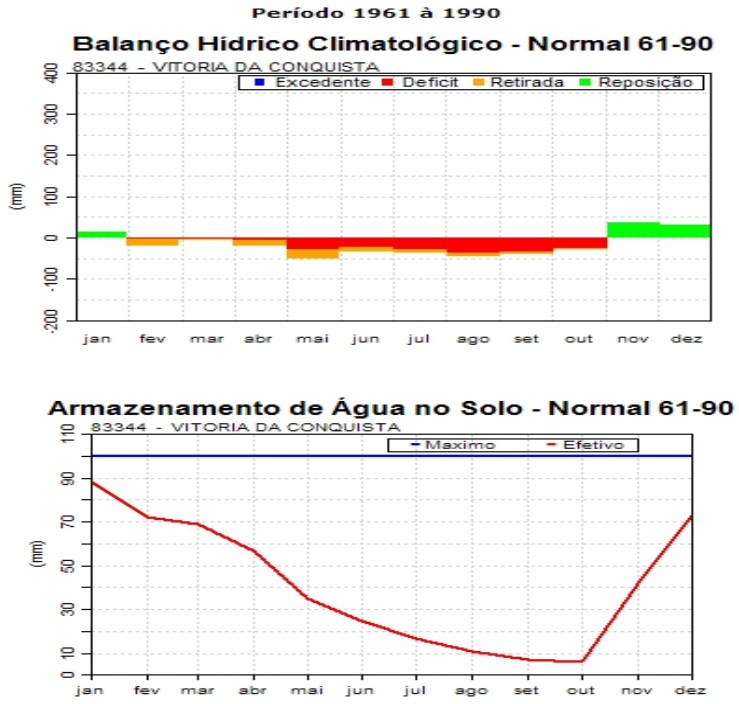


Fonte. Inmet (2013).

7.6.8 Balanço Hídrico de Vitória da Conquista

O balanço hídrico de Vitória da Conquista é apresentado na figura 198.

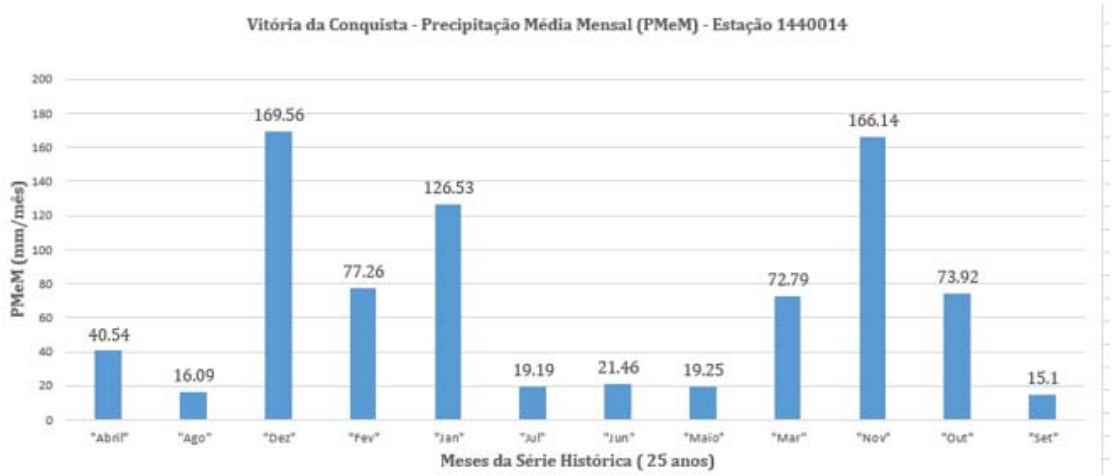
Figura 198. Balanço hídrico de Vitória da Conquista, anos de 1961 à 1990.



Fonte: Inmet (2013).

O balanço hídrico de Vitória da Conquista, realizado no período de 1961 à 1990, pelo Inmet, apresenta os meses de janeiro, novembro e dezembro como os meses da série histórica com excedentes hídricos. O Armazenamento de Água no Solo (ARM), considerado neste estudo situou-se entre 61-90 mm. A explicação de janeiro retornar ao subgrupo A, classificado nesta tese como os meses de novembro, dezembro e janeiro, ao contrário de Cândido Sales, pode ser explicado pela ocorrência de temperaturas inferiores em Vitória da Conquista. Quando se observa o mapa da figura 178 com a barra de altitudes, pode-se ver que esta localidade tem altitudes consideravelmente maiores do que Cândido Sales. O gráfico da figura 198 está completamente de acordo com os dados analisados nesta tese, conforme comparação com a figura 199.

Figura 199. PMeM da série histórica de Vitória da Conquista.



Fonte. Elaboração a partir de dados originais fornecidos pela Agência Nacional de Águas – ANA (2013).

7.6.9 Respostas às perguntas essenciais sobre o clima da área de pesquisa

As respostas para as perguntas básicas sobre o clima e que são fundamentais para os tomadores de decisão desta microrregião da pesquisa, são:

7.6.9.1 O perfil climático dos municípios da pesquisa é heterogêneo ou homogêneo?

Para a primeira pergunta os dados da pesquisa mostram que o perfil climático é homogêneo. Os meses para todos os municípios da pesquisa foram classificados em: 1. Estação seca: correspondendo aos meses de abril, maio, junho, julho, agosto e setembro; 2.

Estação chuvosa: outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março. Os dados permitiram também subdividir os meses da estação chuvosa em dois subgrupos: 1. Classe A: os meses de novembro, dezembro e janeiro, caracterizados como aqueles que tem uma maior PMeM; 2. Classe B: outubro, fevereiro e março, caracterizados como os meses da estação chuvosa que possuem menores PMeM. Estas classificações são válidas para todos os municípios da pesquisa, configurando, portanto, um perfil climático homogêneo.

7.6.9.2 Existem diferenças entre os meses secos e de chuvas entre as quatro localidades?

Os dados mostraram que as diferenças existentes são mínimas, podendo-se dizer que a estação seca, embora tenha algumas variações entre NDC, PMeM e PMM, é no geral bastante similar entre todas as áreas, conforme os gráficos de média destas variáveis demonstram.

7.6.9.3 Existem diferenças entre as localidades quanto à coincidência do maior período de absorção de nutrientes da mandioca com os meses de chuva?

A resposta para esta questão, conforme demonstra a figura 186 é negativa. As coincidências dos meses de chuva com o período de maior absorção de nutrientes são semelhantes para todas as localidades, existindo apenas variações de precipitações. O perfil climático, no entanto, é o mesmo para todos os quatro municípios, incluído a estação chuvosa.

7.6.9.4 Existem diferenças na área de estudo quanto à distribuição de chuvas?

A resposta é sim. As diversas PMeM e PMM são distribuídas por diferentes NDC. Dos quatro municípios da pesquisa, Tremedal, por exemplo, é o que tem menores índices de NDC.

7.6.9.5 Existem diferenças entre as localidades quanto à severidade da seca?

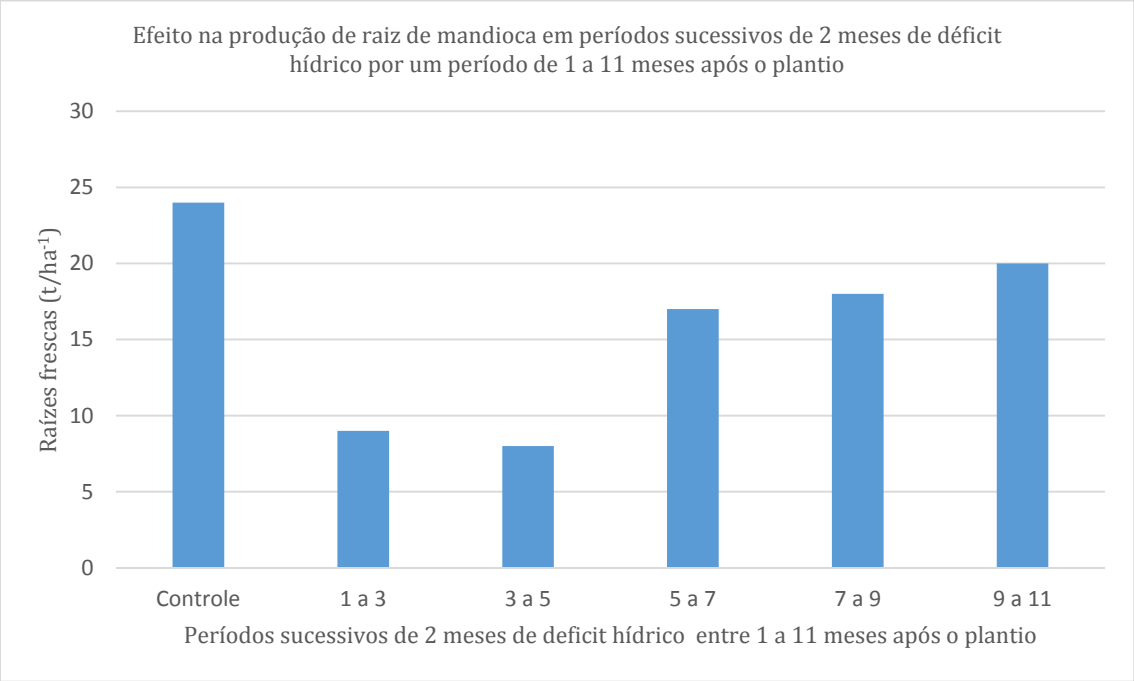
A resposta é positiva. Tremedal tem os piores índices de NDC e PMM comparativamente com os demais municípios (exceção apenas para o mês de janeiro no qual este município apresentou vantagem comparativa com Cândido Sales, tendo respectivamente, 122.16 mm/mês e 117.95 mm/mês, conforme pode ser visto na figura 186.

7.6.9.6 É possível se aumentar o rendimento ou a produtividade da raiz de mandioca nas condições pluviométricas existentes na região?

A resposta a esta questão poderá ser esclarecida com a análise do déficit hídrico da mandioca a partir do balanço hídrico de Cândido Sales. Cardoso et al. (2009), afirmam que a mandioca é considerada uma planta tolerante à seca, porém em zonas com elevada deficiência hídrica anual, dependendo da duração do período com déficit e do tipo de solo, estes fatores são limitantes para produção em 12 meses para o aproveitamento industrial (≥ 20 t ha^{-1}). A mandioca necessita de bom suprimento hídrico nos primeiro cinco meses após o plantio, período que ocorre às fases de enraizamento e tuberização (enchimento da raiz), quando a sua produtividade é severamente afetada pelo déficit hídrico. Após esse período, a importância do déficit hídrico é reduzida, afetando significativamente menos a produtividade potencial da cultura. Estes autores concordam com Alves (2002), que confirma que o período crítico para a mandioca são os primeiros 5 meses após o plantio, onde ocorrem os estágios da formação de raízes e tuberização.

A relação déficit hídrico versus produtividade é apresentada na figura 200.

Figura 200. Efeito na produção da raiz de mandioca em períodos sucessivos de 2 meses de déficit hídrico por um período de 1 a 11 meses após o plantio.



Fonte. Alves (2002).

A figura 196 mostra que para o período de desenvolvimento da mandioca de 1 a 3 meses e de 3 a 5 meses, o déficit hídrico de dois meses sucessivos diminui drasticamente a produtividade. A tabela 93 apresenta o balanço hídrico de Cândido Sales nos primeiros 5 meses do plantio, considerando que o plantio da mandioca é realizado neste município no mês de novembro.

Tabela 93. Balanço hídrico de Cândido Sales, dos primeiros cinco meses do plantio, com dois ou mais meses sucessivos de déficits hídricos sublinhados.

Defic.Hid (-) e Exc(+) (mm)	2011	2010	2009	2007	2006	2004	2003	2002	2001	2000	Total
Nov	+114	+45.8	+15	-99.8	+74.9	-5.7	-49.6	0.0	0.0	0.0	+94.6
Dez	+25.1	-39.7	-11.5	-56.7	-27.2	-7.9	0.0	+26.1	-1.1	+75.6	_17.3
Jan	-5.7	-59.2	-3.5	0.0	-76.4	0.0	+12.2	+125	-53.2	-0.4	-61.2
Fev	-37.0	-61.6	-58.7	+42.1	-124.4	-10.7	-98.4	+27.4	-99.7	-23.6	-444.6
Mar	0.0	+112.8	-20.9	-98.7	+157	+88.8	-103.2	-19.3	-77.8	0.0	+38.7

Fonte: Dados da pesquisa

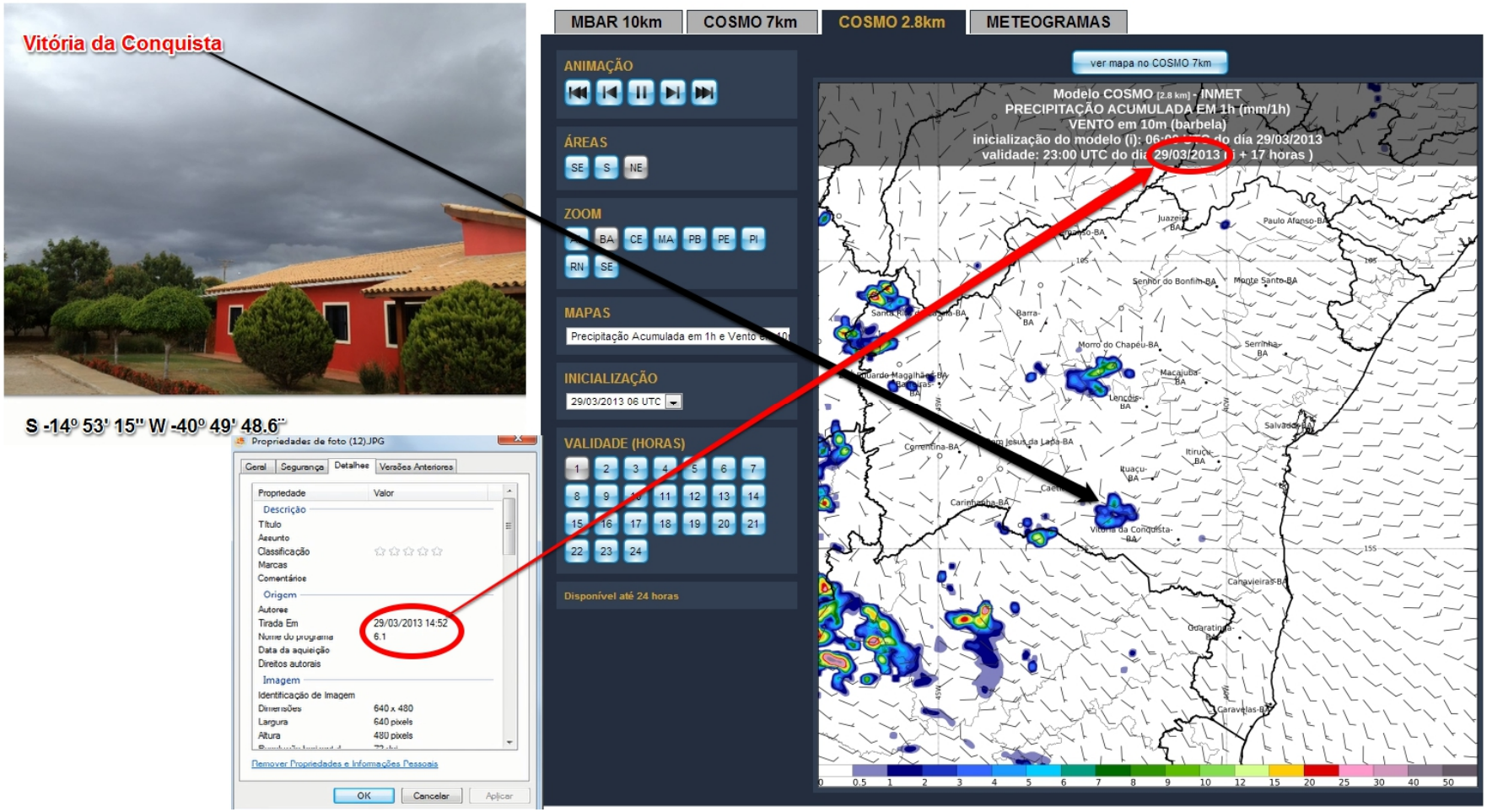
No período analisado ocorreram dois ou mais meses de déficits hídricos sucessivos nos primeiros cinco meses do plantio em todos anos. Esta situação descrita quando confrontada com Alves (2002), projeta um cenário desfavorável aos objetivos de aumento de produtividade pretendida por entidades públicas que atuam nesta área de estudo. Alves (2002) cita ainda que o déficit hídrico durante dois meses sucessivos do período de cinco meses críticos para a cultura da mandioca, pode reduzir a produção de raízes de 32% a 60%. Estes dados apresentados, adicionados com as om as observações de Alves, estão de acordo com o IBGE, que estabeleceu a produtividade da mandioca em 2011, no município de Cândido Sales, em 12.5 t/ha^{-1}. Considerando ainda, como já foi demonstrado, que o perfil climático desta região de estudo é homogênea, pode-se inferir que cenários semelhantes possam ocorrer nos demais municípios. Fica claro que não há impeditivo que em anos específicos haja uma maior precipitação e neste ano a produtividade se eleve. Em termos de continuidade de série histórica, entretanto, os dados desta pesquisa creditam não ser possível manter elevações de produtividade, nesta região, ao longo do tempo, mantida as mesmas características que se verificam no presente para este sistema produtivo.

7.6.10 Sistema de previsão climática para a região de estudo

O sistema de previsão climática para esta região se reveste de fundamental importância, uma vez que estes sistemas são as ferramentas a serem manejadas na tomada de decisão relativo ao clima. O modelo usado para verificar a adequação ao uso na área da pesquisa foi o COSMO (Consortium for Smallscale Modeling) com resolução de 2.8 km, para as regiões Nordeste (área da pesquisa da tese), Sudeste e Sul do Brasil, em etapas, o que leva cerca de seis horas. Conforme o Inmet (2013), uma das principais vantagens do modelo Cosmos é poder usá-lo a cada seis horas com uma evolução temporal de 24 horas. Desta forma, os agricultores poderão melhor acompanhar se os fenômenos severos estão enfraquecendo ou se tornando mais intensos. Esta característica é importante na execução dos eventos agrícolas da mandioca, como calagem, plantio e adubação. Em relação à adubação, um uso específico desta ferramenta pode ocorrer em situações na qual uma adubação complementar de emergência se faça necessário. A seleção do Cosmos deu-se também em função da facilidade visual de interpretação para o agricultor, mantendo-se coerência, portanto, com os objetivos da Avaliação Ambiental Estratégica. O acesso ao modelo está disponível no site da internet: http://www.inmet.gov.br/vime/?P=P1&A=NE.

Verificou-se no modelo a precipitação acumulada para a cidade de Vitória da Conquista. A validação do modelo, para uso como ferramenta pelos agricultores, foi testada por 30 dias em confronto com a realidade observada e os resultados foram considerados satisfatórios. Um exemplo deste teste é apresentado na figura 201.

Figura 201. Validação de sistema de previsão climática do INMET confrontado com o tempo real.



Fonte. Inmet (2013).

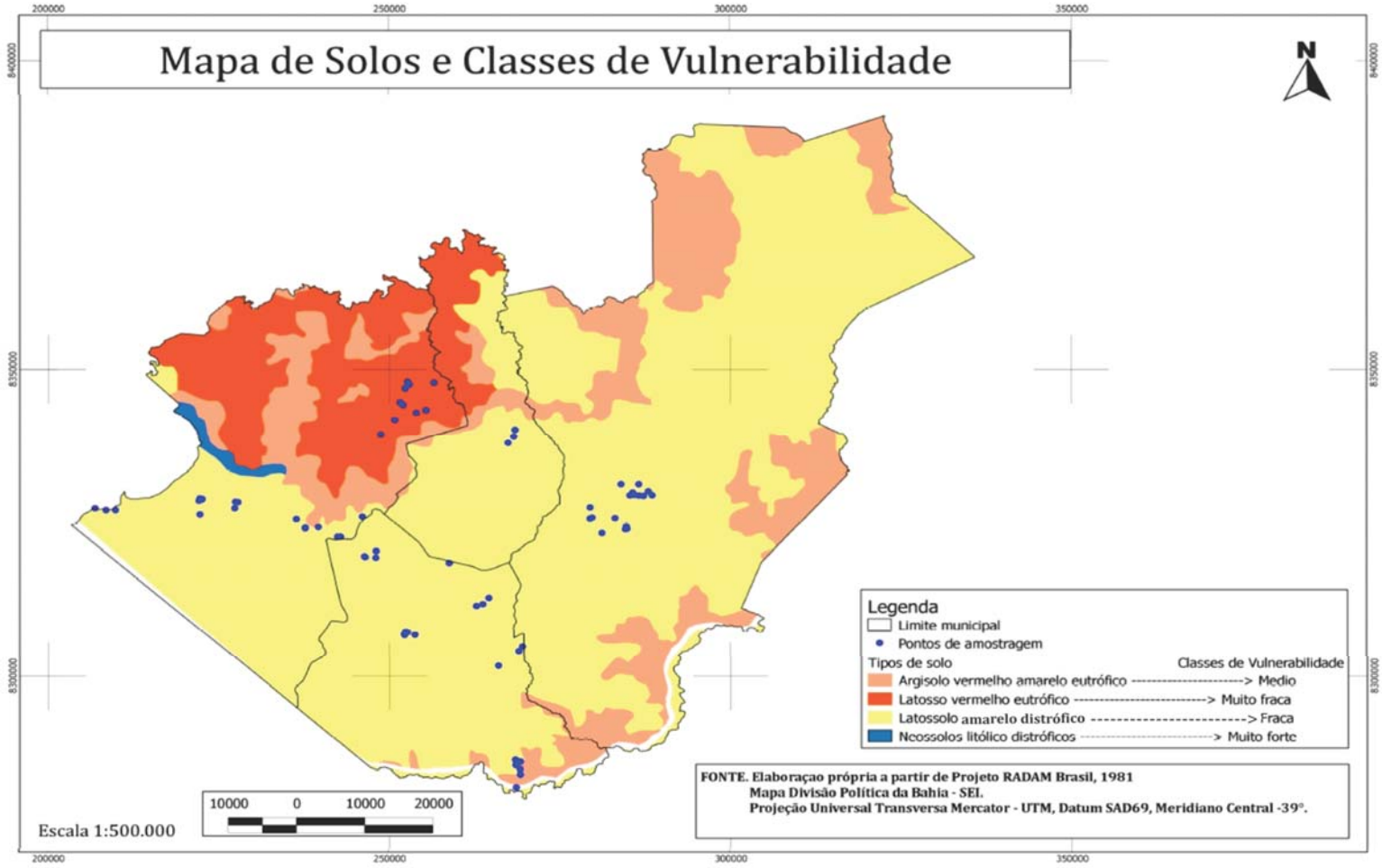
7.7 ESTUDO DOS SOLOS DEDICADOS A MANDIOCA: PERFIS DE SOLOS

7.7.1 Introdução

As interferências técnicas na região de estudo tem se dado sem informações que expressem características de formação dos solos importantes para tomada de decisão sobre manejo, uso agrícola e necessidade de conservação do solo, informações estas dependentes do perfil do solo. O plantio de mandioca é feito nesta região sem qualquer adubação química ou orgânica, sendo que as condições de má distribuição pluviométrica faz com que esta planta não se beneficie das cultivos intercalares. Por outro lado a mandioca extrai do solo elevadas quantidades de nutrientes, sendo uma das plantas que mais exaure o solo (Howeller, 2002). As recomendações técnicas de intervenções nestes solos têm se baseado em recomendações originadas em outros regiões e mesmo em condições edafoclimáticas completamente diversas desta região semiárida. Um exemplo típico da importância do conhecimento das características da formação do solo ocorre com as podridões de raízes de mandioca, dependente de condições de insuficiente drenagem do solo. Em 2011, por exemplo, os agricultores de mandioca relataram perdas generalizadas de plantios de mandioca em diversos distritos deste município, atribuído pelos próprios produtores a uma podridão de raiz. A demanda dos agricultores foi expressa numa solicitação de ajuda ao governo estadual que por sua vez encarregou diversos órgãos técnicos de resolver o problema. Investigadores destes órgãos isolaram fungos do gênero *Fusarium* de plantas coletadas no campo. Na reunião que se seguiu com os pesquisadores, foi argumentado que a podridão de raiz de plantas coletadas era mais uma consequência do ataque de alguma praga e dificilmente seria causa primária, uma vez que uma das características dos Latossolos predominantes na região era justamente a excelente drenagem existente. Efetivamente algum tempo depois constatou-se que o problema da mortandade das plantas era causada por uma broca de raiz. Este desconhecimento da pedogênese do solo se verifica também, como se verá em outra seções desta tese, em recomendações de adubações priorizando, por exemplo, os superfosfatos, adubos de solubilização rápida e ignorando-se as séries pluviométricas históricas para se conseguir o melhor ajuste possível entre os fatores pedogenéticos, pluviométricos e o período de maior absorção de nutrientes da mandioca. Nesta seção se apresentam os resultados dos perfis de solos e se discute as suas características nesta região.

Um mapa de solo com as respectivas classes de vulnerabilidade, da área de pesquisa desta tese foi elaborado pelo autor. Neste mapa os solos com a classificação específica de cada agricultor foram incluídos. Este mapa é mostrado na figura 202.

Figura 202. Mapa de Solos e Classes de Vulnerabilidade



Fonte: Elaboração própria.

De acordo com este mapa as propriedades da pesquisa estão distribuídas principalmente dentro do Latossolo-amarelo distrófico, vindo em seguida o Latossolo vermelho eutrófico e algumas propriedades no município de Cândido Sales dentro do Argissolo vermelho - amarelo eutrófico. A classe Neossolos litólico distróficos não tem nenhuma propriedade incluída, mas faz parte da área de pesquisa. A classificação de vulnerabilidade segue Ross (1996). Os latossolos, por exemplo, embora tenham fertilidade baixa, apresentam alta estabilidade e baixo risco de erosão.

A Embrapa (1977) classificou os solos dos municípios de Vitória da Conquista, Cândido Sales e Tremedal, na microrregião Sudoeste da Bahia, dentro de duas principais categorias: Latossolo vermelho-amarelo e Podzólico vermelho-amarelo. Entretanto, a atualização dos solos desta região incluem como solo fortemente predominante nesta microrregião, o Latossolo amarelo distrófico (Figura 202), classificado no novo sistema de 2006 de classificação brasileira de solos da Embrapa[4], dentro do grupo conhecido como Latossolo. As características principais deste solo, no horizonte Ap, são textura franco-argilo-arenosa, elevada acidez em condições naturais, altos teores de alumínio trocável, e baixos teores de micronutrientes.

O Argissolo nesta nova classificação (ver quadro mais adiante), possui grande diversificação de características tais como: profundidade, textura, saturação por bases, cascalhos e pedras, o que torna difícil generalizar os seus atributos. Conforme Logsdon (2008), estes solos são muito ácidos, com pH variando de 3,5 a 4,5 no horizonte superficial; a saturação de bases é sempre muito baixa e a matéria orgânica tem alta taxa de relação C/N, especialmente no horizonte superficial, com uma baixa atividade biológica e lenta degradação da matéria orgânica.

7.7.2 Perfil do Solo

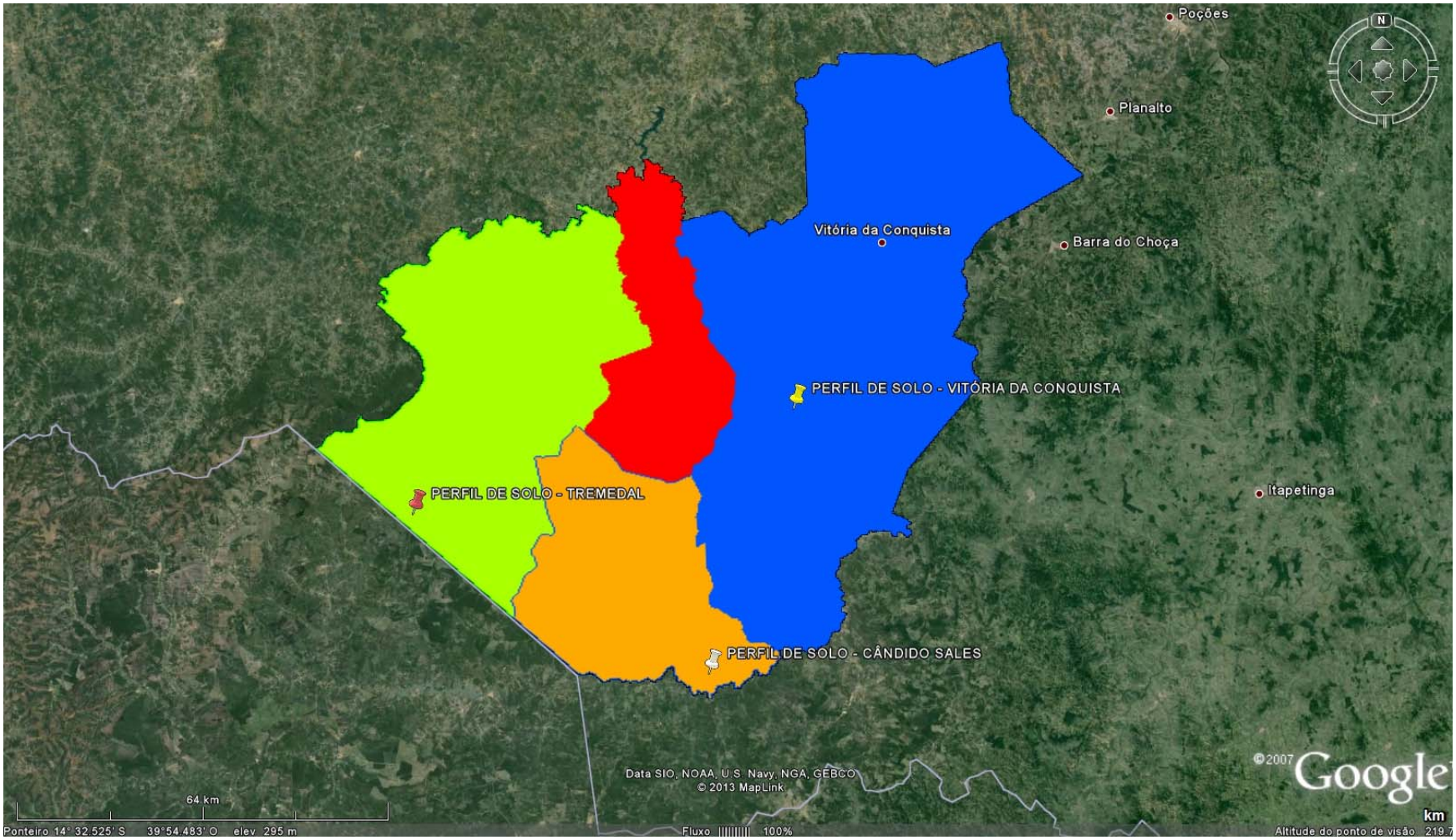
Os perfis de solos foram feitos nos três principais municípios da pesquisa. O município de Belo Campo, aonde consta apenas três propriedades agrícolas não foi feito o perfil do solo. Ademais considerou-se, conforme pode ser observado no mapa de solo que o solo do município de Vitória da Conquista e o de Belo Campo, são ambos Latossolos-amarelo distrófico A figura 203, abaixo apresentando os pontos no qual foram realizados os

[4] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

perfis de solo, mostrando que o ponto do perfil de Vitória da Conquista é bastante próximo da área correspondente ao município de Belo Campo.

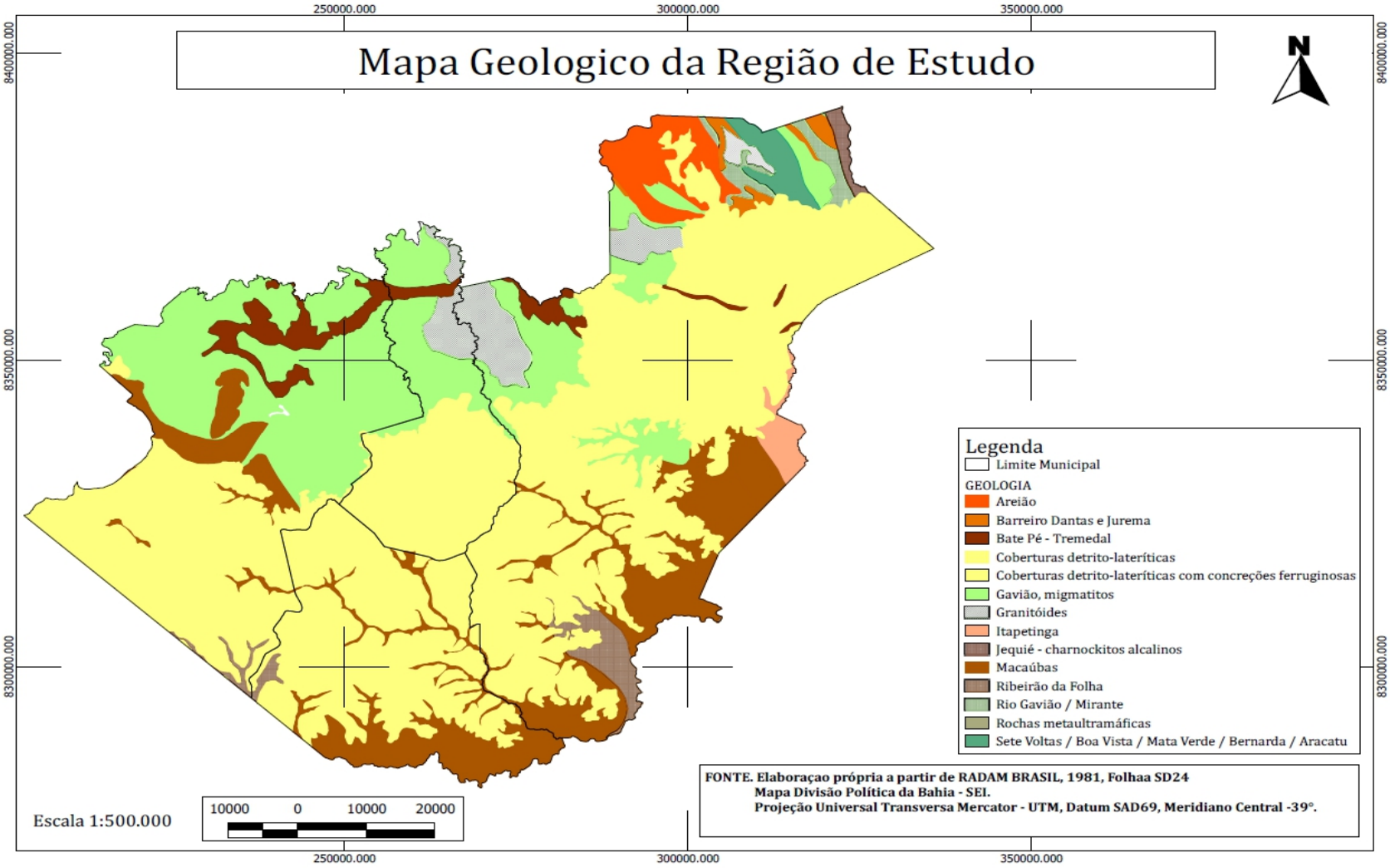
O mapa geológico da área é apresentado na figura 204.

Figura 203. Mapa dos locais de perfis de solo.



Fonte: Elaboração própria a partir do Mapa de Divisão Política da Bahia - SEI e Google Earth Pro.

Figura 204. Mapa Geológico



Fonte: Elaboração própria.

7.7.3 Metodologia dos Levantamentos

O trabalho de campo foi executado por caminhamento, utilizando-se trado tipo caneco, efetuando-se tradagens até a profundidade de 200 cm, para determinar características dos solos, como espessura, textura, cor, profundidade efetiva e outras para possibilitar a classificação dos solos ocorrentes na área e posterior delimitação das unidades de mapeamento. Após identificação da classe de solo ocorrente na área e delimitação da unidade de mapeamento, procedeu-se a abertura de uma trincheira, até a profundidade de 02 (dois) metros, e nesta realizou-se as descrições morfológicas dos horizontes do perfil de solo e coleta de amostras para caracterização física e química.

O material básico utilizado foi o levantamento planimétrico na escala de 1:7000 e o mapa de solos foi publicado na mesma escala. A descrição do perfil de solo e a coleta de amostras foram realizadas de acordo com as normas estabelecidas pela EMBRAPA/CNPS e SBCS. As amostras coletadas, foram analisadas no laboratório de solos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, segundo métodos descritos no Manual de Análises de solos, publicado pela EMBRAPA em 1979.

As localidades dos perfis foram, Cândido Sales, Vitória da Conquista e Tremedal. Os resultados são apresentados a seguir:

7.7.3.1 Cândido Sales

A área de amostragem do perfil de solo, trincheira aberta e visão da área, desta localidade é apresentada na figura 205.

Conforme pode ser visto no mapa da figura 204 a maior parte da área está recoberta por uma cobertura detrítica, de idade Terciário- Quaternário sobre as rochas do Complexo Cristalino.

Figura 205. Perfil de Solo de Cândido Sales-Bahia.



Fonte. Elaboração própria a partir de foto aérea extraída do software Measure Maps Pro.

- **Descrição da Classe de Solos:** LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A, moderado, textura argilosa e relevo plano.

- **LAd- Latossolo Amarelo Distrófico típico.**

A classe de solos foi estabelecida segundo os conceitos e definições de atributos diagnósticos, e horizontes diagnósticos superficiais e subsuperficiais, constantes do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa,2009). São solos em avançado estágio de intemperização. São virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo e tem capacidade de troca de cátions da fração argila baixa. Devido ao grau de intemperização, a composição mineralógica caracteriza-se por apresentar argilas de baixa atividade, sendo esta fração constituída por argilas do tipo 1:1 (caulinita), óxidos de ferros e de alumínio, quartzo e outros minerais resistentes ao intemperismo. O incremento do teor de argila do horizonte A para B é pouco expressivo e aumentam gradativamente com a profundidade. A percentagem de argila do horizonte A é de 40% e o valor médio para o horizonte B é de 57%. A percentagem de argila do horizonte B enquadra esta classe de solos na classe textural argilosa. Os latossolos típicos apresentam todas as

características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas padrões para a classe de solos latossólicos, não apresentando, portanto, qualquer característica que se afaste do considerado padrão para esta classe. São solos bem drenados, sendo a água removida do solo com facilidade, porém não rapidamente. Apresentam cores amarelas com matiz 10YR em todo o perfil do solo.

A composição mineralógica possui argilas de baixa atividade que mesmo apresentando textura argilosa caracteriza-se por apresentar características físicas favoráveis à mecanização. Distribuem-se nas classes de relevo plano, com declividades inferiores a 3% e suave ondulado, declividades variando de 3 a 8%.

São constituídos por argilas de muito baixa capacidade de troca de cátions (CTC) e com dominância no complexo trocável dos íons responsáveis pela acidez, hidrogênio e alumínio. O valor médio da atividade da fração argila para o horizonte B é de 7,7 $cmol_c$ /kg de argila. Para os latossolos este valor é inferior a 17 $cmol_c$ /kg de argila no horizonte B. Os valores de pH variam de 4,4 a 4,7 (fortemente ácidos), fósforo próximo de zero e a soma de cálcio mais magnésio é de 1,1 no horizonte A e valor médio de 0,22 no horizonte B. A saturação de bases é baixa, com valor médio de 11,2% ao longo do perfil e valores de matéria orgânica de 2,0% no horizonte A e valor médio de 0,7 no horizonte B. Os valores para condutividade elétrica e saturação com sódio trocáveis são desprezíveis.

7.7.3.1.1 Caracterizaçao do Perfil de Solo

- CLASSIFICAÇÃO — Latossolo Amarelo Distrófico - típico A moderado, textura argilosa e relevo plano.
- UNIDADE DE MAPEAMENTO — LAcl
- PROPRIEDADE, LOCALIDADE, MUNICÍPIO, ESTADO, PAÍS, LOCALIZAÇÃO.
- Descrição Geral

Propriedade de Laurentino Gomes
Localidade de Lagoa Grande, município de Cândido Sales, Estado da Bahia- Brasil.
Coordenadas UTM: N(y)8306786 E(x) 253758 24L
Altitude: 731,7 m.

- SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL

Perfil coletado em trincheira aberta em área de relevo plano com cobertura de Floresta estacional decídua. (Mata de cipó).

- LITOLOGIA, E FORMACAO GEOLÓGICA — Cobertura Terciário-Quarternário detrítica. Cenozóico. Ver figura 204.
- MATERIAL ORIGINÁRIO — Sedimentos areno-argilosos
- PEDREGOSIDADE — Ausente
- ROCHOSIDADE Ausente
- RELEVO LOCAL — Plano
- RELEVO REGIONAL — Suave ondulado e plano
- EROSÃO — Laminar ligeira
- DRENAGEM Bem drenado
- VEGETACAO PRIMÁRIA — Floresta estacional decidual
- USO ATUAL — Sem uso agrícola

7.7.3.1.2 Descrição Morfológica

A 0-25 cm - bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/6); argila arenosa; moderada pequena a média granular, macia muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e difusa.

BA 25-45 cm - bruno-amarelado (10 YR 5/6); argila arenosa; forte muito pequena e granular; macia, muito friável, plástica e pegajosa; transição plana e gradual.

Bw_1 45-95 cm - bruno-amarelado (10 YR 5/8); argila; forte muito pequena e granular; macia, muito friável plástica e pegajosa; transição plana e difusa.

Bw_2 95-145 cm - bruno-amarelado (10 YR 5/8); argila; forte muito pequena granular, macia, muito friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.

Bw_3 145-200 cm - bruno-amarelado (10 YR 5/8); muito argilosa, forte muito pequena granular, macia, muito friável, plástica e pegajosa.

Tabela 94. Análise física do solo do perfil.

Horizonte		Frações da Amostra Total (%)			Composição Granulométrica da TFSA (g/kg)			
Simb.	Profund. (cm)	Calhaus 2-20 (cm)	Casc. 20-2 (mm)	TFSA < 2,00 (mm)	Areia grossa 2-0,2 (mm)	Areia fina 0,2-0,05 (mm)	Silte 0,05-0,002 (mm)	Argila < 0,002 (mm)
A	0-25	0	0	100	500	90	10	400
B A	25-45	0	0	100	405	105	20	470
Bw_1	45-95	0	0	100	320	90	20	570
Bw_2	95-145	0	0	100	290	90	50	570
Bw_3	145-200$^+$	0	0	100	250	90	10	650

Fonte: Laboratório de Solos da UESB.

Tabela 95. Análise química do solo

Horizonte	pH (H_2O)	Mg/dm^3	$Cmol_c/dm^3$									%		
		P	K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Al^{+++}	H^+	Na^+	S	t	T	V	m	MO
A	4,7	2	0,04	0,6	0,5	0,8	4,4	-	1,1	1,9	6,3	18	41	2
BA	4,5	1	0,02	0,3	0,3	1,1	4,1	-	0,6	1,7	5,8	11	64	1,2
Bw_1	4,4	1	0,02	0,2	0,2	0,8	3,2	-	0,4	1,2	4,4	10	66	0,8
Bw_2	4,6	3	0.01	0,2	0,1	1,0	2,5	-	0,3	1,3	3,8	8	76	0,4
Bw_3	4,6	5	0,01	0,2	0,1	0,7	2,4	-	0,3	1,0	3,4	9	69	0,3

Fonte: Laboratório de Solos da UESB.

t- Capacidade de Troca de Cátións (CTC) efetiva.

T- CTC à pH 7,0

V- Saturação de Bases

m-Saturação por alumínio

MO- Matéria Orgânica.

Tabela 96. Análise química do solo: Micronutrientes.

Horizonte	Mg/dm^3			
	Cobre (Cu^{++})	Manganês (Mn^{++})	Zinco (Zn^{++})	Ferro (Fe^{++})
A	0,30	2,50	1,0	42,00
BA	0,20	0,50	0,80	28,00
Bw_1	0,30	0,20	0,80	16,00
Bw_2	0,30	0,10	0,70	9,00
Bw_3	0,30	0,00	0,60	6,00

Fonte: Laboratório de Solos da UESB.

7.7.3.2 Tremedal

A área de amostragem do perfil de solo de Tremedal é apresentado na figura 206.

Figura 206. Área de amostragem do perfil de solo de Tremedal.



Fonte: Elaboração própria.

7.7.3.2.1 Caracterização Geral da Área

- **Clima**

A área em estudo localiza-se no Planalto de Vitória da Conquista, de clima subsumido representante da transição climática entre o clima úmido das regiões litorâneas e serranas e o clima seco da caatinga. A precipitação média anual é de 716 mm, o trimestre mais chuvoso compreende os meses de novembro, dezembro e janeiro, com precipitação média de 355 mm correspondente à 49% da precipitação anual. A precipitação média do trimestre mais seco julho, agosto, e setembro, é de 58 mm. No período de 1935 a 1996 o ano mais chuvoso foi 1974 com 1245 mm e os anos mais secos 1993 com 293 mm e 1961 com 301 mm.

- **Relevo**

Foram identificas as classes de relevo suave ondulado e plano, predominando a classe de relevo suave ondulado a declividade da área é inferior a 6 %.

- **Vegetação**

A vegetação primitiva é classificada como, Floresta Estacional Decidual, e esta é caracterizada pela dominância de forma biológica fanerófita decidual com as gemas foliares protegidas, possuindo seus indivíduos copa muito esgalhada e folhas pequena.

- **Geologia**

Os solos são desenvolvidos a partir de cobertura detríticas e estas caracterizam-se por ser uma capa de material amarelo detrítico e mal consolidado.

- **Solos**

Neste item consta a legenda da unidade de mapeamento, a descrição da classe de solos e a caracterização do perfil representativo dos solos ocorrentes na área.

- **Legenda**

LAd -LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico textura argilosa horizonte A moderado relevo suave ondulado.

7.7.3.2.2 Descrição da Classe de Solo

LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico textura argilosa A moderado.

São solos minerais em avançado estágio de intemperização, como resultado de enérgicas transformações do material constitutivo (salvo minerais pouco alteráveis). São solos virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo, e tem capacidade de troca de cátions baixa.

Devido ao avançado grau de intemperização, a composição mineralógica caracteriza-se por apresentar argilas de baixa atividade, sendo esta fração constituída por argilas do tipo 1:1 (caulinita), óxidos de ferro e de alumínio, quartzo e outros minerais resistentes ao intemperismo. A CTC varia de 8,1 a 3,4 $cmol_c/dm.^3$ A soma de bases é inferior a 0,9 $cmol_c/dm^3$ e os valores de pH estão em torno de 4,1. A percentagem de saturação de bases é inferior a 11% (distróficos) com valores insignificantes para sódio.

São solos bem drenados, a água é removida do solo com facilidade, porém não rapidamente, muito profundos, espessura superior a dois metros. Tem sequência de horizontes A moderado Blatossólico horizontes A moderado B latossólico e C, sendo o incremento do teor de argila do horizonte A para o B pouco expressivo, os teores da fração argila aumentam gradativamente com a profundidade. Os teores de argila variam de 38 a 64% ao longo do perfil e devido as características mineralógicas desta fração, mesmo com elevados teores de argila não ocorre limitações à mecanização.

Esta classe de solos, devido à sua composição mineralógica, argilas de baixa atividade, mesmo apresentando textura argilosa caracteriza-se por apresentar características físicas favorável à mecanização.

A seguir é apresentado a caracterização do perfil coletado para caracterizar os solos identificados na área do levantamento.

- DESCRIÇÃO DO PERFIL
- DESCRIÇÃO GERAL
- PROPRIETÁRIO: Marcelino Santos Mendes Sobrinho
- Coordenadas UTM: N(y)8312651 E(x) 219736 - 24L
- Localidade de Baixa Velha, Município de Tremedal, Fazenda Monte Verde Estado da

Bahia.

- PERFIL - - NÚMERO DE CAMPO – P01
- DATA - Março/2013
- CLASSIFICAÇÃO – LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado textura argilosa relevo suave ondulado.
- UNIDADE DE MAPEAMENTO – LAd
- SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL
- Perfil coletado em trincheira aberta em área de relevo suave ondulado com declividade inferior a 6%, sob vegetação de floresta estacional decídua (Mata cipó).
- LITOLOGIA, E FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Cobertura Terciário-Quaternário detritica. Cenozóico.
- MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimentos areno-argilosos
- PEDREGOSIDADE - Ausente
- ROCHOSIDADE -Ausente
- RELEVO LOCAL - Suave ondulado
- RELEVO REGIONAL – Suave ondulado e plano
- EROSÃO - Não aparente.
- DRENAGEM - Bem drenado
- VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta estacional decidual
- USO ATUAL - Sem uso agrícola

7.7.3.2.3 Descrição Morfológica

A - 0-32cm; bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/6); argila arenosa; moderada pequena a média granular; macia muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual

BA- 32-60 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/6); argila arenosa; forte muito pequena granular; macia, muito friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa

Bw1 - 60-94 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/8); argila; forte muito pequena granular; macia, muito friável plástica e pegajosa; transição plana e difusa

Bw2 – 94-133 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/8); argila; forte muito pequena granular; macia; muito friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.

Bw3 - 133-200 cm+; bruno-amarelado (10 YR 5/8); muito argilosa; forte muito

pequena granular; macia, muito friável, plástica e pegajosa.

Tabela 97. Análise Física. Laboratório de solos da UESB (757FF a 761FF).

HORIZONTE		FRAÇÕES DA AMOSTRA TOTAL (%)			COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA TFSA (g/kg)			
Simb.	Profun. (cm)	Calhaus 2-20 (cm)	Casc. 20-2 (mm)	TFSA < 2,00 mm	Areia grossa 2 - 0,2 mm	Areia fina 0,2 - 0,05 (mm)	Silte 0,05- 0,002 (mm)	Argila <0,002 (mm)
A	0-32	0	0	100	530	70	20	380
BA	32-60	0	0	100	490	60	20	430
Bw1	60-94	0	0	100	400	50	10	540
Bw2	94-133	0	0	100	320	70	10	600
Bw3	133-200+	0	0	100	280	60	20	640

Fonte: Laboratório de Solos da UESB.

Tabela 98. Análise Química. Laboratório de solos da UESB (527J a 531J).

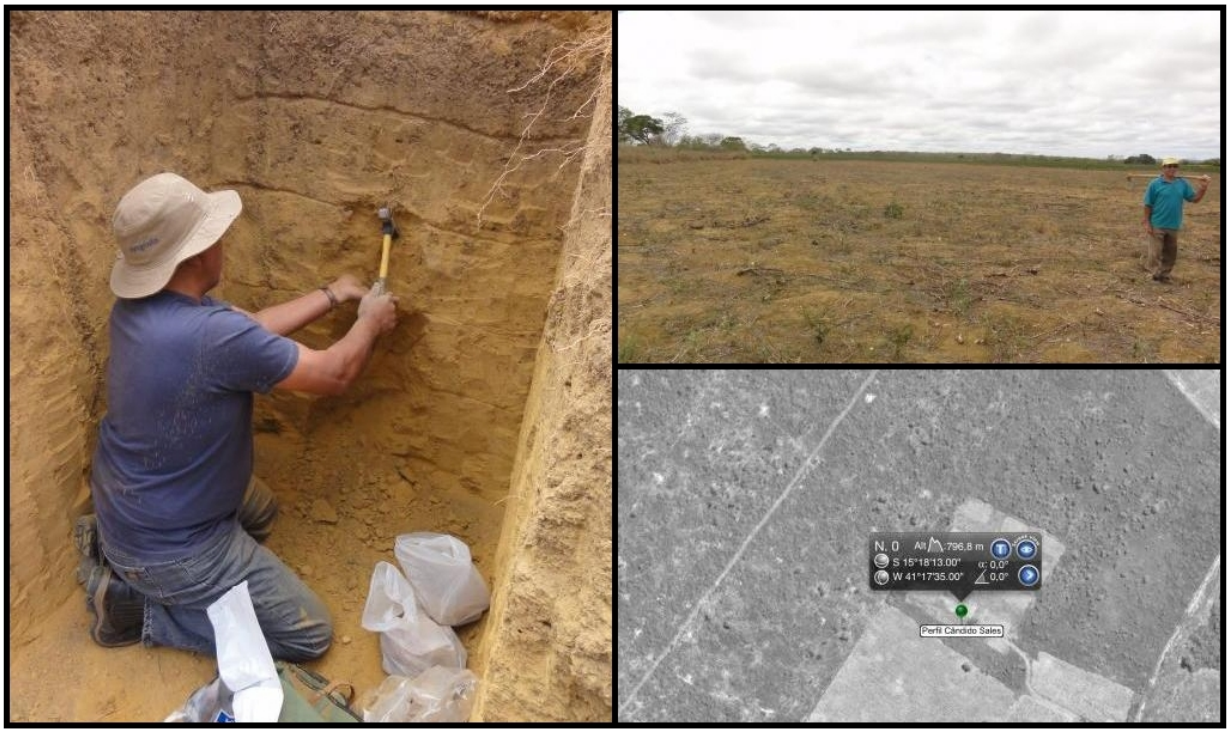
pH	mg/dm³	Cmolc/dm³								M.O	%	
(H2O)	P	K^+	Ca^{++}	Mg^{2+}	Al^{3+}	H^+	S	t	T	%	V	m
4,1	1	0,07	0,4	0,4	1,5	5,7	0,9	2,4	8,1	2,2	11	63
4,3	1	0,03	0,3	0,2	1,3	4,5	0,5	1,8	6,3	1,4	8	71
4,2	1	0,02	0,2	0,1	1,2	4,0	0,3	1,5	5,5	1,2	6	79
4,3	1	0,01	0,3	0,3	1,1	2,7	0,6	1,7	4,4	0,9	14	64
4,2	1	0,01	0,2	0,1	1,0	2,1	0,3	1,3	3,4	0,6	9	76

Fonte: Laboratório de Solos da UESB.

7.7.3.3 Vitória da Conquista

A área de amostragem do perfil de solo de Vitória da Conquista é apresentado na figura 207.

Figura 207. Área de amostragem do perfil de solo de Vitória da Conquista.



Fonte. Elaboração própria e software Measure Maps Pro (foto não colorida).

7.7.3.3.1 Descrição Geral

- DATA - 5/11/2012
- CLASSIFICAÇÃO – LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado textura argilosa relevo plano.
- LOCALIZAÇÃO, MUNICÍPIO, ESTADO E COORDENADAS
- Localidade de Dantilândia, Município de Vitória da Conquista, Estado da Bahia
- Coordenadas UTM: N(y)8329432 E(x) 285264 24L.
- SITUAÇÃO, DECLIVE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL
- Perfil coletado em trincheira aberta em área plana com declividade inferior a 3%, sob cultivo de mandioca.

- LITOLOGIA, E FORMAÇÃO GEOLÓGICA - Cobertura Terciário-Quaternário detrítica. Cenozóico.
- MATERIAL ORIGINÁRIO – Sedimentos areno-argilosos
- PEDREGOSIDADE - Ausente
- ROCHOSIDADE - Ausente
- RELEVO LOCAL - Plano.
- RELEVO REGIONAL – Plano e suave ondulado
- EROSÃO - Não aparente.
- DRENAGEM - Bem drenado
- VEGETAÇÃO PRIMÁRIA – Floresta estacional decidual
- USO ATUAL – Cultivo de mandioca.

7.7.3.3.2 Descrição Morfológica

A - 0-22cm; bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/6); franco argila arenosa; moderada pequena a média granular; macia muito friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e gradual

BA- 22-45 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/6); franco argila arenosa; forte muito pequena granular; macia, muito friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa

Bw1 - 45-70 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/8); argila arenosa; forte muito pequena granular; macia, muito friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa

Bw_2 – 70-95 cm; bruno-amarelado (10 YR 5/8); argila arenosa; forte muito pequena granular; macia; muito friável, plástica e pegajosa; transição plana e difusa.

Bw_3 - 95-200 cm^+; bruno-amarelado (10 YR 5/8); argila; forte muito pequena granular; macia, muito friável, plástica e pegajosa.

Tabela 99. Análise Física.

HORIZONTE		FRAÇÕES DA AMOSTRA TOTAL (%)			COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA TFSA (g/kg)			
Simb.	Prof. (cm)	Calhaus 2-20 (cm)	Casc. 20-2 (mm)	TFSA < 2,00 mm	Areia grossa 2 - 0,2 mm	Areia fina 0,2 - 0,05 (mm)	Silte 0,05- 0,002 (mm)	Argila <0,002 (mm)
A	0-22	0	0	100	530	110	70	290
BA	22-45	0	0	100	435	140	75	350
Bw1	45-70	0	0	100	365	125	70	440
Bw2	70-95	0	0	100	330	120	90	460
Bw3	95-200^{+}	0	0	100	325	115	90	470

Fonte: Laboratório de solos da UESB (584-FF a 588FF).

Tabela 100. Análise Química.

pH	mg/dm³	Cmolc/dm³								%	%	
(H_2O)	P	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	H^+	Na^+	S	T	M.O	V	m
4,3	2	0,13	0,6	0,5	0,8	5,0	-	1,2	7,0	1,4	17	39
4,3	2	0,10	0,5	0,3	1,0	4,0	-	0,9	5,9	1,2	15	53
4,3	1	0,10	0,4	0,3	1,2	3,5	-	0,8	5,5	0,9	15	60
4,4	1	0,08	0,3	0,4	0,9	3,0	-	0,8	4,7	0,2	17	54
4,5	1	0,11	0,3	0,2	1,0	2,4	-	0,6	4,0	0,2	15	62

Fonte. Laboratório de solos da UESB (279-I a 283-I).

As características dos três perfis de solos indicam textura argilosa com diferentes percentuais de argilas, variando de 40% no horizonte A a 65% no horizonte $B_{w3,}$ em Cândido Sales, 38% a 64% em Tremedal e 29 a 47% em Vitória da Conquista, respectivamente, ao longo dos perfis. Quando se compara estes resultados com a classificação de solos para o

cultivo da mandioca, conforme Montaldo (1985), tem-se a situação da tabela 101. Montaldo classifica os solos para o cultivo da mandioca em três tipos básicos: 1-Bons; 2-Regulares; 3-Não aptos. O tipo um seria aquele com pouca ou nenhuma limitação para o cultivo; o dois pertencem os solos com moderadas a severas limitações para o cultivo e o tipo três seriam aqueles solos sujeitos a severas limitações para o plantio. Pode-se considerar pelos perfis de solos que todas as três regiões têm solos com alto conteúdo de argila. Estas características guardam coerência com Howeller (2002) que cita que a maioria dos países usam solos para plantios de mandioca com altos conteúdos de argila, sendo a Tailândia uma exceção.

Tabela 101. Classificação de solos para o cultivo da mandioca.

TIPO	PROFUNDIDADE	TEXTURA	ARGILA %	DRENAGEM	pH	MAT. ORGÂNICA
Bons	Profundos	Média à grossa	< 18	Bem drenado	6 - 7	Bom conteúdo
Regulares	Pouco profundos	Fina à mediana	20 - 60	Moderadam. bem drenado	5 - 6	Baixo conteúdo
Não aptos	Capa dura próximo da superfície	Ou muito grossa ou muito fina	> 60	Mal drenados	< 5 >7,5	Baixo conteúdo

Fonte. Montaldo (1985).

De acordo com os perfis de solo, na fração argila do horizonte A estes solos não podem ser considerados bons para o cultivo da mandioca, podendo ser enquadrados quanto à esta característica em solos regulares. Todos os três perfis apresentam solos bem drenados e com boa profundidade, não havendo, portanto, as condições de acúmulo de água de solo provocado por drenagem insuficiente necessário para a ocorrência de podridão de raízes. Esta constatação diverge de Alves & Silva (2003) que recomenda se evitar solos argilosos para o plantio de mandioca, uma vez que estes solos por serem mais compactos, dificultariam o crescimento das raízes desta planta, além de apresentarem maior risco de encharcamento e de apodrecimento das raízes. Os perfis de solos das três localidades mostraram haver nesta classe de solos, devido à sua composição mineralógica, argilas de baixa atividade que mesmo apresentando textura argilosa caracteriza-se por apresentar características físicas favorável à mecanização, implicando a ausência de encharcamento referido por estes autores. Estes autores recomendam ainda, com ênfase, se evitar o "plantio de mandioca" em solos aonde existe a presença de uma camada argilosa abaixo da camada arável, tal como ocorre nos três perfis amostrados. Entretanto, conforme divergência de Montaldo seria necessário se

saber o percentual de argila para caracterizar o solo como apto ou inapto para o cultivo da mandioca. Conforme pode ser visto na tabela 101, apenas os solos com mais de 60% de argila são considerados não apropriados para o plantio de mandioca. Embora os solos dos três perfis fossem classificados como argilosos, nenhum dos três exemplos se enquadram na situação descrita pelos autores.

Uma outra pergunta respondida pela análise física dos perfis de solo diz respeito a ocorrência de hidrofobicidade decorrente das sucessivas queimadas de solo para plantios. Afif & Oliveira (2006) destacam que temperaturas acima de 275 ºC afetam a textura do solo ao fazer decrescer gradualmente o conteúdo de argila e aumentar relativamente o de areia. Desta forma a queimada, na opinião destes autores, pode também estar relacionada com a erosão eólica que com frequência é ignorada por técnicos e agricultores. Os três perfis de solos mostraram que embora estes solos sejam preparados para o planto de mandioca através do fogo, esta situação descrita por estes autores não ocorreu, apesar das temperaturas de queimadas medidas quando se se discutiu este item específico terem alcançado as temperaturas de 275 ºC. Os teores de argilas das três amostras, ao longo dos perfis sofreram aumento do conteúdo de argila e não decréscimo relativamente ao de areia. A ocorrência de erosão eólica, referida por estes autores, embora não esteja descartada completamente, de acordo com as medições de velocidades do vento a 1m de altura do solo, em cada uma das propriedades de pesquisa, não apresentaram também velocidade umbral necessária para iniciar o processo de erosão eólica, de resto dificultada pela textura argilosa destes solos. O perfil destes solos indicaram apenas em Cândido Sales, a presença de erosão laminar ligeira ou leve. Nas outras duas áreas, os sinais de erosão foram ausentes. Estes dados estão de acordo com Cardozo et al. (2003)

Os Latossolos amarelos predominantes nestas áreas de pesquisa estão entre as classes que menos perdem solos por erosão/ano. A tabela 102 determina os dados de perdas de solos para o ambiente do semi-árido, mesma situação dos solos de plantios de mandioca das áreas de estudo.

Tabela 102. Terra arrastada pela erosão/ano em função da classe de solo.

Erosão	**Tipos e associações de solos**											
Ton/ha/ano	AQ	LA LAV	PV	PE	TRE	CE	V	BNC	RE	LI	PL	SS
Mínimo	0,01	2,5	12,5	2,50	37,5	25,0	12,50	5,0	12,5	25,0	50,0	87,5
Máximo	0,50	25,0	50,0	62,5	87,5	75,0	50,0	62,5	37,5	75,0	100,0	12,5
Média	0,25	13,7	31,2	32,5	62,5	50,0	31,5	33,5	25,0	37,5	75,00	105,0

Fonte: Adaptado de Cardozo et.al.(2003).

AQ = Areias quartzosas CE = Cambissolos PL = Planossolos
LA= Latossolos amarelos V = Vertissolos SS = Solonetz solodizados
LAV= Latossolos vermelho-amarelos BNC = Bruno não-cálcicos
PV= Podzólicos vermelho-escuros RE = Regossolos
PE = Podzólico eutrófico LI = Litólicos
TRE=Terras roxas estruturadas.

A tabela mostra que os Latossolos amarelos e vermelho-amarelos estão entre as classes que menos perdem solos entre todas as outras. Embora os Latossolos vermelho-amarelos tenham uma boa resistência à erosão, a tabela mostra que ocorre um máximo de perdas de 25 ton/ha/ano.

A análise química dos perfis é confrontada com a tabela de níveis críticos para a mandioca e apresentada na tabela 103.

Tabela 103. Tabela de níveis críticos da mandioca.

pH	Sat. Al (%)	P (mg/dm³)	K	Ca (Cmolc/dm³)	Mg	Zn (ppm)	S
4.0	80.0	7.0	0.15	0.25	0.12	1.0	8.0
8.0		10.0	0.17				

Fonte. Cadavid (2002).

De acordo com este autor, o nível crítico de 10 ppm para o fósforo significa que o P é um elemento limitante neste solo e é muito possível que se manifeste deficiência deste nutriente no cultivo. Também é muito provável que com alguma aplicação de fósforo se consiga uma resposta positiva e altamente significativa manifestada num aumento crescente de rendimento (aumento de raízes em t/ha^{-1}). Se o valor determinado estiver acima do nível crítico é possível que não haja resposta deste nutriente. Em relação ao pH, todos os três perfis apresentam pH inferior a 5 quando comparados com a tabela 101 e a tabela 103. Montaldo, tabela 101, considera que solos com pH menores que 5 são considerados inaptos para o plantio. Entretanto, Cadavid (2002) considera que estes solos quanto ao pH atingiram o nível crítico. Estes dados, que são comparados mais adiante com as análises químicas de todas as propriedades amostradas, podem estar indicando que qualquer intervenção relativo a solos

que se faça nesta região, a calagem deve ser colocada como prioritária. Os níveis de P e K estão em todos os três perfis, abaixo dos níveis críticos da tabela 103 mostrando que estes solos também são muito deficientes nestes dois nutrientes. Quanto ao teor de matéria orgânica quando se comparam os resultados dos três perfis de solos com Howeler (2002), tabela 104, verifica-se que estes solos possuem um variável conteúdo de matéria orgânica.

Tabela 104. Parâmetros do solo para conteúdo de matéria orgânica da cultura da mandioca.

Parâmetros de solo	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Matéria orgânica (%)	< 1	1 - 2	2 - 4	> 4	

Fonte. Howeler (2002).

Cândido Sales com matéria orgânica no horizonte A de 2% e Tremedal com matéria orgânica de 2,2% são incluídos num parâmetro médio. Para Vitória da Conquista o perfil de solo no horizonte A é de 1,4% sendo incluído no parâmetro baixo. Nos três perfis, ao longo dos horizontes ocorre decréscimo da matéria orgânica. Quanto ao índice de saturação de bases (V), o índice desejável para a mandioca se situa entre 50-60% (Embrapa, 2013). Os perfis das três localidades mostram no horizonte A, as seguintes situações: 1. Cândido Sales – 18%; 2. Tremedal – 11%; Vitória da Conquista – 17%. Estes valores refletem a baixa fertilidade das classes de solo e os baixos conteúdos de matéria orgânica existentes. Conforme foi visto na seção de adubação, a maior parte dos agricultores da área de pesquisa cultivam o solo por no máximo 3 vezes, antes de abandonar a área. Acrescente-se a este cenário a retirada de nutrientes pela mandioca e exportada pela colheita, que segundo Howeler (2002), extrai do solo 0,48kg de P; 4,08kg de K; 0,69kg de Ca e 0,28kg de Mg. Diante do exposto, o fósforo pode estar tendo uma dupla diminuição nos seus teores, tanto pela fixação pelas partículas de solo, como pela mineralização da escassa matéria orgânica durante o ciclo de cultivo, causando uma intensa diminuição e limitando o aporte do fósforo orgânico, uma vez que a matéria orgânica existente já foi intensamente reduzida. Esta diminuição da matéria orgânica pode estar causando também a diminuição da mineralização do enxofre. Efetivamente os teores de enxofre das análises químicas dos três perfis quando comparadas com os níveis críticos de enxofre da tabela 103, mostram níveis muito abaixo dos níveis críticos. As análises químicas dos solos deste perfil, suportam a hipótese descrita.

Quanto à função destes solos os perfis mostraram que as características físicas e de relevo indicam um solo muito favorável à mecanização e ao desenvolvimento de espécies vegetais de raízes profundas como o eucalipto, pouco sujeito à erosão quando comparadas com outras classes de solo. A fertilidade natural é baixa exigindo para a exploração destes solos um ajuste de pH, aportes de matéria orgânica e técnicas de conservação de solo. Estas conclusões são válidas para todos os perfis. Os perfis de solos também mostram que estes solos não estão em processo iminente de desertificação, uma vez que em nenhum dos perfis houve decréscimo da fração argila. Esta observação concorda com Li et al. (2006) que diz que a ocorrência deste evento implica a diminuição da matéria orgânica com o desenvolvimento da desertificação, resultando numa diminuição da fração argila durante este processo. Os perfis da área de pesquisa mostram que ocorrem aumento da fração argila ao longo das camadas de solo.

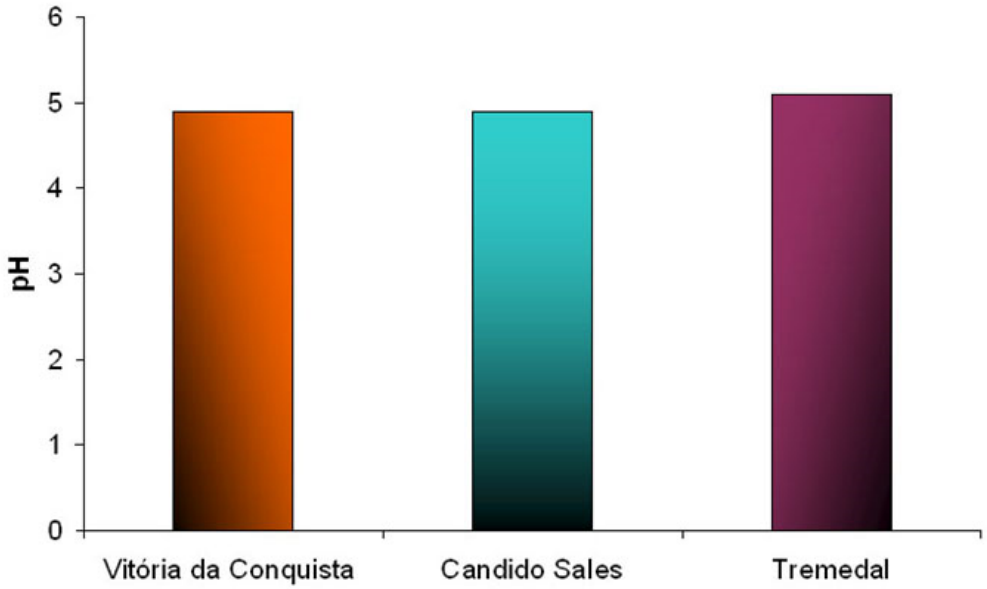
7.8 ANÁLISE QUÍMICA DOS SOLOS

A maior parte dos solos amostrados para análise química nos municípios da pesquisa, conforme o perfil de solo realizado, é classificado como LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico A moderado.

Nesta área existe a convicção arraigada de que o melhor solo para o cultivo da mandioca é o solo das matas. No entanto, o Latossolo -amarelo possui de acordo com Logsdon (2008), uma base de baixos conteúdos de nutrientes e de matéria orgânica conferindo a estes solos uma fertilidade natural muito baixa, suficiente apenas para suportar a floresta. A relação entre os Latossolos e a vegetação original é para este autor um exemplo sofisticado do delicado balanço da natureza no qual os nutrientes são constantemente reciclados para manter a comunidade florestal. Quando a floresta é removida para o estabelecimento da agricultura (no caso da região estudada, o plantio de mandioca), a fertilidade é rapidamente exaurida e a cultura passa a apresentar perfis declinantes de produtividade, contribuindo então para o esgotamento da fertilidade do solo.

As análises de pH do horizonte arado do solo dos agricultores cooperados da Coopasub realizadas por nós nesta microrregião (método pH em água 1:2,5) não mostraram variações significativas entre os solos das localidades de Cândido Sales, Vitória da Conquista e Tremedal. As médias dos três locais são mostradas na figura 208.

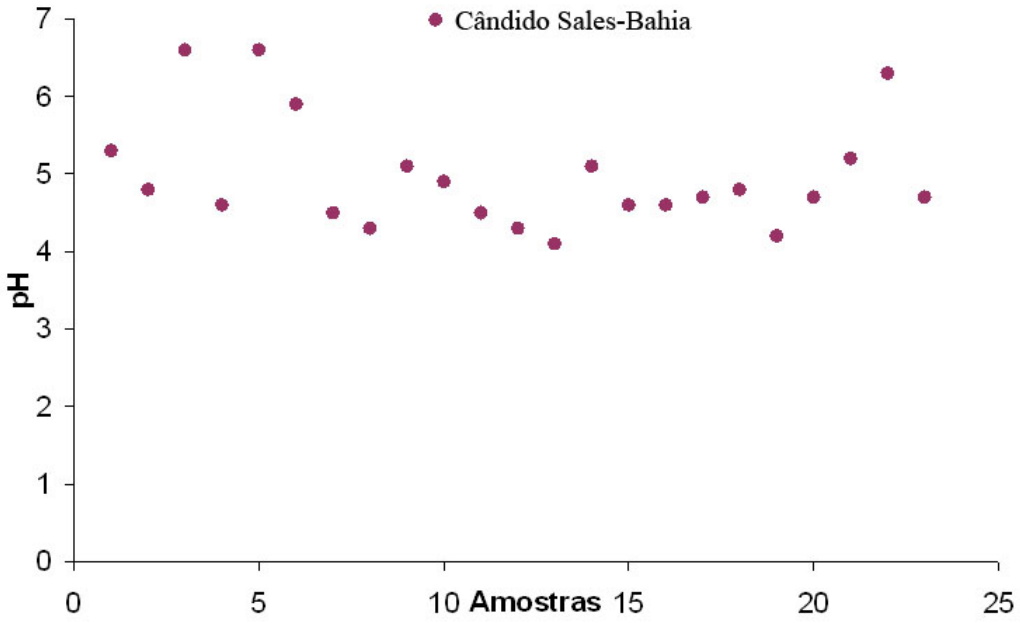
Figura 208. Médias de pH de 3 localidades da microrregião sudoeste da Bahia (nº 43, 23, e 20, respectivamente, número de amostras de solo totais para cada município)



Fonte: Dados da pesquisa

A figura 209 mostra os dados de pH do mais importante produtor de mandioca da microrregião Sudoeste da Bahia, a localidade de Cândido Sales.

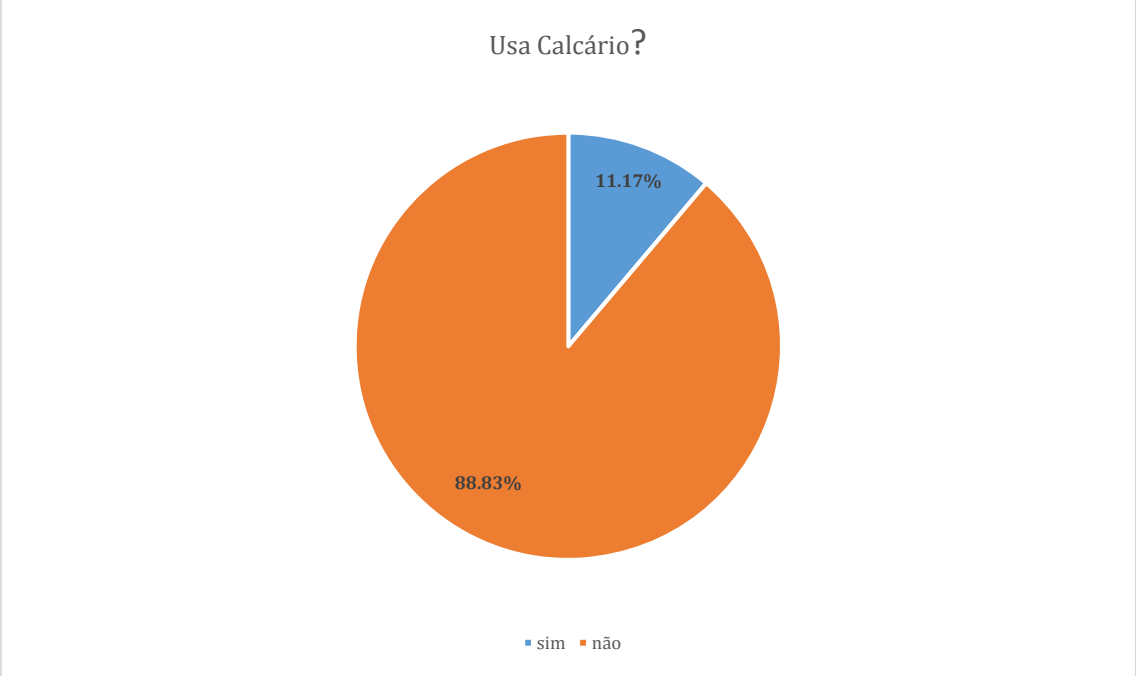
Figura 209. pH das amostras de solo, dos cooperados da Coopasub, em Cândido Sales - Bahia.



Fonte: Dados da pesquisa

As medidas de pH desta localidade se situaram entre 4,2 e 6,6. A maior parte dos pontos mostrados no gráfico se situa abaixo do nível crítico de 5,0 (Howeler, 2002). Estes níveis incidem negativamente na adubação. Solos para o cultivo da mandioca com pH entre 4,5 y 5,0 fazem com que o elemento fósforo reaja com formas solúveis de ferro e alumínio, formando fosfatos insolúveis de ferro e alumínio e indisponibilizando o fósforo para a planta (Montaldo, 1985). É possível que esta imobilização do fósforo esteja ocorrendo nesta área devido aos níveis críticos de pH existentes, agravados pelo fato de que possivelmente o Latossolo amarelo desta região é álico (alta saturação por Al^{3+}). Além do mais a maioria dos agricultores de toda a microrregião sudoeste não realiza calagem, conforme se pode ver na figura 210.

Figura 210. Uso de calcário na microrregião sudoeste da Bahia.



Fonte: Coopasub (2005).

Para o fósforo, a sua disponibilidade pode governar a taxa de crescimento dos organismos. Os níveis de teores e disponibilidade do potássio para a planta são indicados na tabela 105.

Tabela 105. Teores e disponibilidade de fósforo e potássio para a cultura da mandioca.

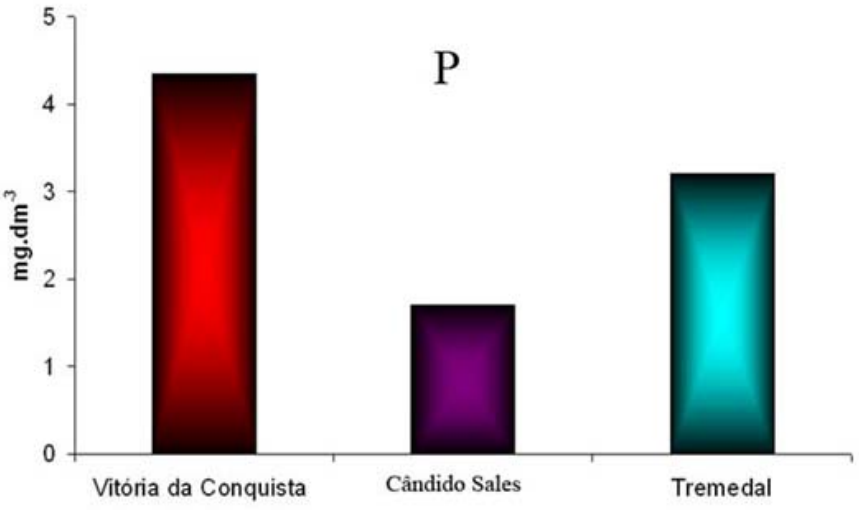
Disponibilidade (P)	**Teor de P (mg. dm^3)** Ribeiro (1999)	**Disponibilidade (K)**	**Teor de K (cmol. dm^3)** Leihner (2002)
Baixa	0-5	Baixa	0,10-0,15
Média	6-10	Média	0,16- 0,25
Boa	11 – 15	Boa	> 0,25
Muito boa	>15	Muito boa	

Fonte: Adaptado de Ribeiro (1999) & Leihner (2002).

Em relação ao fósforo, pela observação da tabela, pode se estabelecer o nível crítico abaixo de 6 mg/dm^3. Este índice mantém proximidade com Calatayud (2002) que define o nível crítico do fósforo assimilável para a cultura da mandioca abaixo de 7 mg/dm^3, pelo método Bray I (este teste, desenvolvido em 1945 é também conhecida como fraca Bray método; o fósforo extraível está fortemente relacionado com o fosfato de alumínio no solo que melhor se adaptam a solos com um pH de 6,8 ou menos e texturas de barro ou argila siltosa fina; este teste não funciona bem com solos calcários) e abaixo de 10 mg/dm^3 pelo método Bray II (este teste é conhecido como o "forte"; a diferença é que este teste utiliza os níveis mais elevados de ácido para extrair fósforo no solo; isso normalmente acarreta nos resultados do ensaio, números maiores que os resultados Bray fraco; este método é muito bom para determinar os níveis de P no solo e se fosfato de rocha é usado como fonte fertilizante em solos ácidos; não é um bom método para solos neutro a alcalinos, uma vez que irá superestimar os níveis de fósforo disponível). Este autor define nível crítico como a concentração do elemento limitante abaixo do qual a planta apresenta deficiência em campo e acima do qual o cultivo não exibe deficiência.

As análises químicas do fósforo realizadas por nós pelo método Mehlich-1 nas localidades de Vitória da Conquista, Cândido Sales e Tremedal mostraram diferenças entre as médias; mas devido os dados não terem sido homogêneos, não se pode efetuar um teste de médias, podendo ser feito apenas uma análise descritiva, conforme é mostrado na figura 211.

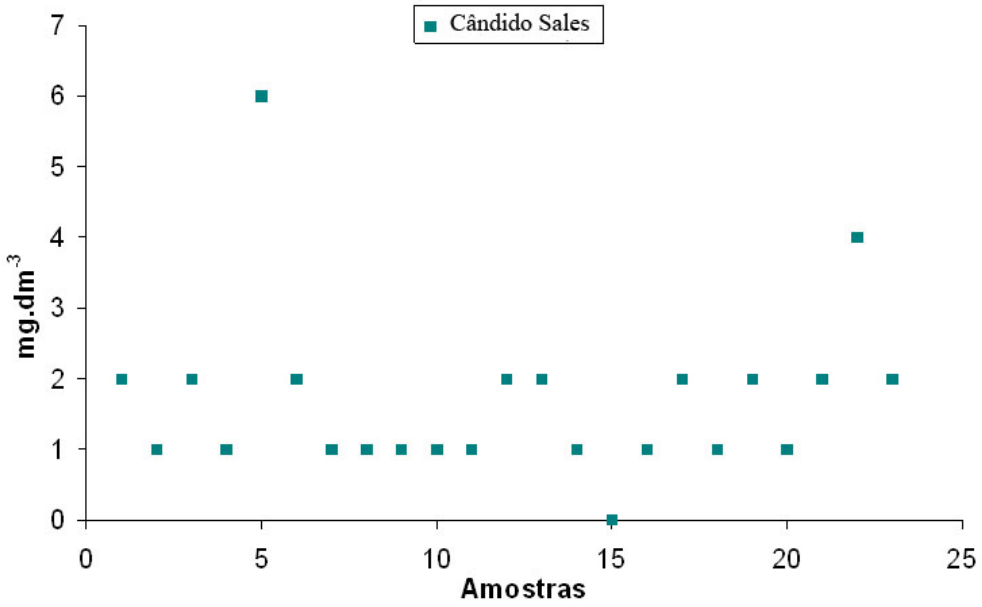
Figura 211. Médias de P assimilável de 3 localidades da microrregião sudoeste da Bahia.



Fonte: Dados da pesquisa

Os valores do fósforo no município de Cândido Sales são indicados na figura 212. Pela observação da figura pode-se ver que os teores de fósforo se distribuem entre 0 mg/dm^3 e 2 mg/dm^3, com apenas 2 amostras situadas acima destes valores. Todos eles muito abaixo do nível crítico de P relatados na literatura (tabela 105).

Figura 212. Valores da análise química do fósforo no município de Cândido Sales.



Fonte: Dados da pesquisa

Dentre alguns fatores que podem ajudar a explicar estes níveis de fósforo extraordinariamente baixos está a ausência de calagem e adubação nos plantios por parte da maioria dos agricultores, o solo do tipo Latossolo amarelo é deficiente neste elemento e com fortes características de imobilização de fósforo.

Estes dados, aliados ao contexto descrito das práticas de produção dos agricultores desta região, podem indicar que o uso do fosfato de cálcio ao invés dos superfosfatos, nas adubações realizadas neste latossolos é mais eficiente. O fosfato de cálcio teria o objetivo de [de diminuir a indisponibilidade do fósforo para a planta, pois este, nos solos de pH baixos, tende a se ligar com o alumínio originando o fosfato de alumínio que é insolúvel] reduzir a acidez do solo. A eficiência dos adubos fosfatados, de acordo com Calatayud (2002), é de 10 a 30%, dependendo da quantidade de fósforo fixado. A insolubização do fósforo, porém, depende da classe de solo e do seu material coloidal, mas pode chegar a 500 ppm. É possível que os níveis de fósforos insolubilizados nos solos desta região de estudo sejam muito altos.

É possível inferir que os valores de fósforo da figura 212 têm uma tendência de se manter ao longo do tempo, uma vez que a maioria dos agricultores, historicamente, não faz calagem e nem adubação e não há nenhum fator no presente que indique que eles mudarão a sua prática agrícola.

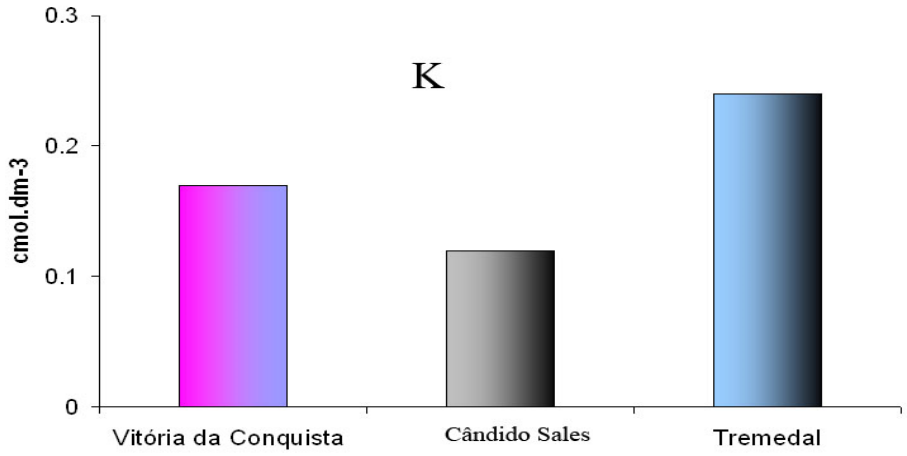
Embora haja diferenças nos níveis de fósforo nas análises dos agricultores dos outros dois municípios, Vitória da Conquista e Tremedal, eles se mantêm abaixo dos níveis críticos citados neste trabalho e seguem perfis semelhantes aos discutidos para Cândido Sales.

Levando em consideração o contexto destes solos e das ausências de práticas de adubação, calagem e conservação de solo por parte dos agricultores, pode-se indicar como alternativa, conforme sugere Calatayud (2002), aplicações altas de matéria orgânica junto com aplicações moderadas de fósforo, não mais do que 50 kg de P/ha.

A flexibilidade adaptativa de genótipos da mandioca a situações de baixa fertilidade faz com que a planta possa conseguir produções, embora limitadas, em solos ácidos com baixo teor de fósforo. Esta sugestão está relacionada com a presença e aumento dos fungos denominados micorrizas vesículo-arbuscular, capazes de disponibilizar fósforo para a planta, e presentes na matéria orgânica.

As médias das análises químicas do potássio feitas, segundo o método Mehlich-1 nas três localidades são mostradas na figura 213.

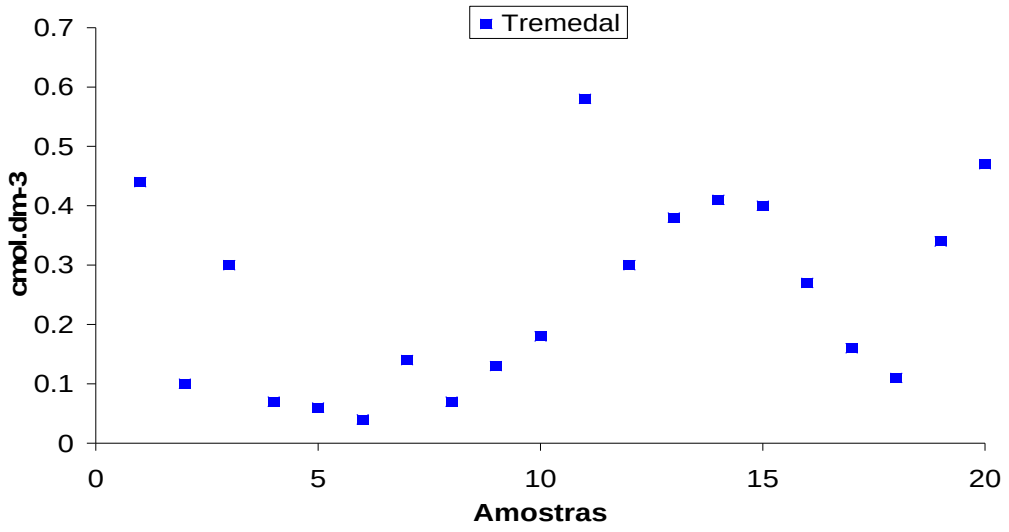
Figura 213. Média das análises químicas do elemento potássio nas localidades de Vitória da Conquista, Cândido Sales e Tremedal.



Fonte: Dados da pesquisa

Semelhante ao elemento fósforo, as análises químicas feitas das três localidades mostraram diferenças entre as médias, com dados heterogêneos, não sendo possível, portanto, efetuar um teste de médias, sendo possível se fazer apenas uma análise descritiva. Das três localidades, Tremedal é a que se apresenta com teores melhores de potássio seguido de Vitória da Conquista e Cândido Sales. O nível crítico do potássio, conforme é indicado na tabela 105 é inferior a 0,16 cmol/dm^3. Os níveis de potássio de Tremedal são mostrados na figura 214.

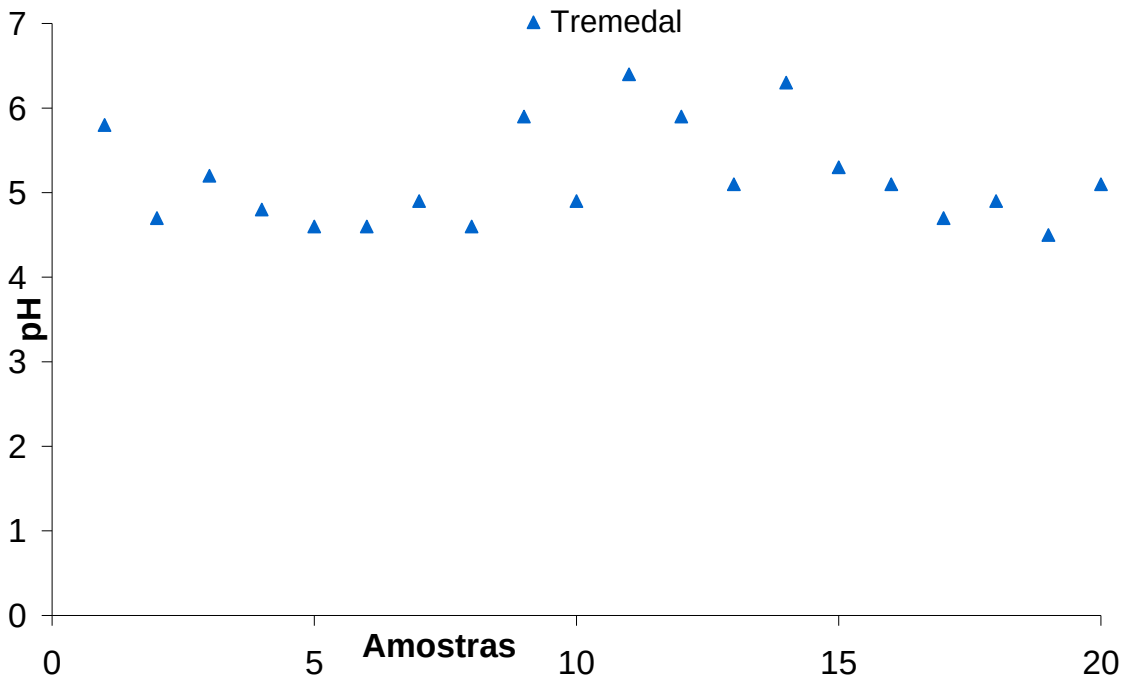
Figura 214. Valores da análise química de **potássio** entre os cooperados da Coopasub no município de Tremedal.



Fonte: Dados da pesquisa

A figura 214 mostra pontos com níveis de potássio abaixo de 0,1 cmol dm^{-3}, teores estes considerados dentro do nível crítico deste nutriente. Aproximadamente quatro amostras se situam entre 0,15 e 0,2 cmol dm^{-3}, teores considerados médios. Dez amostras deste município, no entanto, apresentam teores superiores a 0,25 cmol/dm^3, enquadrados como altos teores deste nutriente. Uma possível explicação para estes níveis altos de potássio encontrados neste município é o fato de se encontrar nesta localidade o maior número de amostras com pH superior a 5,0(figura 215), o que assegura uma maior biodisponibilidade do elemento para as plantas. Esta sugestão é fundamentada pelo fato de que nenhum dos agricultores amostrados de Tremedal fez adubações nas suas propriedades.

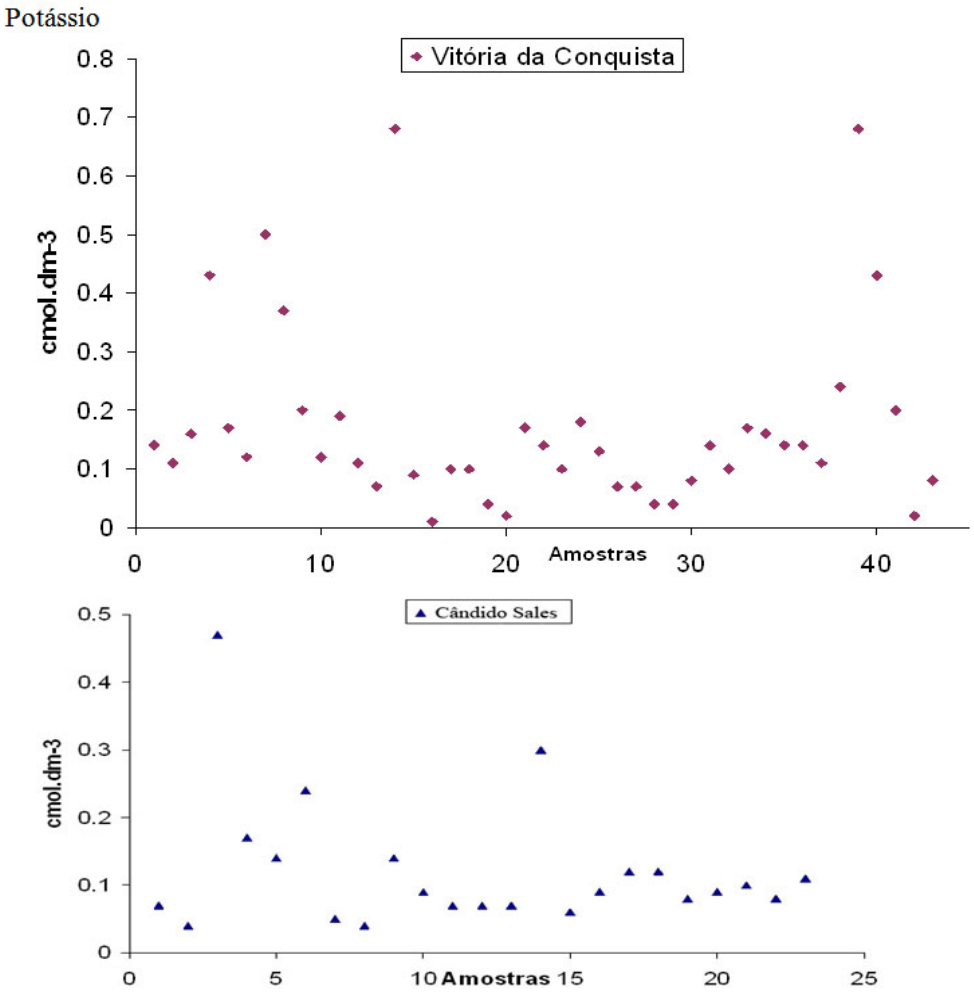
Figura 215. pH das amostras de solo, dos cooperados da Coopasub, em Tremedal - Bahia.



Fonte: Dados da pesquisa

As análises químicas de potássio dos municípios de Vitória da Conquista e Cândido Sales são apresentadas na figura 216.

Figura 216. Análise química de potássio dos cooperados da Coopasub, nos municípios de Vitória da Conquista e Cândido Sales.



Fonte: Dados da pesquisa

A maior parte das amostras de potássio dos dois municípios se situa igual ou abaixo de 0,1 cmol/dm^3, que de acordo com os dados da tabela 105 são considerados como teores baixos. Em Vitória da Conquista existe um número maior de amostras acima de 0,1 cmol/dm^3 tendendo aos níveis de potássio intermediários, conforme a tabela 1. Nas duas localidades, no entanto, ocorrem pontos isolados correspondentes a amostras com níveis altos de potássio. No geral pode-se inferir que os solos dos cooperados destas duas localidades, além de serem pobres em fósforos também o são em potássio.

Para a mandioca, dentro de uma perspectiva estrita de manutenção dos níveis de fertilidade ao longo do tempo, resulta melhor haver mais disponibilidade de potássio do que fósforo ou qualquer outro elemento. Leihner (2002) relata que um solo cultivado por oito anos com mandioca sem o uso de fertilizantes declinou de 22 ton/ha no primeiro ano para 13 ton/ha

no último ano; com aplicação apenas de P ou N, declinou de 27 e 29 ton/ha no primeiro ano para 20 e 15 ton/ha, respectivamente, no último ano. A diminuição de produtividade se deu a medida que se aumentava a deficiência de K; quando apenas K foi aplicado (150 kg/ha) o plantio pode se manter em torno de 30 ton/ha, enquanto com a aplicação por hectare de 100 kg de N, 200 kg de P_2O_5 e 150 kg de K_2O o plantio aumentou de 32 ton/ha para próximo de 40 ton/ha. Sem a aplicação de K o conteúdo assimilável deste elemento no solo diminuiu em 2-3 anos de 0,2 cmol dm^{-3} para em torno de 0,1 cmol dm^{-3} e permaneceu neste nível por cinco ciclos de plantios sucessivos. Com adubações anuais de 150 kg de K_2O/ha níveis adequados de K pode ser mantido ao longo do tempo.

Os dados da análise química dos cooperados dos três municípios da microrregião sudoeste da Bahia podem estar sugerindo que o elemento potássio, com níveis significativamente baixos nos municípios de Vitória da Conquista e Cândido Sales, seja o principal fator que está limitando a produtividade da mandioca reduzindo o seu potencial produtivo. Pode ser que seja necessário investigar os fatores que estão agindo nesta região e que sejam capazes de reduzir os teores de potássio do solo ou a sua biodisponibilidade.

Para Malavolta (2004), meio e genótipo influenciam a absorção do K. Fatores externos e internos podem fazer com que as raízes, e as folhas também, absorvam mais ou menos K. A tabela 106 apresenta os principais fatores citados por este autor.

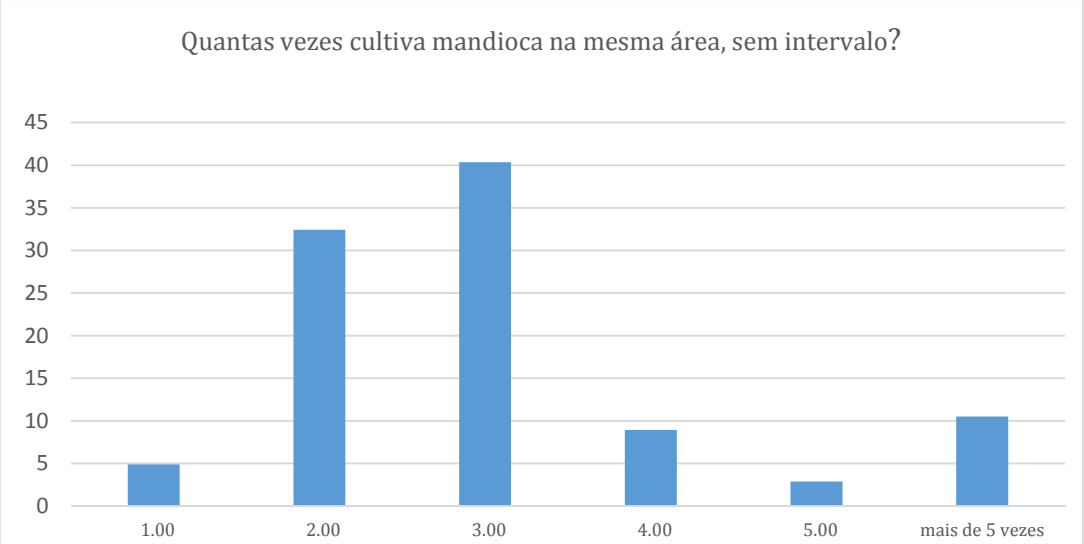
Tabela 106. Fatores externos e internos que influenciam a absorção de potássio.

Fatores Internos	**Fatores Externos**
Concentração na raiz	Concentração de K na solução do solo
Carboidrato na raiz	Cálcio
Raio, comprimento, crescimento e morfologia da raiz	Sódio
Velocidade de absorção de água	Tensão de O_2
Variedade	Temperatura e Umidade do solo

Fonte. Malavolta (2004).

Neste contexto, o plantio de mandioca, da forma pela qual é praticada nas três localidades de pesquisa estudadas neste trabalho, desvia as pequenas parcelas de fertilidade dos Latossolos destinados à ciclagem de nutrientes da mata para a própria planta, sem nada repor em troca e exaurindo, desta forma, a pouca fertilidade existente nestes solos, e limitando o número de plantios na mesma área, como se pode deduzir da observação da figura 217.

Figura 217. Número de vezes no qual o agricultor da microrregião Sudoeste consegue cultivar a terra com a cultura da mandioca.

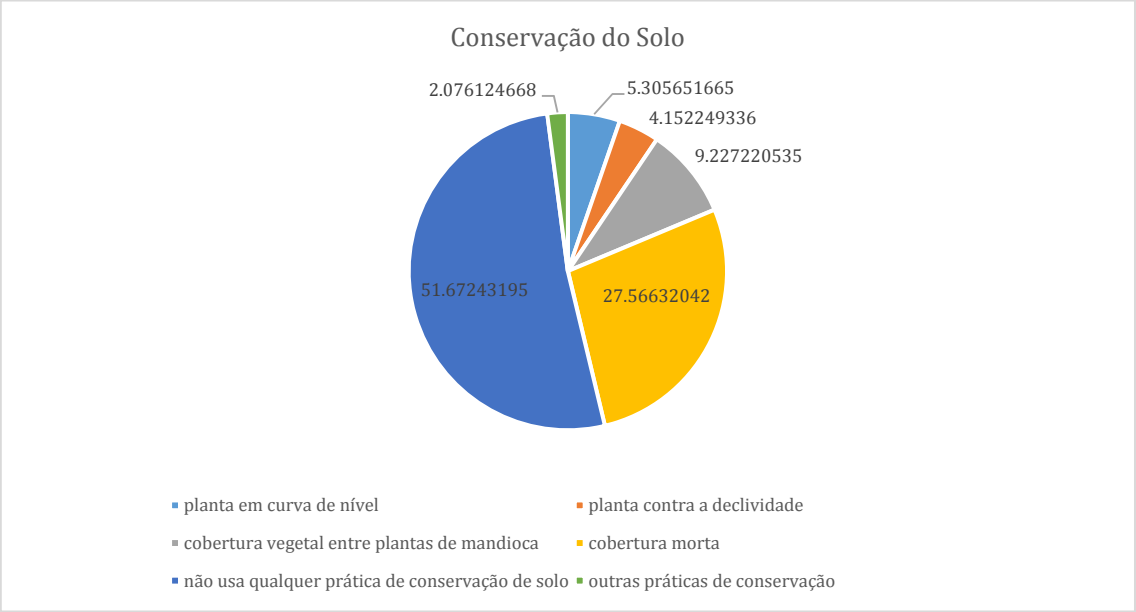


Fonte: Coopasub (2005).

De acordo com a figura, 40% dos agricultores conseguem cultivar a mandioca na mesma área, no máximo três vezes, mas aproximadamente 37% dos agricultores não conseguem cultivar a mandioca na mesma área por mais de 2 vezes. Nestas condições, o rendimento por hectare de raiz de mandioca é pequeno, permitindo na maior parte das vezes, apenas a sobrevivência precária da família do agricultor.

Para Logsdon (2008), o Latossolo amarelo raramente sustém um alto padrão de produção, exceto quando a sua utilização é feita em larga escala, exigindo, portanto, a adoção de práticas conservacionistas como rotação de culturas, cobertura do solo e técnicas de controle da erosão, além da adição de fertilizantes. Este autor assinala que sistemas agrícolas satisfatórios não têm sido conseguidos com este tipo de solo. A mandioca cultivada na microrregião Sudoeste, parece se enquadrar neste caso. A figura 218 mostra a frequência do uso de práticas conservacionistas por agricultores desta microrregião.

Figura 218. Frequência do uso de práticas conservacionistas por parte dos agricultores de mandioca, na microrregião sudoeste da Bahia.



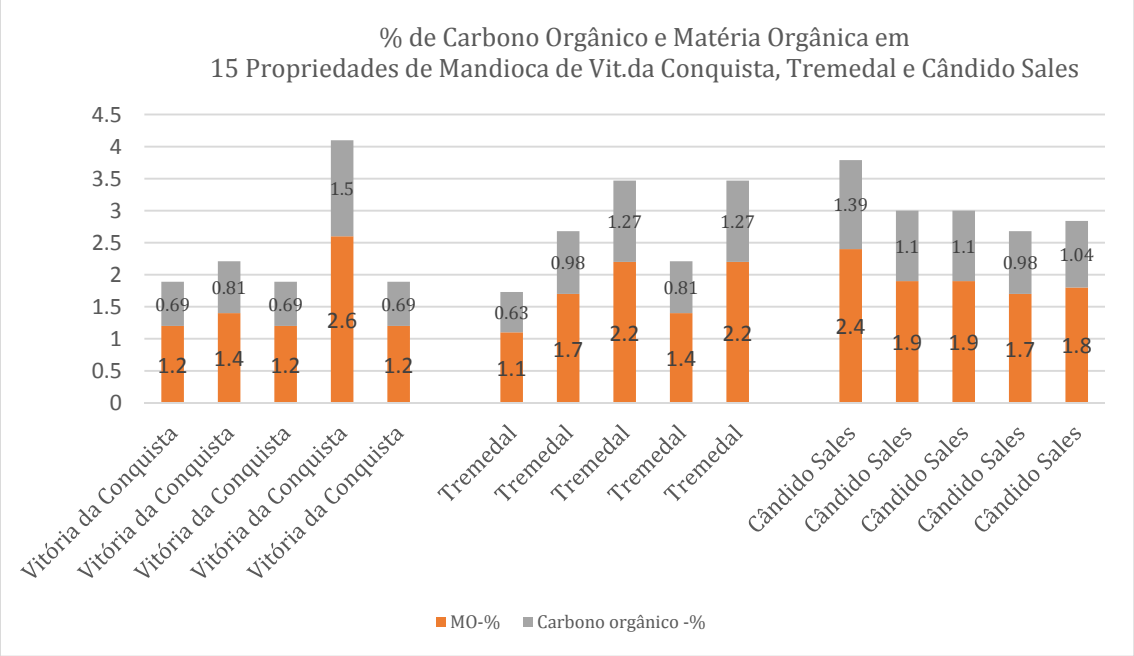
Fonte: Coopasub (2005).

Mais de 50% dos produtores desta microrregião não usam qualquer método de conservação de solo. Para o autor desta pesquisa que elaborou os questionários e participou do contexto de aplicação dos mesmos aos agricultores, credita a possibilidade de que os quase 30% que declararam ter usado cobertura morta, como prática conservacionista, se referiram na verdade à cobertura do solo com ervas daninha, antes da limpeza das mesmas. Caso isto seja verdade, o percentual dos produtores que não usam qualquer método de conservação de solo atingiria mais de 80%.

7.8.1 Matéria Orgânica dos Solos, Carbono Orgânico

Os resultados de matéria orgânica dos solos e carbono orgânico são mostrados na figura 219.

Figura 219. % de Carbono Orgânico e Matéria Orgânica em 15 Propriedades de Mandioca de Vit. da Conquista, Tremedal e Cândido Sales.



Fonte. Elaboração Própria.

Quando se compara os teores de matéria orgânica da pesquisa com os níveis críticos exigidos pela mandioca tem-se a situação da tabela 107.

Tabela 107. Níveis relativos de pH e percentual de matéria orgânica da cultura da mandioca.

Parâmetros de solo	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
pH	< 3,5	3,5 - 4,5	4 - 7	7 - 8	> 8
Matéria orgânica (%)	< 1	1 - 2	2 - 4	> 4	

Fonte. Howeler (2002).

Apenas quatro propriedades propriedades de quinze podem ser incluídas no teor médio de matéria orgânica. As onze restantes apresentam teor baixo de matéria orgânica.

Quando se compara estes valores das propriedades com Ortega & Corvalan (2013), tabela 108 tem-se resultados semelhantes:

Tabela 108. Matéria orgânica de solos para outros cultivos.

% MO	Sem Limitações	Regular	Regular a Limitante	Muito Limitante
	>3.9	3.9-2.0	2.0-1.0	< 1.0

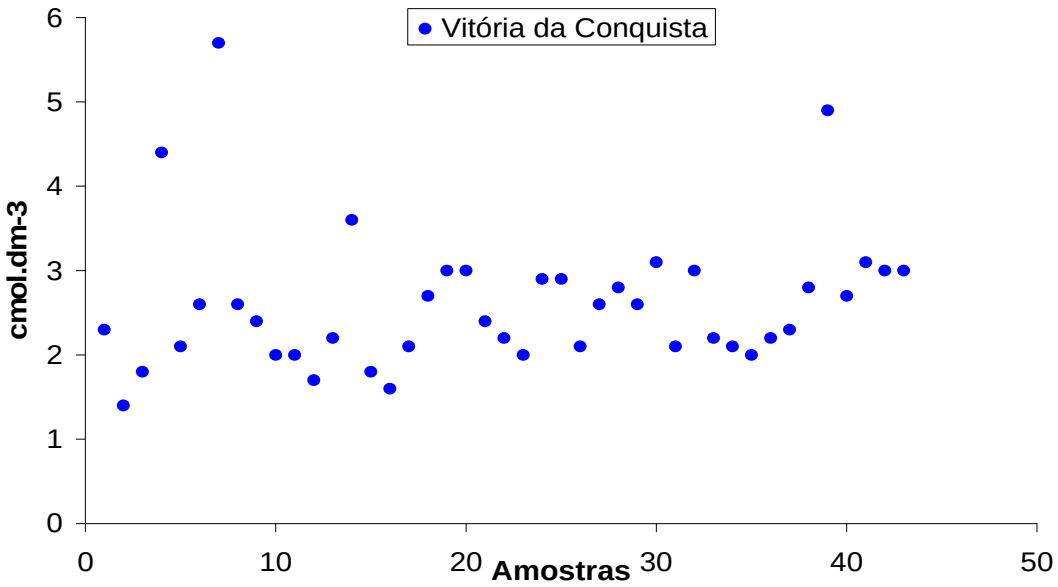
Fonte. Ortega & Corvalan (2013).

Pela observação da tabela as mesmas quatro propriedades são incluídas como Regular e as onze restantes como Regular a Limitante.

De acordo com Gonçalves (2009), a investigação científica dedicada à proteção do solo (e consequentemente ao combate à desertificação) tem como tema os processos de degradação do solo. Estes processos podem ser analisados separadamente, mas frequentemente são estudados em conjunto devido à sua interdependência: exemplo: a perda de matéria orgânica reduz a capacidade de retenção de água e a fertilidade do solo. Conforme Nunes et al. (2003) investigando o problema da desertificação na região Mediterrânea da Espanha, cita que o maior consumo de K, com consequente redução da concentração deste nutriente nos solos. Estes são os solos com menor conteúdo de matéria orgânica que pode levar a uma baixa capacidade de troca de cátion e consequentemente, uma maior perda de K por lixiviação. Esta situação descrita pelos autores pode estar ocorrendo nesta região.

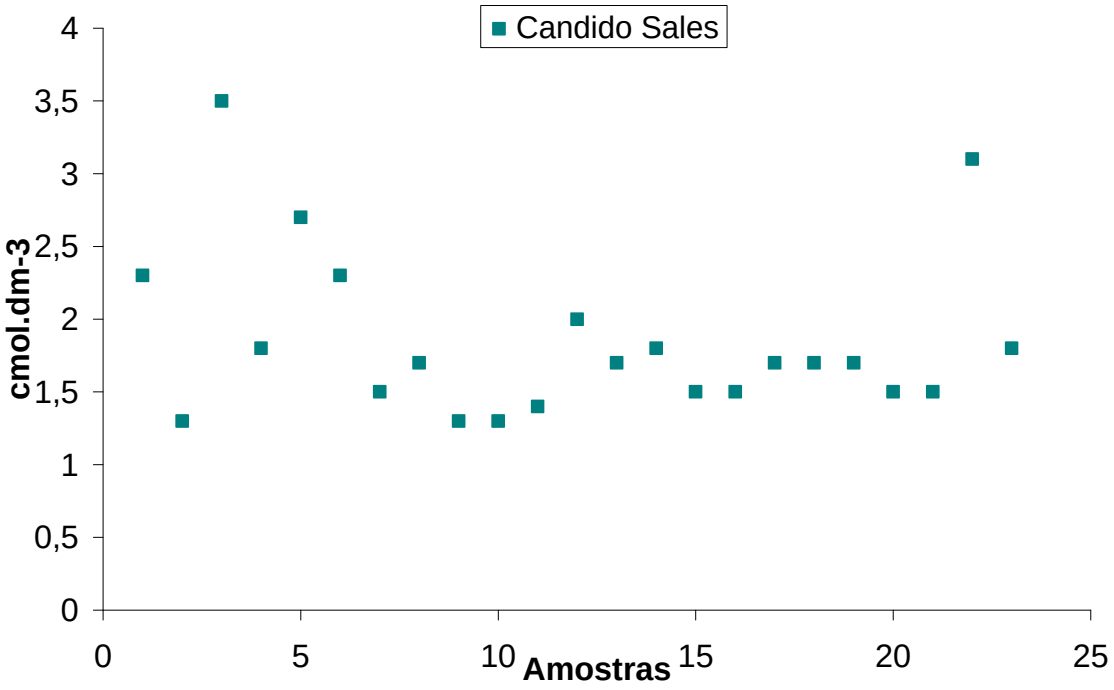
A CTC efetiva em condições de pH natural é apresentado nas figuras abaixo:

Figura 220. CTC efetiva dos locais de amostragem de Vitória da Conquista, em condições de pH natural.



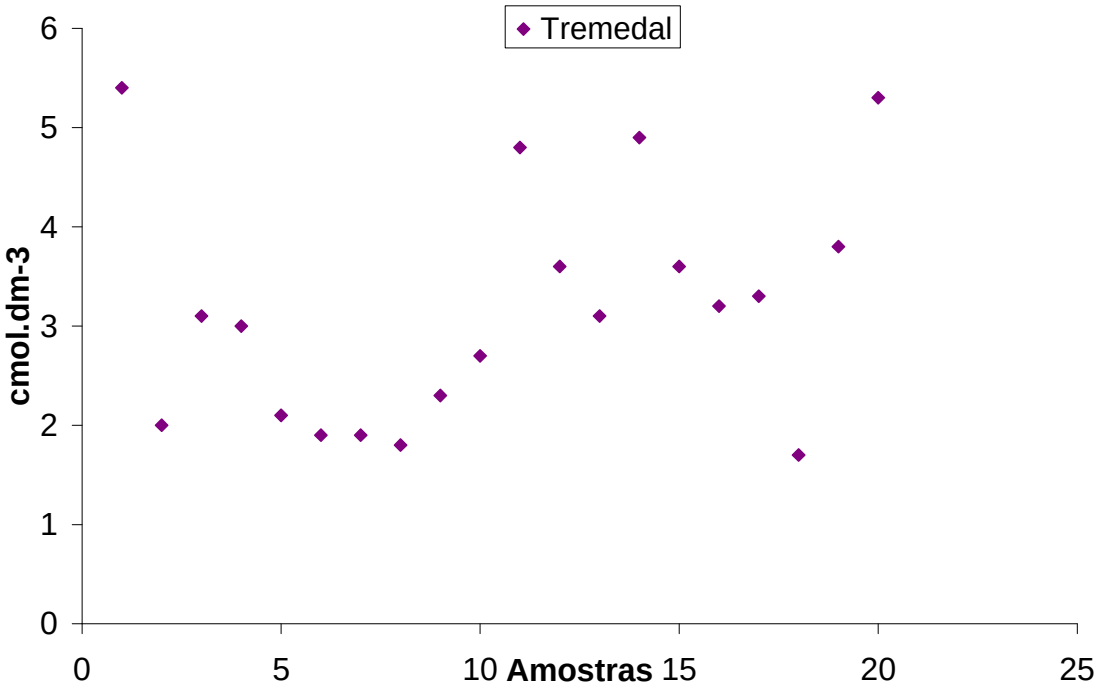
Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 221. CTC efetiva dos locais de amostragem de Cândido Sales, em condições de pH natural.



Fonte: Dados da pesquisa.

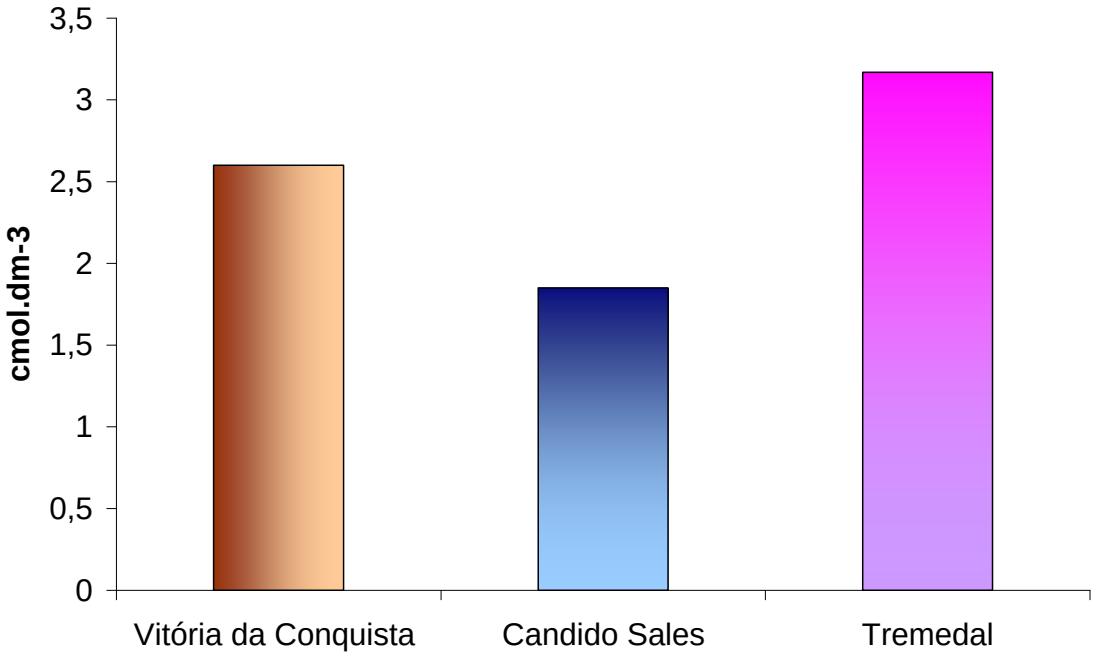
Figura 222. CTC efetiva dos locais de amostragem de Tremedal, em condições de pH natural.



Fonte: Dados da pesquisa.

A comparação da CTC entre os três municípios é apresentado na figura 223.

Figura 223. CTC efetiva em pH natural, comparativa às localidades de pesquisa.



Fonte: Dados da pesquisa.

Obs: As 3 amostras de Belo Campo estão incluídas nas propriedades de Cândido Sales.

A Capacidade de Troca de Cátions efetiva é definida como CTC = Ca^{++} + Mg^{++} K^{+} + (Na^{+}) + Al^{3+}. Os perfis de solos realizados para esta tese mostraram que a capacidade de troca de cátions da fração argila é baixa. Devido ao grau de intemperização, a composição mineralógica caracteriza-se por apresentar argilas de baixa atividade, sendo esta fração constituída por argilas do tipo 1:1 (caulinita), óxidos de ferros e de alumínio, quartzo e outros minerais resistentes ao intemperismo. Estes solos, devido à baixa atividade da fração argila, se comportam, quanto à CTC, como se fossem solos arenosos. A baixa CTC das localidades representam esta situação, tal como visto nas figuras 13,14,15 e 16. Os contéudos de matéria orgânica e carbono orgânico da maior parte das propriedades com baixos teores estão de acordo com

Ronquim (2010) que explica que a caolinita e os óxidos de ferro e alumínio, importantes componentes da fração mineral dos solos sob condições tropicais, podem contribuir pouco para a capacidade de troca de cátions, mas a matéria orgânica pode

representar mais de 80% do valor total da CTC. A investigação deste autor mostrando a importância do aporte da matéria orgânica aos latossolos é apresentado na tabela 109.

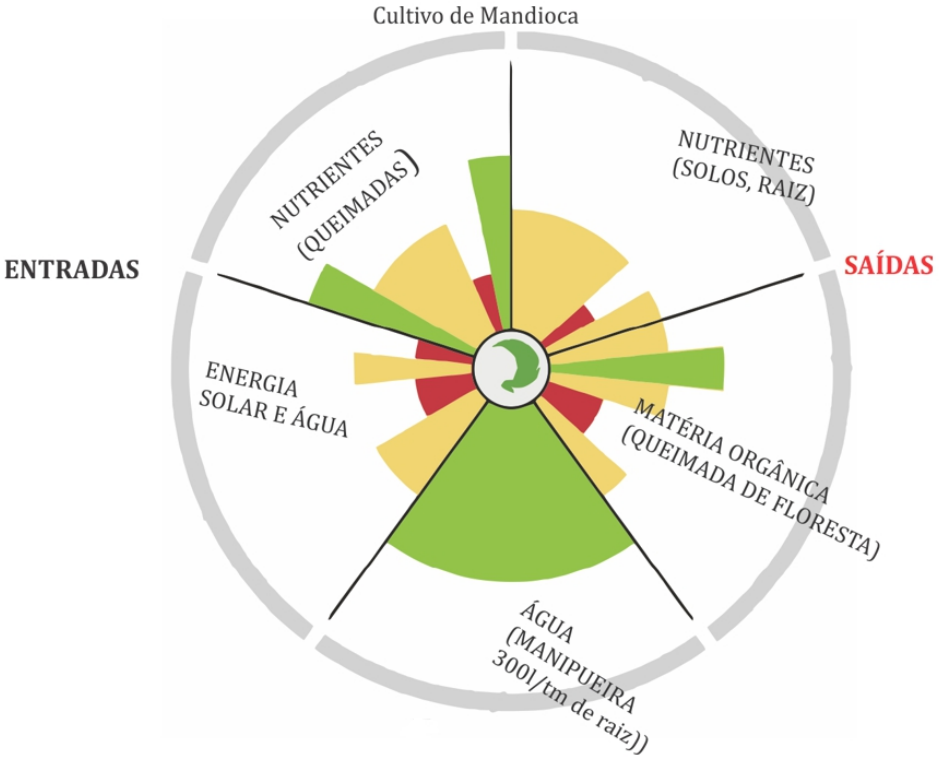
Tabela 109. Influência da matéria orgânica nas características químicas de um Latossolo (A) da região de São Carlos (SP) e o mesmo substrato após seis anos (B) de cultivos consecutivos com hortaliças sob estufa agrícola e fertilizado periodicamente com material orgânico: cinzas, estrume de gado, bagaço de cana decomposto por microrganismos fermentadores inoculados, cinza de madeira e palha de arroz utilizada como cobertura morta.

Solo	P (mg/dm^3)	MO(g/dm^3)	pH $Cacl_2$)	K+	Ca^{++}	Mg^{++} (mmolc/ dm^3	H+Al	T=SB	CTC	V(%)
A	7	19	4.6	0.5	10	4	28	14	43	34
B	322	62	6.9	5.9	352	23	12	81	393	97

Fonte. Ronquim (2010).

Os resultados da tabela são inequívocos em relação à importância do aporte orgânico nos latossolos e aponta também para uma grande lacuna nesta área da pesquisa: a ausência de adições orgânicas no cultivo desta planta, conforme apresentado na figura 224.

Figura 224. Entradas e Saídas do cultivo de mandioca na região de estudo.



Fonte. Elaboração própria.

Como se pode observar pela figura as saídas do sistema de cultivo de mandioca são maiores do que as entradas e a matéria orgânica neste sistema é reduzida através da queimada da floresta para preparo do solo. Esta observação está de pleno acordo com Martins (2009) que afirma na sua investigação sobre os processos de desertificação de regiões semiáridas, semelhantes a área da pesquisa, que a retirada da vegetação nativa tem resultado em um declínio significativo da concentração de matéria orgânica do solo. Este autor também afirma que do ponto de vista agrícola, o solo se torna fonte de CO2 para a atmosfera quando as perdas por oxidação são maiores que as adições de carbono, tal como ocorre no sistema de cultivo da mandioca representado pela figura 224.

Do ponto de vista da degradação dos solos o teor de carbono orgânico medido das propriedades (figura 219), na camada de solo de 0-20 cm, são comparados com os estabelecidos por Martins (2009), para regiões semiáridas, mostrados na tabela 110.

Tabela 110. Teores de carbono orgânico e degradação dos solos em contraste com os teores de localidades da área de pesquisa.

Ambiente	Camada de Solo	Teor de Carbono orgânico (%)	Localidades da Pesquisa	Teor de Carbono orgânico (%)
Conservado	0-20	1.08	Vit.da Conquista	0,69;0,81; 0,69;1,5;0,69
	20-30	0.77	Tremedal	0,63;0,98;1.27-0.81;1.27
Moderadamente Degradado	0-20	0.94	Cândido Sales	1.39;1.1;1.1; 0.98 ;1.04
	20-30	0.72	-	
Intensamente Degradado	0-20	0.58	-	
	20-30	0.52	-	

Fonte. Adaptado de Martins (2009).

Quando se compara com a tabela 110 os teores de carbono orgânico medidos em 15 propriedades de cultivo de mandioca, vistos na figura 219 e tabela 110, tem-se que em Vitória da Conquista, apenas uma propriedade possui o teor de carbono compatível com a conservação do solo, de 1,5%. Esta área foi visitada pelo autor da tese e se pode verificar que o seu proprietário de nome Charles Belini era o único, entre os demais agricultores, que usava métodos de conservação de solos, tais como rotação de culturas com gramíneas, intercalação

de plantios, adições de adubos orgânicos. Os demais teores de carbono podem classificar estes solos em Moderadamente degradado, entretanto, muito próximos dos valores do ambiente Intensamente Degradado. Em Tremedal os teores de carbono incluem duas propriedades com solos conservados e em Cândido Sales 3 áreas amostradas conservadas. Pelos dados acima pode-se dizer que a situação dos solos de Vitória da Conquista são comparativamente mais degradados do que os das demais localidades quanto ao teor de carbono orgânico. Estes dados guardam coerência na literatura internacional com Nunes et al. (2003), que investigaram problemas de degradação dos solos relativos à desertificação na região Mediterrânea da Espanha. Estes autores estabeleceram os seguintes teores de matéria orgânica convertida em carbono orgânico para áreas susceptíveis à desertificação: Áreas mais vulneráveis à desertificação: 0.58%; Média Vulnerabilidade: > 0.58% e < 1.16%; Baixa vulnerabilidade: > 1.16%.

7.8.2 Condutividade Elétrica

Os valores de salinidade para os solos a serem cultivados com mandioca são apresentados na tabela 111.

Tabela 111. Teores de salinidade para solos cultivados com mandioca.

Parâmetros de solo	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto
Salinidade (mS cm^{-1})	-	-	< 0,5	0,5 - 1,0	>1

Fonte. Howeler (2002).

Os valores de condutividade elétrica, que medem a salinidade do solo, de 15 propriedades agrícolas da pesquisa são mostradas na tabela 112.

Tabela 112. Valores de condutividade elétrica em 15 amostras da área de pesquisa.

Amostras/Vit. Conquista	X_1	X_2	X_3	$X_{média}$	$X_{média}$ (mS cm^{-1})
169 I /552 FF	258,3	236,5	245,6	246,8 µS/cm-1	0,2468 mS cm^{-1}
170 I /553 FF	209,2	215,6	224,3	216,4 µS/cm-1	0,2164 mS cm^{-1}
171 I /554 FF	166,6	175,2	168,6	170,1 µS/cm-1	0,1701 mS cm^{-1}
172 I /555 FF	171,8	175,6	183,2	176,9 µS/cm-1	0,1769 mS cm^{-1}

173 I /556 FF	189,8	173,4	169,7	177,6 µS/cm-1	0,1776 mS cm^{-1}
401 I /604 FF	216,3	198,7	222,9	212,6 µS/cm-1	0,2126 mS cm^{-1}
Amostras/Tremedal	X_1	X_2	X_3	$X_{média}$	
372 FF/332 H	126,6	141,9	137,9	135,5 µS/cm-1	0,1355 mS cm^{-1}
373 FF/333 H	158,4	169,9	166,9	165,0 µS/cm-1	0,1650 mS cm^{-1}
374 FF/334 H	168,7	189,3	180,9	179,6 µS/cm-1	0,1796 mS cm^{-1}
375 FF/335 H	173,4	183,3	181,9	179,5 µS/cm-1	0,1795 mS cm^{-1}
376 FF/336 H	208,8	234,9	235,5	226,4 µS/cm-1	0,2264 mS cm^{-1}
Amostras/C.Sales	X_1	X_2	X_3	$X_{média}$	
626 H/454 FF	162,7	161,5	163,2	162,5 µS/cm-1	0,1625 mS cm^{-1}
627 H/455 FF	162,4	160,2	159,5	160,7 µS/cm-1	0,1607 mS cm^{-1}
628 H/456 FF	141,3	145,7	143,6	143,5 µS/cm-1	0,1435 mS cm^{-1}
629 H/457 FF	161,9	157,4	159,8	159,7 µS/cm-1	0,1597 mS cm^{-1}
630 H/458 FF	223,4	225,4	221,6	223,5 µS/cm-1	0,2235 mS cm^{-1}

Fonte: Laboratório de Química da UESB.

De acordo com Morgan (2005), quimicamente, o controle mais importante sobre a erodibilidade é a proporção de argilas dispersíveis do solo: uma elevada percentagem de sódio trocável pode causar rápida deterioração da estrutura do solo com a consequente perda de força, seguindo-se da formação de uma crosta superficial e um declínio na infiltração com o preenchimento de partículas de argila desconectado dos espaços dos poros no solo. Entretanto, quando se comparam os valores medidos de condutividade elétrica com a tabela de salinidade para solos cultivados com mandioca, se vê que todos os valores são baixos, podendo-se afirmar que não há problemas de salinidade neste solos que possam limitar o cultivo da mandioca. Acrescente-se que não existem outros trabalhos que mediram a condutividade elétrica nesta área de estudo com a mesma amplitude realizada nesta tese.

7.9 MANIPUEIRA: RESULTADOS DA CARACTERIZAÇÃO E DISCUSSÃO

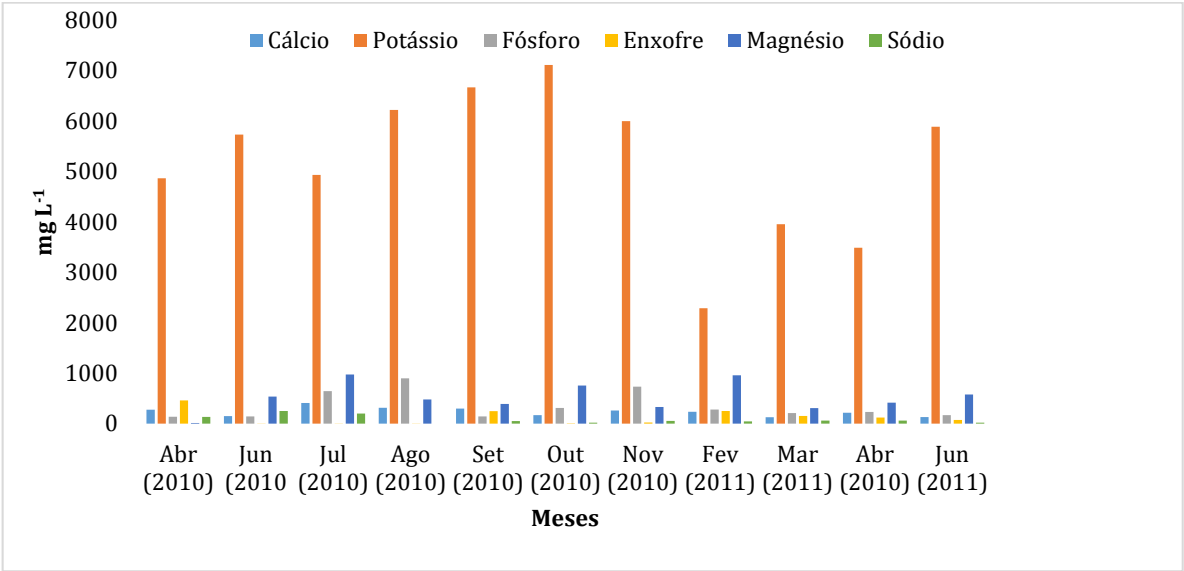
As análises da manipueira foram realizadas pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB e nela Universidade Federal da Bahia – UFBA (parte das análises foram realizadas nos laboratórios da UFBA e EMBASA) para a Coopasub, sobre mostres representativas do período de abril de 2010 a junho de 2011. Não foi possível a análise completa durante o período citado, de todas as casas de farinha, devido a irregularidade no próprio funcionamento destas casas que são influenciadas por variações de preços e ofertas da raiz de mandioca, disponibilidade ou escassez de mão-de-obra. Em muitas destas casas não

foi possível fazer a coleta em meses do período estudado devido a estarem sem funcionamento, o que explica a descontinuidade das análises observada em determinados meses para várias destas indústrias de processamentos.

Os valores de macroelementos presentes (cálcio, potássio, fósforo, enxofre, magnésio e sódio) em casas de farinha estão apresentados na Figura 225 e na tabela 113.

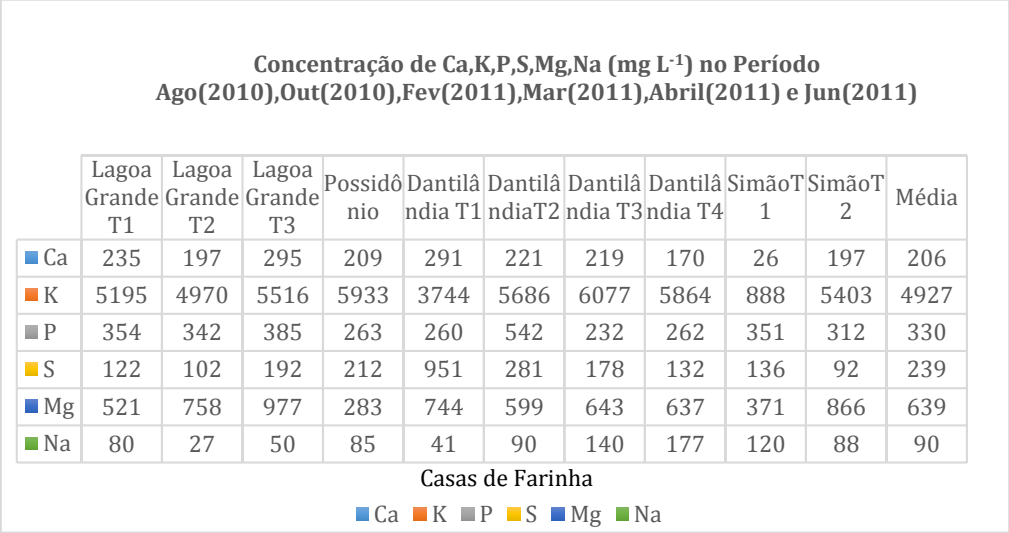
Observa-se que em todas as casas, bem como em todos os meses, o elemento que obteve maiores concentrações foi o potássio. O maior valor, para esse elemento, foi observado no Tanque 1, Dantilândia, no mês de maio de 2010 (8.800,00 mg L^{-1}). O menor valor, por sua vez, foi obtido na casa de farinha Simão I (511,06 mg L^{-1}) em fevereiro de 2011.

Figura 225. Macroelementos avaliados na manipueira da casa de farinha 'Lagoa Grande I'. Vitória da Conquista, 2011.



Fonte: UESB & UFBA (2011).

Tabela 113. Concentração de cálcio (Ca^{++}), potássio (K^{+}), fósforo (P), enxofre (S^{-}), magnésio (Mg^{++}), sódio (Na^{+}), coletada em casas de farinha nos municípios de Cândido Sales (C. S.) e Vitória da Conquista (V. C.), BA. Vitória da Conquista, 2011.



	Lagoa Grande T1	Lagoa Grande T2	Lagoa Grande T3	Possidônio	Dantilândia T1	DantilândiaT2	Dantilândia T3	Dantilândia T4	SimãoT1	SimãoT2	Média
Ca	235	197	295	209	291	221	219	170	26	197	206
K	5195	4970	5516	5933	3744	5686	6077	5864	888	5403	4927
P	354	342	385	263	260	542	232	262	351	312	330
S	122	102	192	212	951	281	178	132	136	92	239
Mg	521	758	977	283	744	599	643	637	371	866	639
Na	80	27	50	85	41	90	140	177	120	88	90

Fonte: UESB & UFBA (2011).

As médias de potássio (Tabela 113), elemento obtido em maior concentração, foi superior à média apresentada em indústrias de processamento de mandioca em São Paulo, 1.863,50 mg L^{-1} (CEREDA, 1994). Também, foi superior a concentração obtida no trabalho sobre produção de biossurfactante, utilizando a manipueira como substrato, 894,00 mg L^{-1} (BARROS et al., 2008).

Os valores observados nos estudos de Marostica Júnior (2006) e Nitschke e Pastore (2003), 3.641,00 mg L^{-1} e 3.472,60 mg L^{-1}, respectivamente, foram próximos à média da casa de farinha Dantilândia da manipueira coletada na saída da prensa para esse elemento.

Em geral, a média de cálcio foi próxima às expostas em Barros et al. (2008), Cereda (1994), Marostica Júnior (2006) e Nitschke e Pastore (2003): 212,00 mg L^{-1}, 227,50 mg L^{-1}, 236,00 mg L^{-1} e 292,50 mg L^{-1}, respectivamente. As casas de farinha Lagoa Grande II, Dantilândia T3, Simão I e Simão II obtiveram menores concentrações para esse elemento na manipueira coletada.

O fósforo obteve média próxima ao valor observado por Marostica Júnior (2006), que foi igual a 368,80 mg L^{-1}. As concentrações observadas por Barros et al. (2008), Cereda (1994) e Nitschke e Pastore (2003), 246,00 mg L^{-1}, 160,84 mg L^{-1} e 244,50 mg L^{-1}, respectivamente, foram inferiores. Ainda, a casa de farinha Dantilândia T1 apresentou valor superior deste elemento às apresentadas em outros estudos com a manipueira.

Ao observar o enxofre, a média foi alta, comparada aos resultados obtidos em diferentes trabalhos, principalmente nos apresentados por Cereda (1994), cuja média observada foi igual a 19,50 mg L^{-1}. Em Barros et al. (2008), Marostica Júnior (2006) e Nitschke e Pastore (2003), obtiveram-se, respectivamente, 150,00 mg L^{-1}, 61,35 mg L^{-1} e 154,00 mg L^{-1} para esse elemento. A casa de farinha Dantilândia SP foi a que obteve maior média entre as casas visitadas.

Quanto ao magnésio, a média foi elevada, em relação às concentrações expostas em Barros et al. (2008), Cereda (1994), Marostica Júnior (2006) e Nitschke e Pastore (2003): 288,00 mg L^{-1}, 405,00 mg L^{-1}, 438,10 mg L^{-1}e 5189,00 mg L^{-1}, respetivamente. Destacando-se a média obtida pela casa de farinha Lagoa Grande III, que foi maior as demais casas de farinha.

O sódio apresentou média superior a citada por Fioreto (1994), 14,00 mg L^{-1}. A maior média foi obtida na casa de farinha Dantilândia T3, comparando-se às concentrações médias das outras casas.

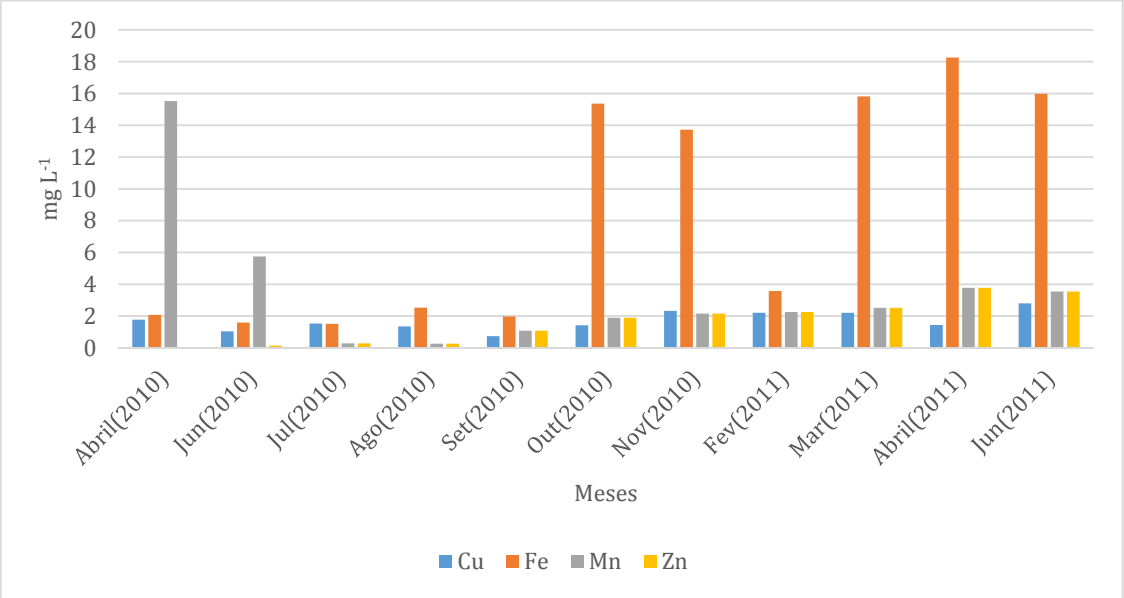
Observando os microelementos estudados (cobre, ferro, manganês e zinco), percebe-se uma grande variação de concentrações entre casas e meses de coletas (Figuras 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11). Em relação ao cobre, a média desse elemento foi maior, comparando-se aos valores apresentados nos trabalhos de Barros et al. (2008), Cereda (1994), Marostica Júnior (2006) e Nitschke e Pastore (2003) – 0,30 mg L^{-1}, 1,15 mg L^{-1}, 1,11 mg L^{-1} e 1,0 mg L^{-1}, respectivamente.

A média do elemento ferro foi inferior à média apresentada em Cereda (1994), 15,35 mg L^{-1}. Porém foi superior aos valores dos estudos de Barros et al. (2008), Marostica Júnior (2006) e Nitschke e Pastore (2003), 4,20 mg L^{-1}, 2,72 mg L^{-1} e 7,8 mg L^{-1}. Ressalta-se que em Dantilândia SP foi obtida média superior à média geral, e aos valores expostos em outros trabalhos.

Para o manganês, a média foi maior que as concentrações observadas em Barros et al. (2008), Cereda (1994), Marostica Júnior (2006) e Nitschke e Pastore (2003), cujos valores obtidos foram: 1,60 mg L^{-1}, 3,70 mg L^{-1}, 3,46 mg L^{-1} e 1,7 mg L^{-1}, respectivamente. A maior média desse elemento foi observada em Possidônio.

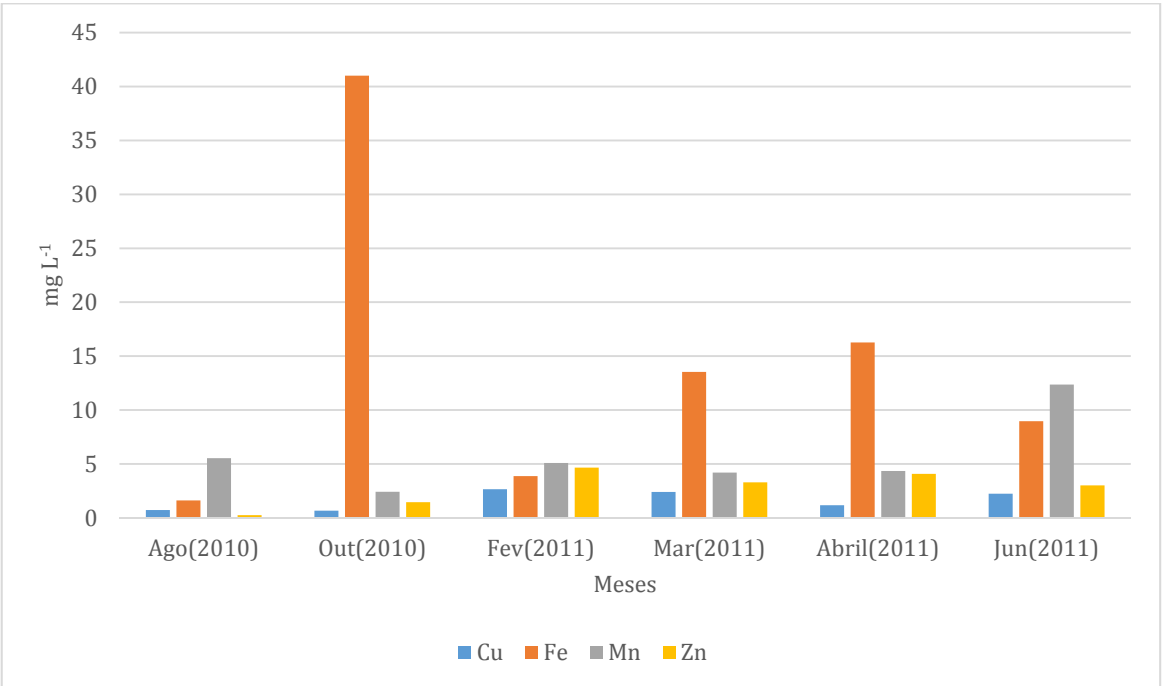
O zinco apresentou menor média dentre os elementos, sendo os valores apresentados em Cereda (1994), Marostica Júnior (2006) e Nitschke e Pastore (2003) superiores (4,20mg L^{-1}, 3,01 mg L^{-1} e 2,8 mg L^{-1}). A concentração obtida por Barros et al. (2008) foi inferior, 1,4 mg L^{-1}. Em Dantilândia SP foi obtida a maior média desse elemento.

Figura 226. Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha ‘Lagoa Grande I’. Vitória da Conquista, 2011.



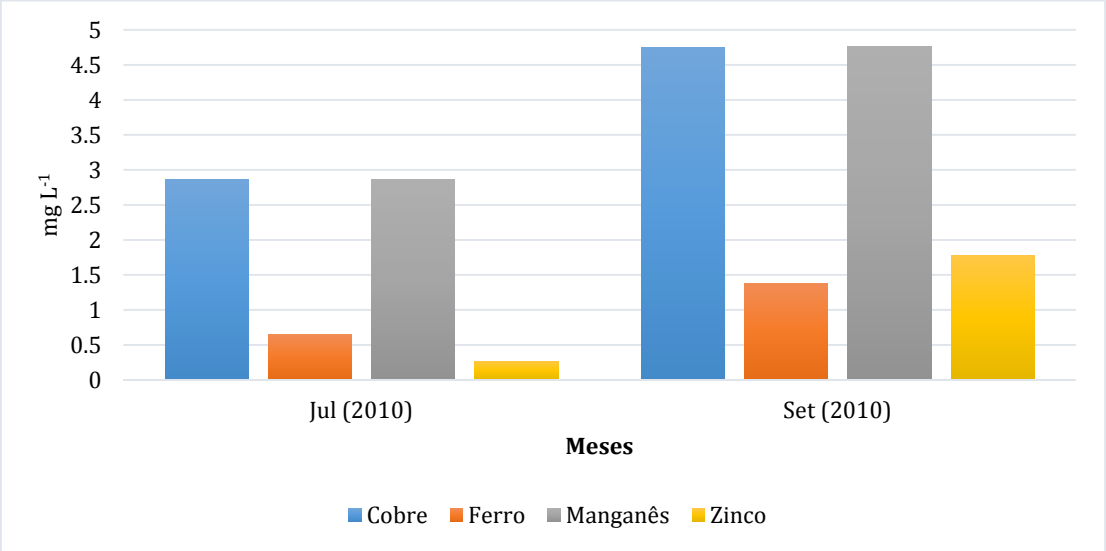
Fonte: UESB & UFBA (2011).

Figura 227. Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha ‘Lagoa Grande II’. Vitória da Conquista, 2011.



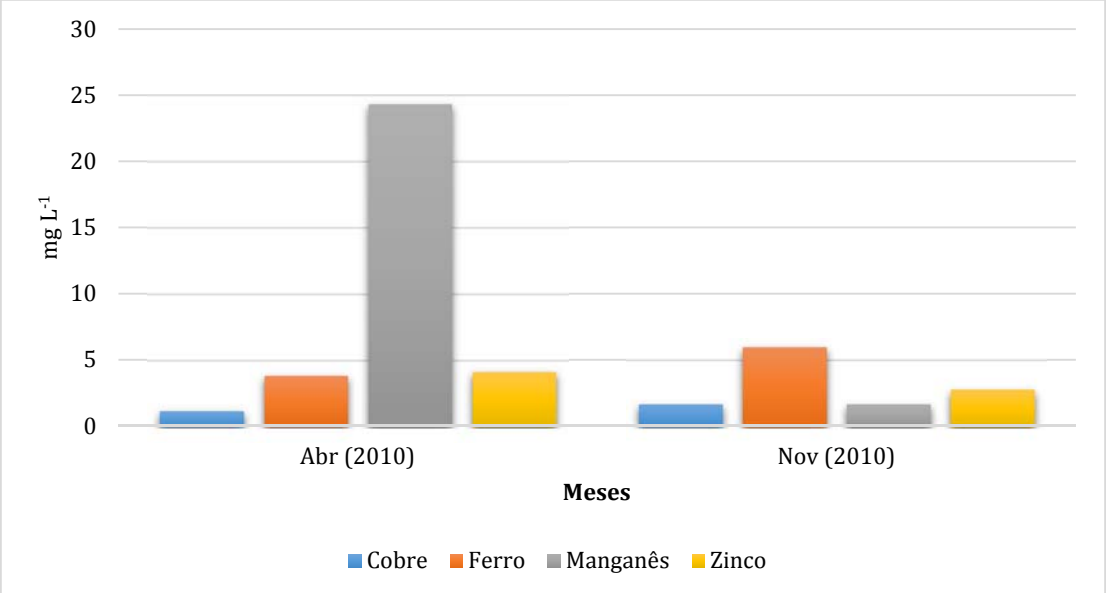
Fonte: UESB & UFBA (2011).

Figura 228. Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha ‘Lagoa Grande III’. Vitória da Conquista, 2011.



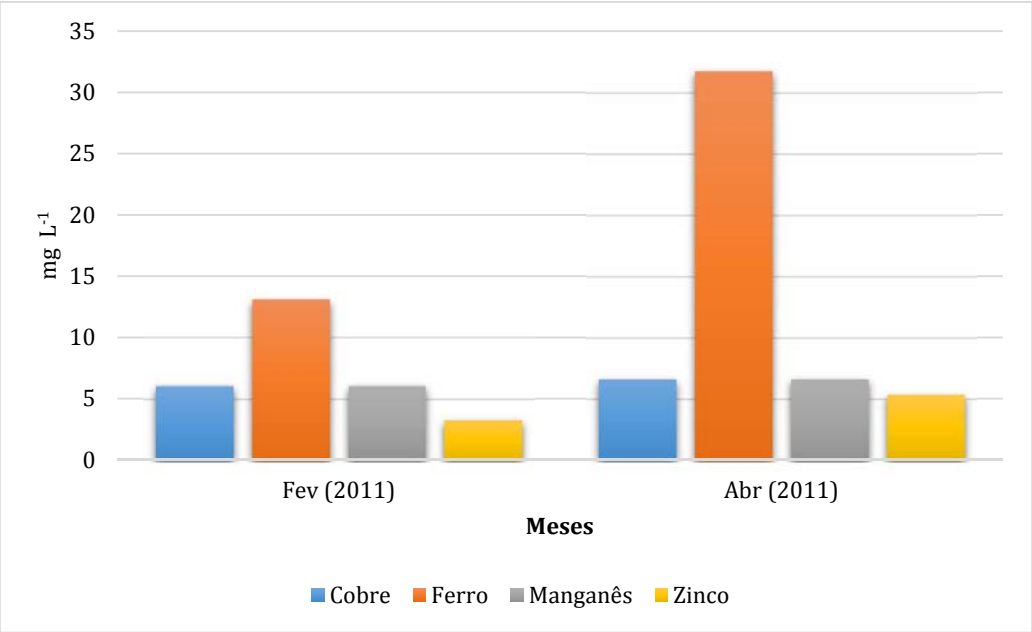
Fonte: UESB & UFBA (2011).

Figura 229. Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha ‘Possidônio’. Vitória da Conquista, 2011.



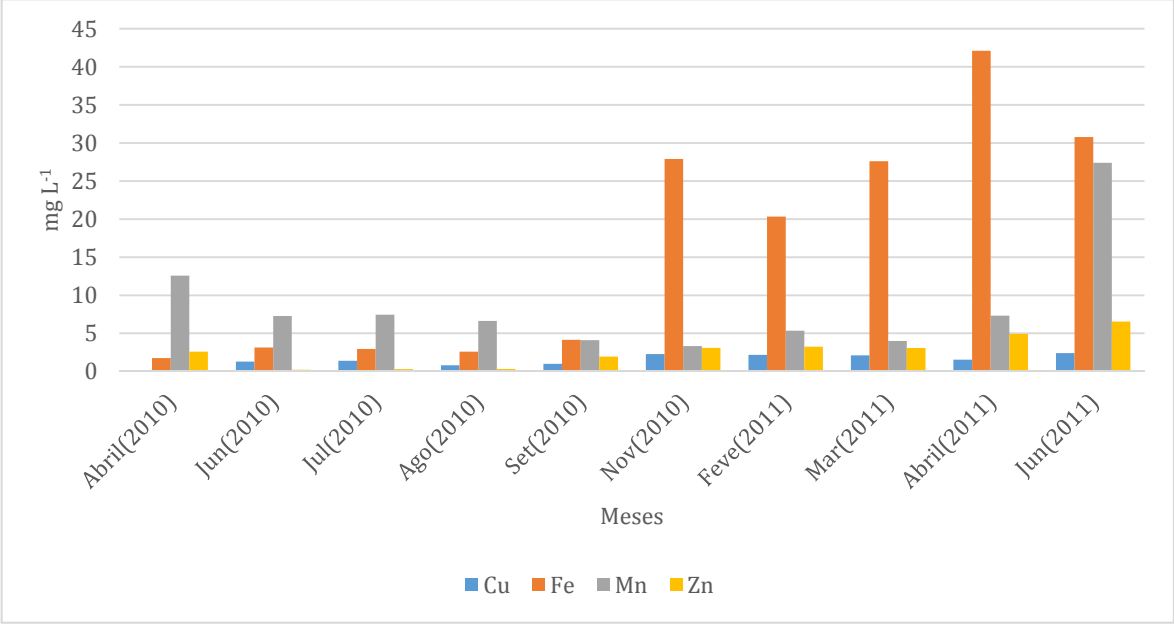
Fonte: UESB & UFBA (2011).

Figura 230. Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha 'Dantilândia SP'. Vitória da Conquista, 2011.



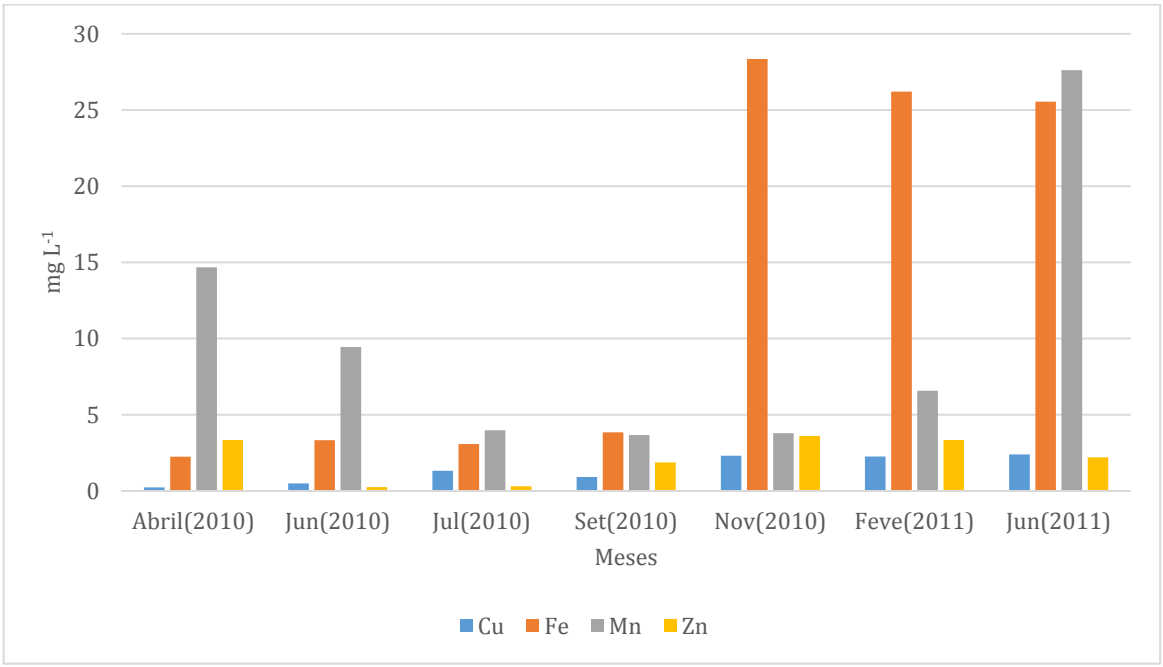
Fonte: UESB & UFBA (2011).

Figura 231. Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha 'Dantilândia T1'. Vitória da Conquista, 2011.



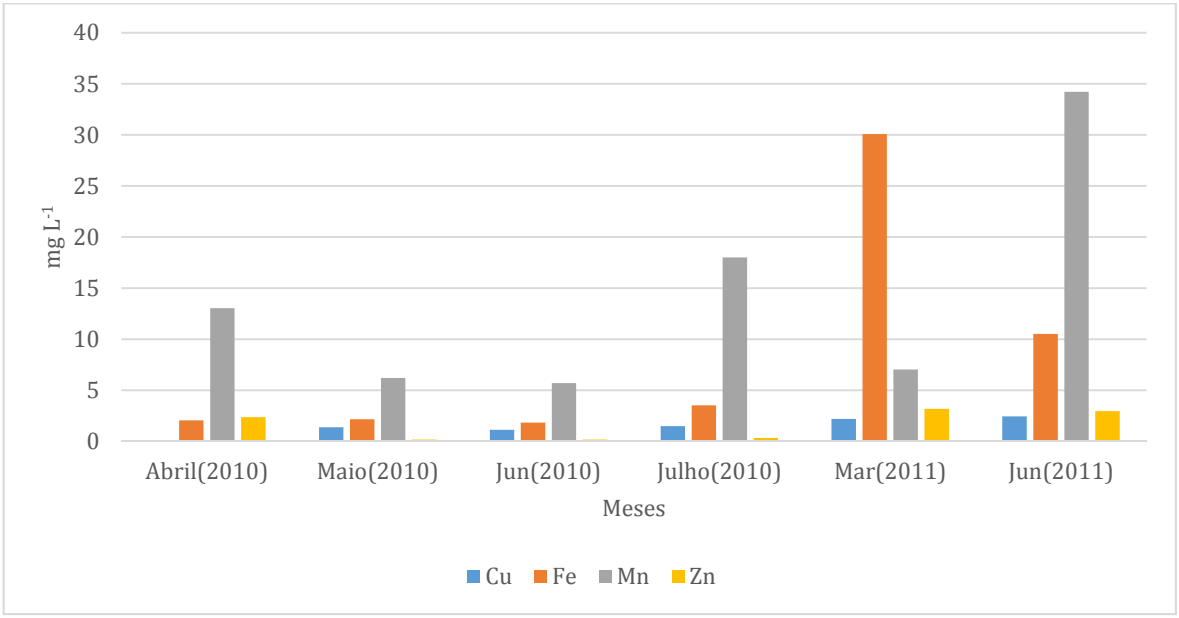
Fonte: UESB & UFBA (2011).

Figura 232. Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha ‘Dantilândia T2’. Vitória da Conquista, 2011.



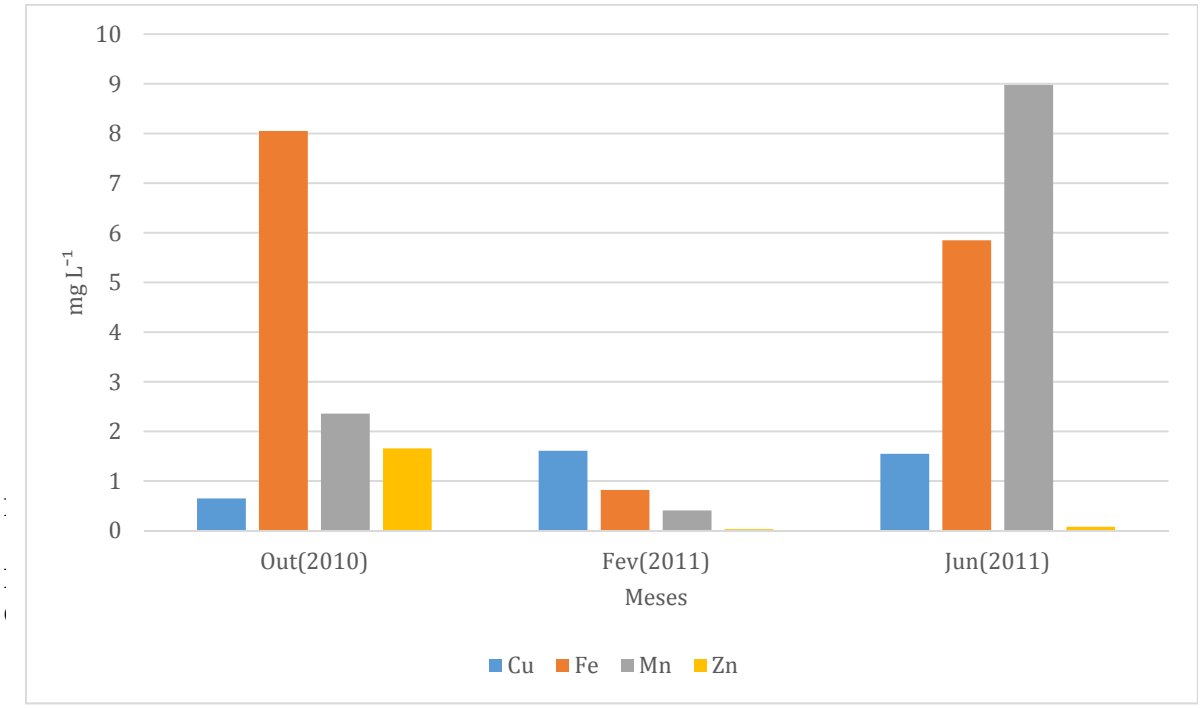
Fonte: UESB & UFBA (2011).

Figura 233. Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha ‘Dantilândia T3’. Vitória da Conquista, 2011.



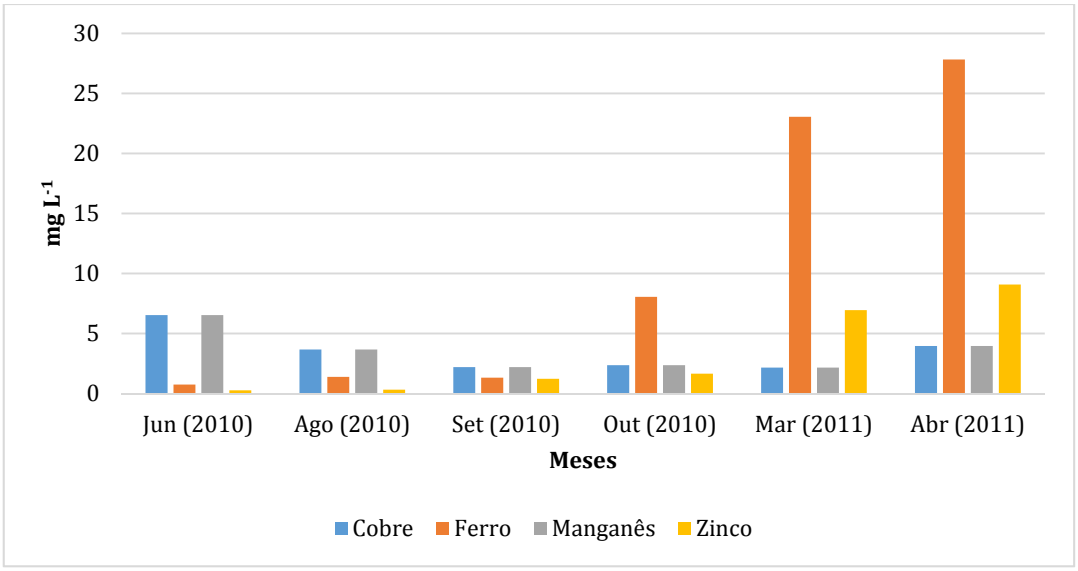
Fonte: UESB & UFBA (2011).

Figura 234. Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha 'Simão I'. Vitória da Conquista, 2011.



Fonte: UESB & UFBA (2011).

Figura 235. Microelementos avaliados na manipueira da casa de farinha 'Simão I'. Vitória da Conquista, 2011.



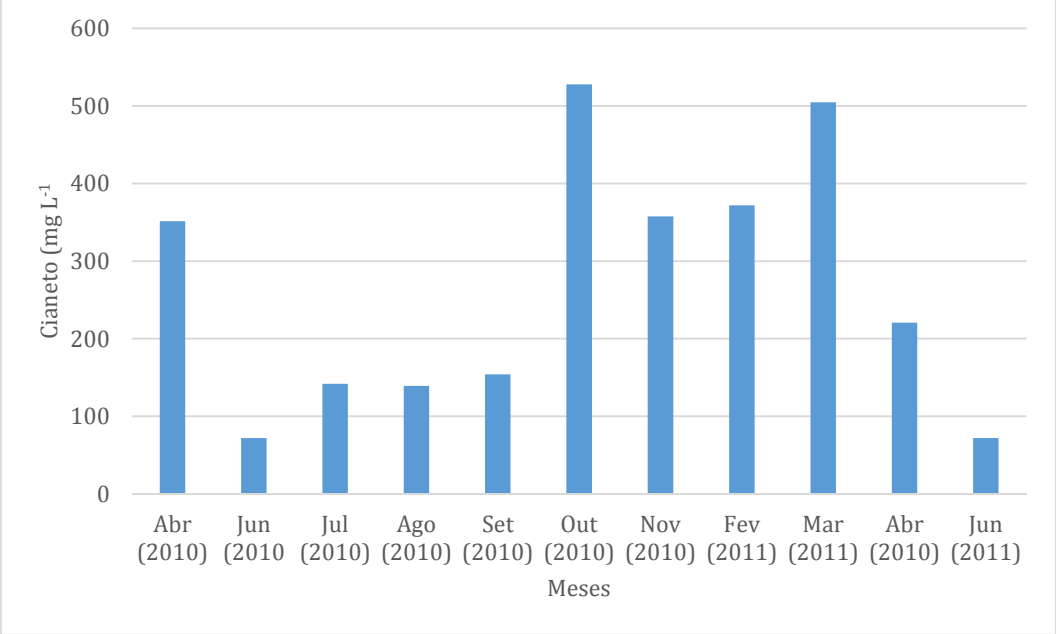
Fonte: UESB & UFBA (2011).

Ressalta-se que os microelementos não ultrapassaram as concentrações de 45 mg L^{-1}. O cobre variou de 0,27 mg L^{-1} (abril de 2010) a 34,22 mg L^{-1} (junho de 2011) na casa de farinha de Dantilândia, Tanques 2 e 1, respectivamente. Por sua vez, o ferro esteve presente na manipueira com concentrações de 0,65 (Lagoa Grande III, julho de 2010) a 42,11 mg L^{-1} (Tanque 1 em Dantilândia, abril de 2011).

O manganês se apresentou em menores concentrações no mês de fevereiro de 2011, em Simão I (0,41 mg L^{-1}). As maiores concentrações desse elemento foram observadas no mês de junho de 2011, Tanque 1 em Dantilândia (34,23 mg L^{-1}). Quanto ao zinco, obteve-se de 0,03 mg L^{-1} em fevereiro de 2010 (Simão I) a 9,08 mg L^{-1} em abril de 2011 (Simão II).

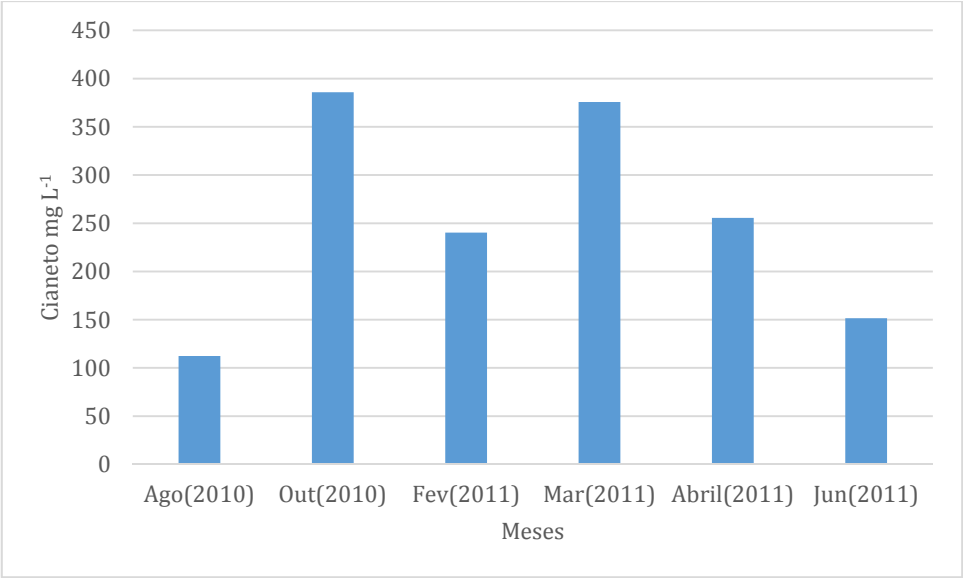
Ao observar as concentrações de cianeto (Figuras 12 a 21), os maiores valores foram obtidos em Simão II (683,26 mg L^{-1}) no mês de outubro de 2010. As menores concentrações, por sua vez, foram obtidas nos Tanques 1 e 3, em Dantilândia (15,44 mg L^{-1}) nas coletas, respectivamente, de junho de 2011 e junho de 2010.

Figura 236. Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha 'Lagoa Grande I'. Vitória da Conquista, 2011.



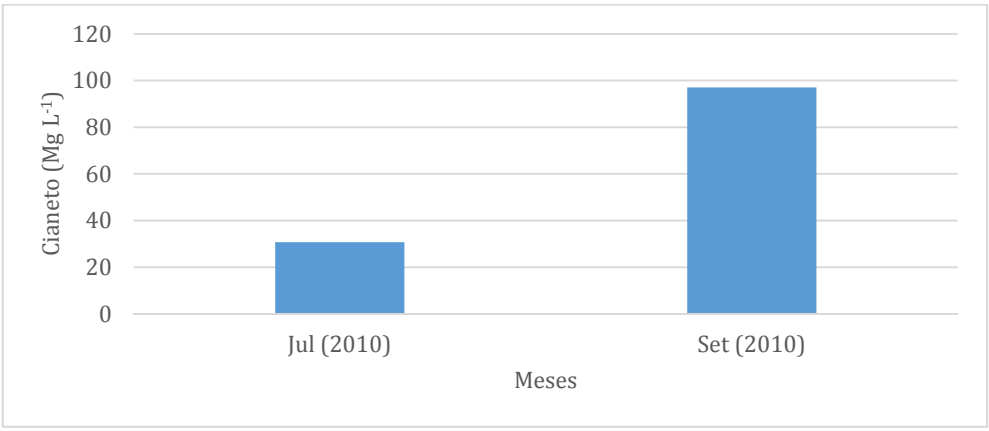
Fonte: UESB & UFBA (2011).

Figura 237. Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha 'Lagoa Grande II'. Vitória da Conquista, 2011.



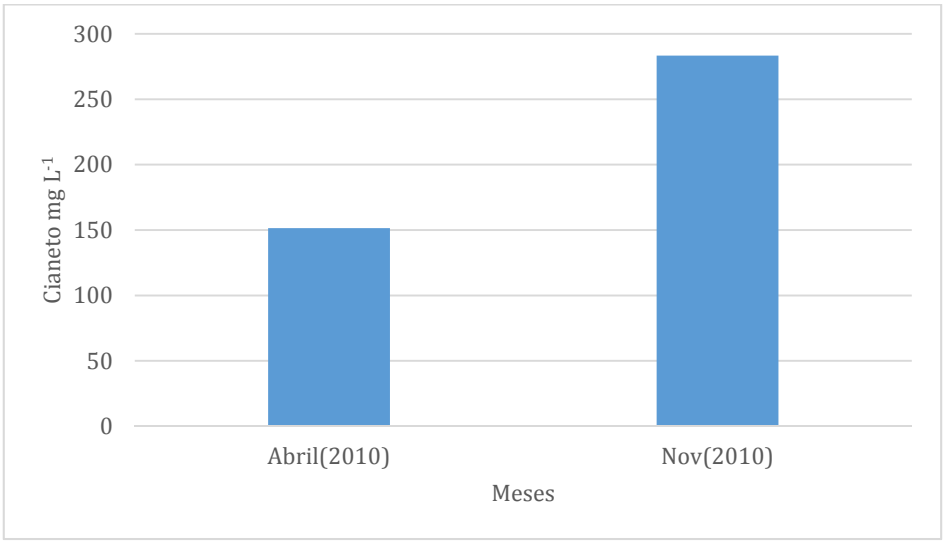
Fonte: UESB & UFBA(2011).

Figura 238. Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha 'Lagoa Grande III'. Vitória da Conquista, 2011.



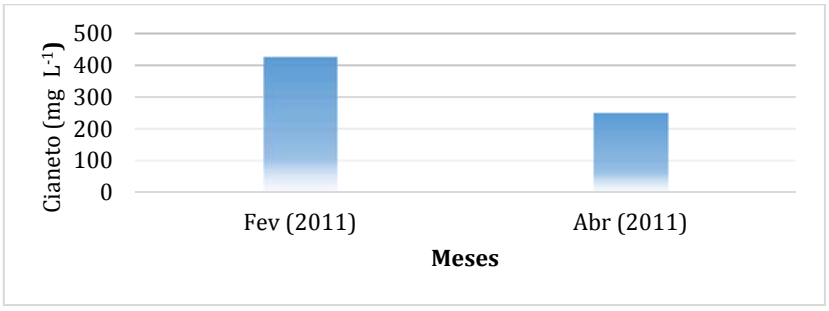
Fonte: UESB & UFBA (2011).

Figura 239. Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha 'Possidônio'. Vitória da Conquista, 2011.



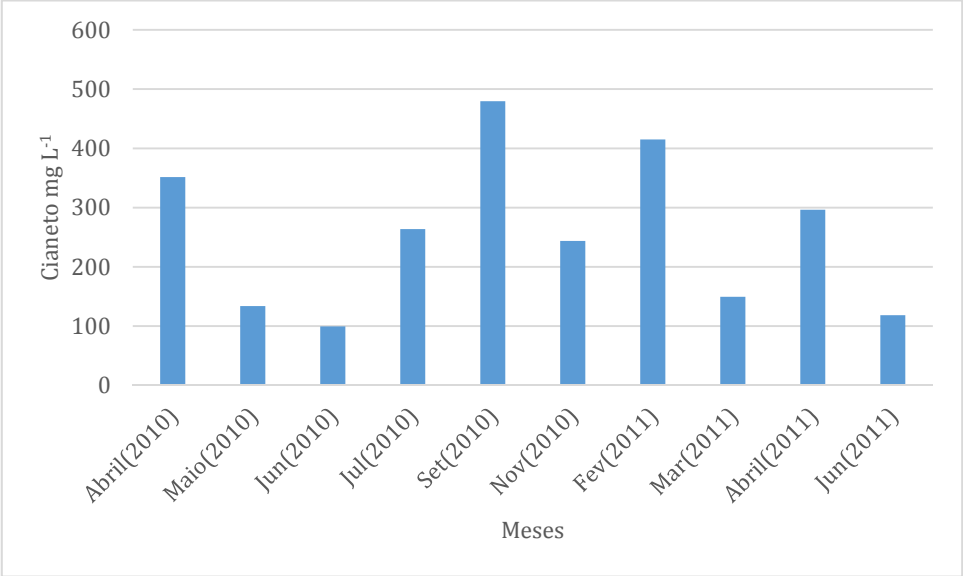
Fonte: UESB & UFBA (2011).

Figura 240. Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha 'Dantilândia SP'. Vitória da Conquista, 2011.



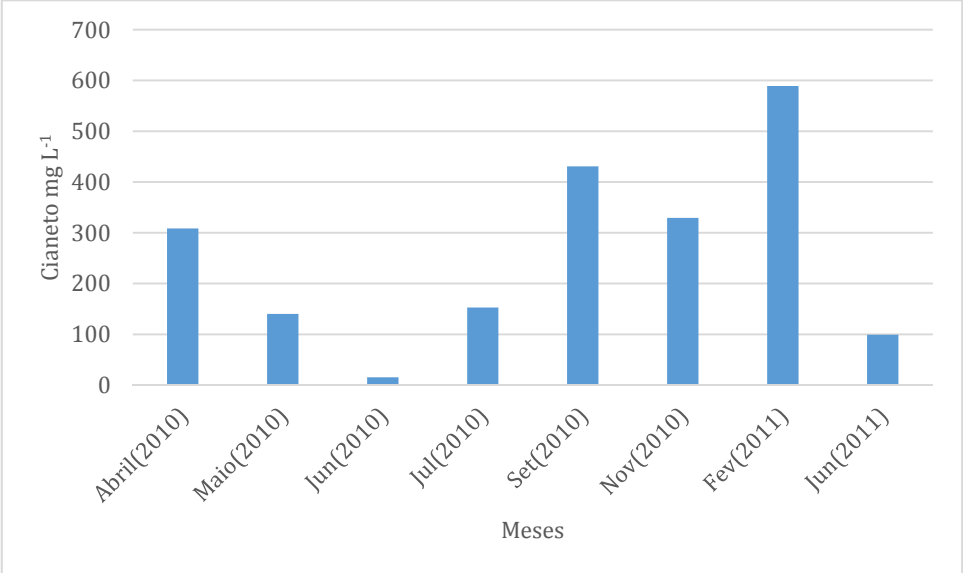
Fonte: UESB & UFBA (2011).

Figura 241. Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha 'Dantilândia T1'. Vitória da Conquista, 2011.



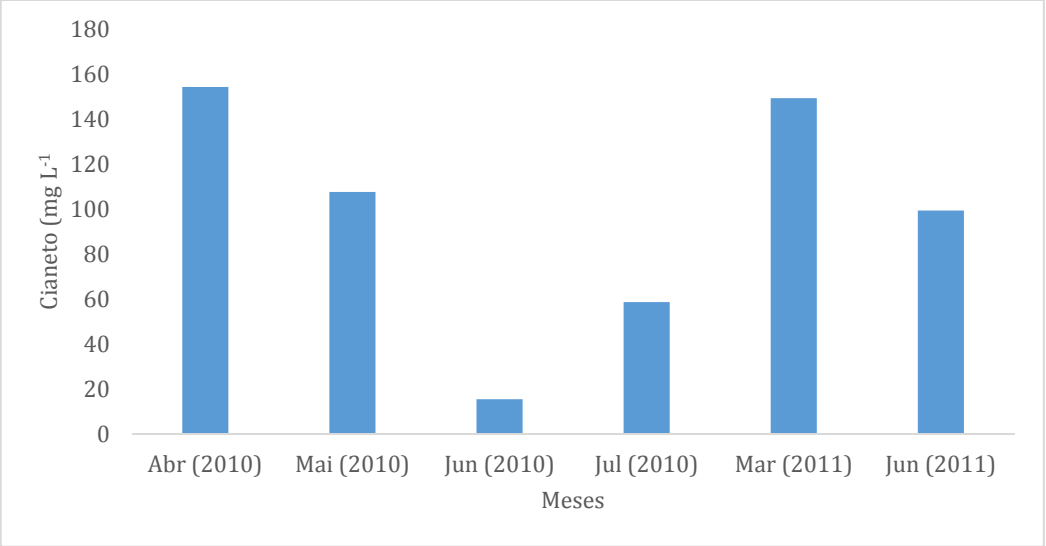
Fonte: UESB & UFBA (2011).

Figura 242. Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha 'Dantilândia T2'. Vitória da Conquista, 2011.



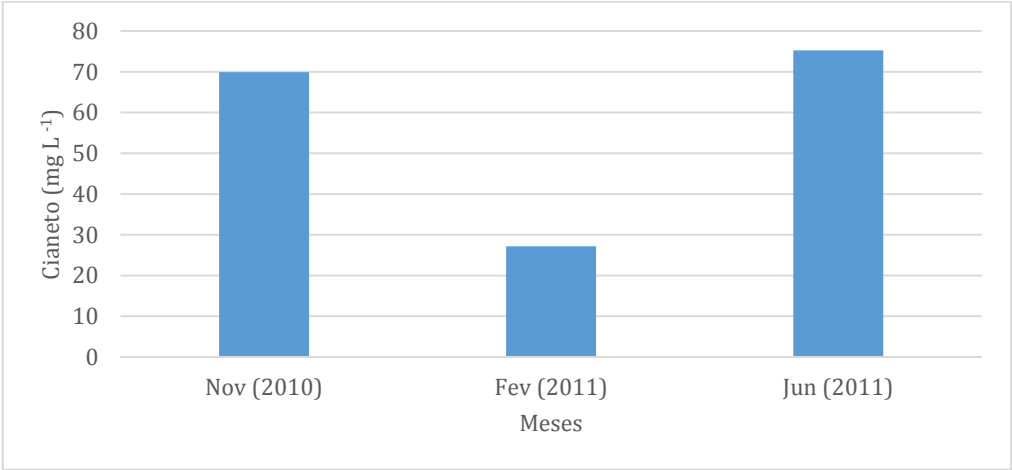
Fonte: UESB & UFBA (2011).

Figura 243. Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha 'Dantilândia T3'. Vitória da Conquista, 2011.



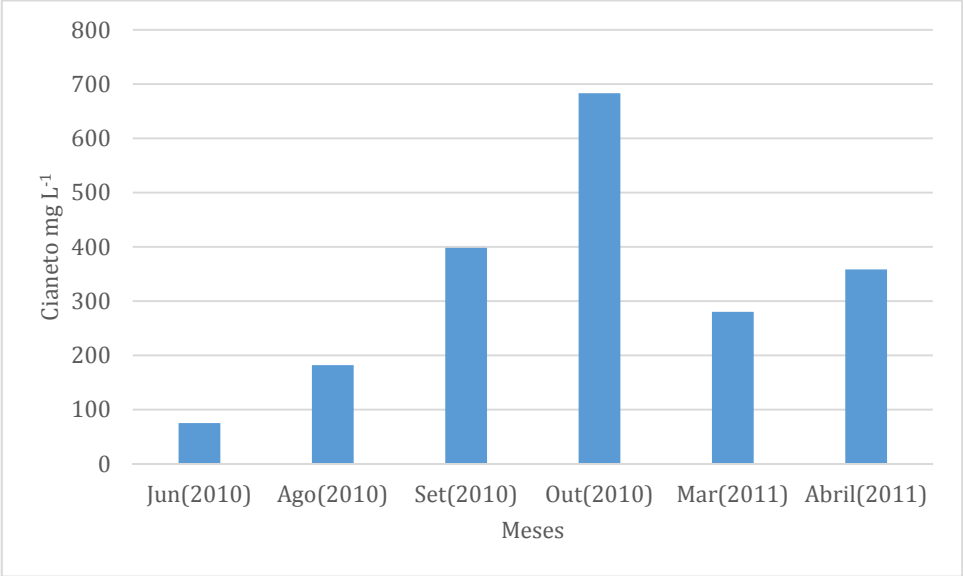
Fonte: UESB & UFBA (2011).

Figura 244. Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha 'Simão II'. Vitória da Conquista, 2011.



Fonte: UESB & UFBA (2011).

Figura 245. Cianeto (CN^-) avaliado na manipueira da casa de farinha 'Simão I'. Vitória da Conquista, 2011.

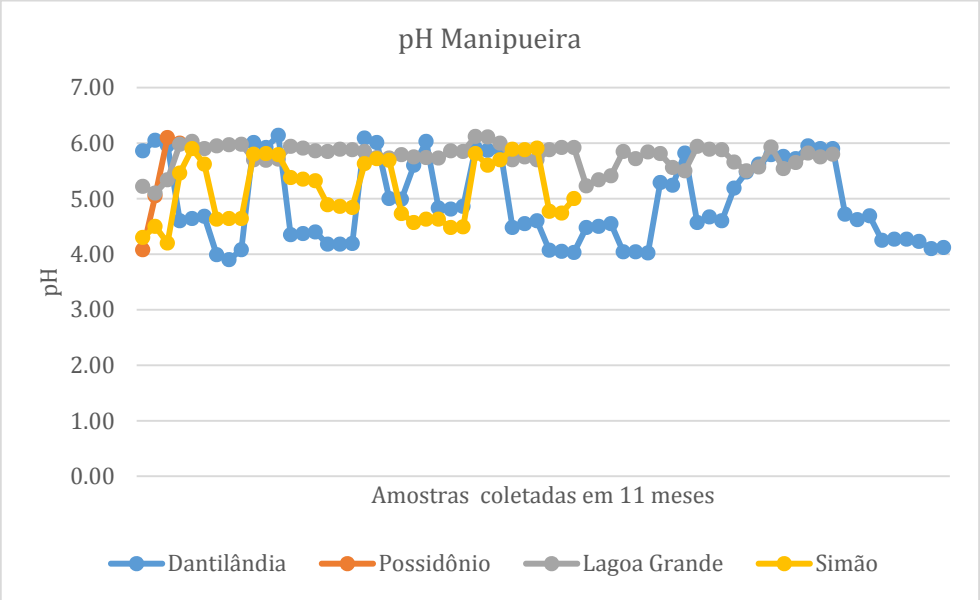


Fonte: UESB & UFBA (2011).

Nota-se que os valores médios de cianeto nas casas de farinha Lagoa Grande III, Dantilândia T3, juntamente com os valores do Simão I, foram os menores. A média foi maior que a observada por Barana (2000) ao avaliar o processo de digestão anaeróbica da manipueira em sistemas de duas fases (112,23 mg L^{-1}). De acordo Oliveira et al. (2003), a manipueira pode conter cianeto em forma potencialmente livre, cerca de 43,75 mg L^{-1}, totalizando 445 mg L^{-1} em cianeto total.

Em relação ao pH, esse variou de 3,42 a 6,32 (Figura 246). O menor valor foi observado no Tanque 2 em Dantilândia (setembro de 2010) e o maior, em Lagoa Grande I (março de 2011). Ainda, em Lagoa Grande I, o pH demostrou poucas oscilações, comportamento observado também em Simão II.

Figura 246. Potencial hidrogeniônico (pH) avaliado manipueira de diferentes coletas em todas as casas de farinha. Vitória da Conquista, 2011.



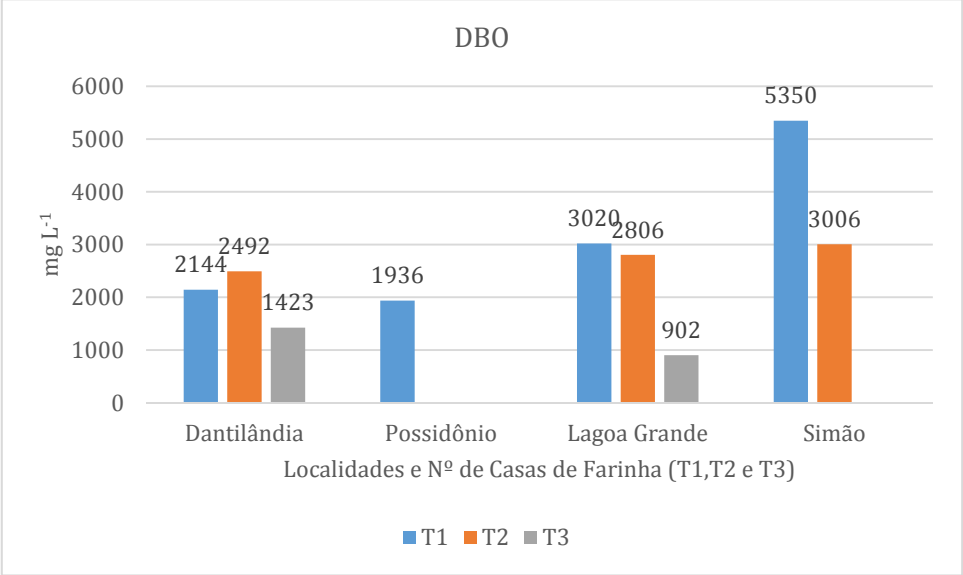
Fonte: UESB & UFBA(2011).

Os valores do pH das casas de farinha apresentaram pH (Figura 246) superiores a apresentada por Cereda (1994), pH= 4,6. No entanto, os valores observados são próximos ao estudado por Maróstica Júnior (2006), que observou para essa variável pH = 5,3. O pH é uma variável importante utilizada no controle da operação de estações de tratamento de esgotos e na caracterização de corpos d'água (RAMAL et al., 2011).

Observaram-se nas visitas às casas de farinha, que nos meses onde se utilizou a variedade 'Platinão', a manipueira apresentou valores de pH abaixo de 5.

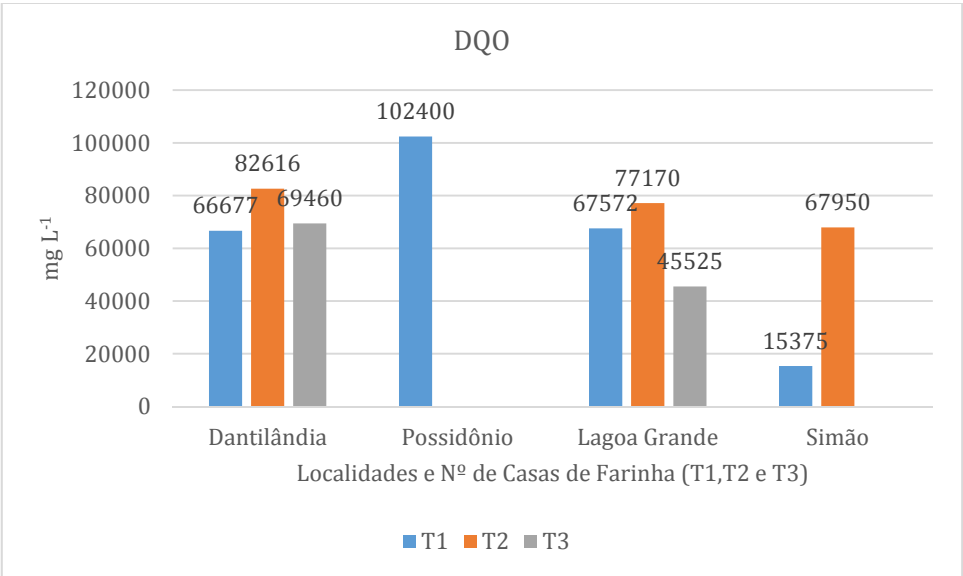
Quando comparados Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO), em cada casa de farinha (Figuras 23 e 24) os valores de DQO foram superiores aos de DBO. Este resultado, em geral, é encontrado na grande maioria dos esgotos e indica que os compostos do efluente podem ser mais oxidados quimicamente do que biologicamente (Remedio et al., 2002).

Figura 247. Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) em todas as casas de farinha. Vitória da Conquista, 2011.



Fonte: UESB & UFBA (2011).

Figura 248. Demanda Química de Oxigênio (DQO) em todas as casas de farinha. Vitória da Conquista, 2011.

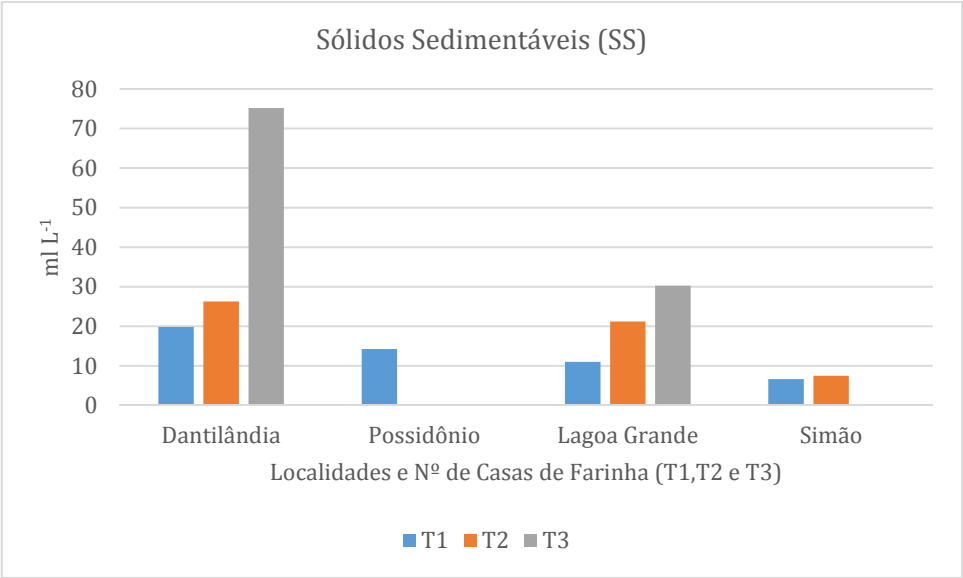


Fonte: UESB & UFBA(2011).

Os maiores valores de DBO foram observados em Lagoa Grande I (7500,00 mg L^{-1}), no mês de outubro de 2010. Quanto aos menores valores, esses se apresentaram nos Tanques 1 e 2 em Dantilândia (367,00 mg L^{-1}), nos meses de maio de 2010 e abril de 2010, respectivamente.

Por sua vez, a maior DQO foi obtida em julho de 2010 no Tanque 2, Dantilândia (194.000,00 mg L^{-1}). A menor DQO foi obtida em setembro de 2010 em Lagoa Grande III (4.000,00 mg L^{-1}).

Figura 249. Sólidos Sedimentáveis avaliados na manipueira em todas as casas de farinha. Vitória da Conquista, 2011.



Fonte: UESB & UFBA(2011).

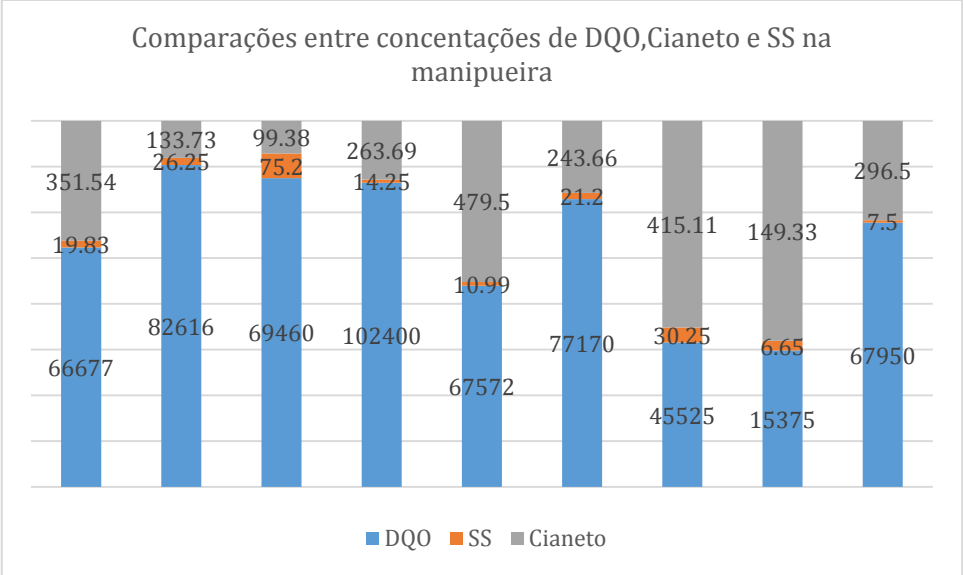
Por sua vez, os S.S. apresentaram média menor à citada por Júnior & Takahashi (1994), que encontrou 50 mL L^{-1}. Nos Sólidos Sedimentáveis determinam-se o resíduo sedimentável que é constituído daquele material em suspensão de maior tamanho e de densidade maior que a água, que deposita quando o sistema está em repouso (Remedio et al., 2002).

Ainda, segundo os mesmos autores, o resíduo sedimentável é uma característica importante para verificação da necessidade e do dimensionamento de unidades de sedimentação no tratamento de águas residuais. Serve para a determinação da eficiência da sedimentação e permite a previsão do comportamento de despejos ao atingirem um curso d'água.

Em geral, as concentrações dos elementos estudados, do cianeto, DBO, DQO e S.S, apresentaram grandes variações ao longo das coletas e nas casas de farinha visitadas. Essas variações podem ser atribuídas a diferentes fatores, tais como: variedades processadas de mandioca, utilização de corantes artificiais, estado da massa de mandioca, bem como o tempo

de exposição da manipueira e periodicidade da limpeza dos tanques de Dantilândia. A figura 250 tenta identificar uma possível fonte de variação.

Figura 250. Gráfico comparativo entre DQO, SS e Cianeto da área de estudo.



Fonte: UESB & UFBA(2011).

A figura 250 pode estar indicando uma fonte de variação existente, uma vez que o aumento nos valores da DQO, implica uma diminuição dos valores do cianeto.

De acordo Fioretto (1994), a composição química da manipueira é variável, dependendo da variedade utilizada, que por sua vez está correlacionada com as condições edafoclimáticas do local onde é cultivada. As características da raiz podem interferir nas características da manipueira dela extraída, pois a mesma faz parte da constituição da raiz (Barana, 2000).

Comumente, a variedade de mandioca utilizada para produção de farinha foi a 'Sergipe', que é bastante cultivada pelos cooperados da Coopasub. As plantas dessa variedade possuem raízes tuberosas de formato predominante cônico, com película suberosa de cor marrom, rugosa, córtex creme claro e polpa branca (Cardoso Júnior et al., 2005).

Ainda, entre as casas de farinha, a casa 'Simão I' apresentou em todas as visitas, estado de massa 'lavada' (raízes utilizadas para a produção de fécula que depois de dissolvidas os restos são prensados para obtenção de farinha).

A manipueira vem sendo estudada como fonte de nutrientes, principalmente o potássio que é um elemento essencial para plantas, podendo ser utilizada como fertilizantes em outras

culturas. Santos et al. (2010) ao avaliarem doses de manipueira com diferentes teores desse elemento na cultura da alface, concluíram que o resíduo pode ser utilizado como fonte de potássio nessa cultura dependo da dose aplicada.

7.9.1 Conclusões

- A composição química da manipueira apresentou concentrações variáveis de macro e microelementos (cálcio, potássio, fósforo, enxofre, magnésio, sódio, cobre, ferro, manganês e zinco).
- As casas de farinhas Lagoa Grande III, Dantilândia T1, Dantilândia T2, Dantilândia T3 e Simão II apresentaram, em diferentes coletas, maiores valores para macro e microelementos.
- A manipueira apresentou alto potencial poluidor e tóxico pela presença de níveis acima dos padrões aceitáveis.
- As concentrações de DQO e cianeto foram altas na manipueira, acima dos valores aceitáveis.
- Não foram encontrados valores de OD ao longo das coletas.
- As características físico-químicas da manipueira do Sudoeste da Bahia poderão subsidiar outros estudos, quanto à utilização da manipueira como subproduto.

7.10 REFERÊNCIAS

AFIF, K. E. y J. A. OLIVEIRA P. (2006), "Efectos del fuego prescrito sobre matorral en las propiedades del suelo", Invest. Agrar. Sist. Recur. For., 15(3), pp. 262-270.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (2013). Fornecimento de dados pluviométricos brutos. Planilhas no formato excel. Diretoria. Brasília.

AGRELL, P.J; STAM, A; W. FISCHER, W (2004). Interactive multiobjective agro-ecological land use planning: The Bungoma region in Kenya, European Journal of Operational Research, Volume 158, and Issue 1. pp. 194-217.

ALVES, A.A.C. (2002). Cassava Botany and Physiology. In-Cassava: biology, production and utilization, (Ed. R.J. Hillocks; J.M. Thresh and A.C. Bellotti). Cabi Publishing, UK, 84 pp.

BALLESTERO, S.D.; LORANDI, R.; TREMOCOLDI, W.A. (2000). Mapeamento pedológico semidetalhado da área de relevante interesse ecológico de Pedra Branca (Tremembé-SP). Rev. biociênc.Taubaté, Brasil. pp. 7-15.

BARANA, A. C. Avaliação de tratamento de manipueira em biodigestores em fase acidogênica e metanogênica (2000). Tese. Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu. 95 pp. [in portuguese].

BARBOSA, H.A; HUETE, A.R; BAETHGEN, W.E (2006). A 20-year study of NDVI variability over the Northeast Region of Brazil, Journal of Arid Environments, Volume 67, Issue 2. Pages 288-307.
(http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196306000796).

BERRA, E.F; BRANDELERO, C; PEREIRA, R.S; SEBEM, E; GOERGEN, L.C.G; BENEDETI, A.C.P; LIPPERT, D.B (2012). Total Wood Volume Estimation of Eucalyptus Species by Images of Landsat Satellite. Ciência Florestal, v. 22, n. 4. Santa Maria. P. p. 853-864.

BINDER, C. R., G. FEOLA, *et al.*, (2010). Considering the normative, systemic and procedural dimensions in indicator-based sustainability assessments in agriculture. Environmental Impact Assessment Review, **30**(2): 71-81.

BOTTERO, M. (2011). Indicator Assessment System. *In* Landscape Indicators. (Ed. Cassatella, C.; Peano, A.). Springer. Dordrecht, Heidelberg, London, New York. 222 pp.

BRANDÃO, Z.N.; BEZERRA, M.V.C.; SILVA, B.B (2007). Uso do NDVI para determinação da biomassa na Chapada do Araripe. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. **Anais do XIII Simpósio de Sensoriamento Remoto.** São José dos Campos: INPE. p. 75-81. Disponível em: http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.13.39.22/doc/75-81.pdf. Acesso em 31 de julho de 2013.

CADAVID, L.F (2002). Solo y Fertilización para la Yuca: In – La Yuca em Tercer Milenio. (Ed. Ospina,B; Ceballos H). CIAT. Colômbia. 76 pp.

CALATAYUD, P. A.; MÚNERA, D. F. OSPINA, B. CEBALLOS, H.(2002). Suelo y Fertilización para la Yuca. In:La yuca en el tercer milenio**:** sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización.CIAT. Cali: CIAT. p. 76-102.

CARDOSO JÚNIOR, N. dos S.; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N.; SEDYAMA, T.; CARVALHO, F. M (2005). Efeito do nitrogênio em características agronômicas da mandioca. Bragantia, v.64, n.4. São Paulo. pp. 651-659.

CARDOSO, C.E.L (2003). **Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil.** 2003. Tesis Doctoral. Escola Superior de

Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo. Piracicaba. 188 pp. [In portuguese].

CARDOSO, C.E.L; DA SILVA, J; PEREIRA, J.C; FILHO, J.R.F; FILHO, M.A.C; DA SILVA, T.S.M; FUKUDA, W (2009). Zoneamento Agrícola e Diagnóstico do Sistema de Produção para a Cultura da Mandioca em Municípios de Microrregiões Baianas Visando Atendimento a Indústria de Amido. Embrapa Mandiocultura e Fruticultura Tropical. Cruz das Almas.85 pp.

CARVALHO, F.B. (2006). Caracterização do sistema de produção de mandioca em treze municípios da região sudoeste da Bahia. Tese de Mestrado. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Brasil, 110 pp. [In portuguese].

CARVALHO, F.B. (2009). Análise Econômica de Sistemas de Produção de Mandioca. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Lavras. 67 pp. [In portuguese].

CEREDA, M. P.; Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca. In: CEREDA, M. P (1994). Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil. Paulicéia. São Paulo: pp. 11-50.

CERRI, C.E.P.; FEIGL, B.; CERRI, C.C. (2008). Dinâmica da matéria orgânica do solo na Amazônia. In: Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: Ecossistemas Tropicais e Subtropicais. (Ed. SANTOS, GA; SILVA, L.S; CANELLAS, L.P; CAMARGO, F.O). Porto Alegre. 325-358.

COELBA&IBERDROLA (2012). Atlas de Potencial Eólico do Estado da Bahia. Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento COELBA-ANEEL. Bahia. 68 pp.

COOPASUB. Cooperativa Mista Agropecuária de Pequenos Agricultores do Sudoeste da Bahia Ltda. (2013). Informações da Diretoria. Vitória da Conquista. Bahia.

COOPASUB. (2013). Necessidade de Previsões meteorológicas para o agricultor. Informações da Diretoria. Vitória da Conquista.

COOPASUB Cooperativa Mista Agropecuária de Pequenos Agricultores do Sudoeste da Bahia Ltda (2012). Organização Solidária e Sustentável dos Agricultores Familiares. Dados da Diretoria. Vitória da Conquista. Bahia.

COOPASUB. Cooperativa Mista Agropecuária de Pequenos Agricultores do Sudoeste da Bahia Ltda. (2012). Histórico e Plano de Ações 2011. Vitória da Conquista. Bahia. Informações da Diretoria.

COOPASUB - Cooperativa Mista Agropecuária de Pequenos Agricultores do Sudoeste da Bahia Ltda (2005). Histórico e Plano de Ações. Vitória da Conquista. Informações da Diretoria.

CRESESB & CEPEL (2013). Base de Dados Eólico. [on line]. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/atlas_eolico/index.php#data. [23 de março 2013].

DA SILVA, D. S. G. (2007). Construção de Indicadores de Condições de Vida Através da Análise Multicritério: Estudo Aplicado aos Municípios da Baixada Fluminense. Dissertação de mestrado. Escola Nacional de Ciências Estatísticas. Rio de Janeiro. 135 pp. [In portuguese].

DAHL, A. L. (2007). Integrated Assessment and Indicators. *In* Sustainability Indicators. (Ed. Hak, T.; Moldan, B.; Dahl, A. L.). Island Press. Washington, Covelo, London. 413 pp.

DE ALBUQUERQUE, P.E.P (2010). Estratégias de Manejo de Irrigação: Exemplos de Cálculo. Circular Técnica. Embrapa. Sete Lagoas-MG. 24 pp.

DE LANGE, H. J.; SALA, S; VIGHI, M; FABER, J.H. (2010). Ecological vulnerability in risk assessment — A review and perspectives, Science of The Total Environment, Volume 408,
Issue 18, Pages 3871-3879.
(http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969709010985).

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT GMBH (GTZ) & MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Referências Metodológicas para Mapeamento de Riscos Naturais na Amazônia: mapeando vulnerabilidades. GTZ. Brasília – DF. 62 pp.

DONNELLY, A.; JONES, M.; O'MAHONY,T.; BYRNE,G.(2007). Selecting environmental indicator for use in strategic environmental assessment. Environmental Impact Assessment Review, **27**(2): 161-175.

DOS SANTOS, J.M. (2011). Estratégias de convivência para a conservação dos recursos naturais e mitigação dos efeitos da desertificação no semiárido. In- Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro. (Ed. R.C.C.Lima; A.M.B. Cavalcante; A.M.P. Marin). Instituto Nacional do Semiárido. Campina Grande. 209 pp.

EMBRAPA (2013). Cultivo da mandioca na região centro sul do Brasil. Sistemas de Produção. [online]. http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_centrosul/solos.htm [28 de junho de 2013].

EMBRAPA (2009). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Embrapa –SPI. Rio de Janeiro. 367 pp.

EMBRAPA. Convênio Embrapa Solos / CODEVASF Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2005). Sistema Brasileiro de Classificação de Terras para Irrigação. Enfoque na Região Semiárida. Ed. Técnico: Fernando Cezar Saraiva do Amaral. Rio de Janeiro.

EMBRAPA. (2003). Cultivo da Mandioca para a Região Semiárida. [on line]. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_semiarido/solos.htm [2 de maio de 2010].

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solo. (1999). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro. 412 pp.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos (1997). Manual de métodos de análise de solo. (Embrapa-CNPS. Documentos; 1). 2ª.ed. Rio de Janeiro. 212 pp.

EMBRAPA (1977). Mapas de Solo da Microrregião Sudoeste da Bahia. [on line]. Disponível em: http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=ba [16 de abril de 2010].

EMBRAPA (1977). Mapas de Solo da Microrregião Sudoeste da Bahia. [on line]. Disponível em: http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=ba [16 de abril de 2010].

FAO (2004). Strategic Environmental Assessment: An Assessment of the Impact of Cassava Production and Processing on the Environment and Biodiversity. Food and Agriculture Organization of the United Nations & International Fund for Agricultural Development. Roma. 154 pp.

FERNÁNDEZ, G.S. (2009). Análisis de la Sostenibilidad Agrária Mediante Indicadores Sintéticos: Aplicación Empírica para Sistemas Agrarios de Castilla y León. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. España. 252 pp. [In spanish].

FERREIRA, A.O.; SÁ, J.C.M.; HARMS, M.G.; MIARA, S.; BRIEDIS, C.; NETTO, C.Q., DOS SANTOS, J.B.; CANALLI, L.B. (2012). Carbon Balance and Crop Residue Management in Dynamic Equilibrium under a No-Till System in Campos Gerais. R. Bras. Ci. Solo, 36:1583-1590. Campinas.

FERREIRA, W. A; BOTELHO, S.M; CARDOSO, E.M.R; POLTRONIERI, M.C (2001). Manipueira: Um Adubo Orgânico em Potencial. Embrapa. Documentos NQ 107. Belém. 21 pp

FIORETTO, R. A. Uso direto da manipueira em fertirrigação. In: CEREDA, M. P. Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil. São Paulo: Paulicéia, 1994. p. 51-80.

FRACETO, F.J.C.; FRACETTO, G.G.M.; CERRI, C.C.; FEIGL, B, J; NETO, M.S. (2012). Estoques de Carbono e Nitrogênio no Solo Cultivado com Mamona na Caatinga. R. Bras. Ci. Solo, 36:1545-1552. Campinas.

GIONGO, V. (2011). Balanço de carbono no semiárido brasileiro: Perspectivas e desafios. In-Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro. (Ed. R.C.C. Lima; A.M.B. Cavalcante; A.M.P. Marin). Instituto Nacional do Semiárido. Campina Grande. 115-130.

GÓMEZ-LIMÓN, J. A.; SANCHEZ-FERNANDEZ, G. (2010). Empirical evaluation of agricultural sustainability using composite indicators. Ecological Economics, 69(5): 1062-1075.

GONÇALVES M. Da C (2009). Research and development on soil protection. [on line]. Disponível em: http://www.europarl.europa.eu/document/activities/cont/200901/20090123ATT47069/20090123ATT47069PT.pdf [2 de julho de 2013].

HÁK, T.; MOLDAN, B.; DAHL, A. L. (ed). (2007). Sustainability Indicators. Island Press. Washington, Covelo, London. 413 pp.

HAYATI, D.; RANJBAR, Z.; KARAMI, E. (2010). Measuring Agricultural Sustainability. *In* Biodiversity, Biofuels, Agroforestry and Conservation Agriculture. (Ed. Lighthouse, E.). Springer. Dordrecht, Heidelberg, London, New York. pp. 73-101.

HILL, J; STELLMES, M; UDELHOVEN, TH; RÖDER, A; SOMMER, S (2008). Mediterranean desertification and land degradation: Mapping related land use change syndromes based on satellite observations, Global and Planetary Change, Volume 64, Issues 3–4. Pages 146-157.
(http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921818108001252).

HOWELER, R.H. (2002). Cassava Mineral Nutrition and Fertilization. In-Cassava: biology, production and utilization. (Ed. R.J. Hillocks; J.M. Thresh and A.C. Bellotti.) Cabi Publishing, Wallingford, UK. 115 pp.

HOWELER, R.H. (2002). Cassava Mineral Nutrition and Fertilization. In-Cassava: biology, production and utilization. (Ed. R.J. Hillocks; J.M. Thresh and A.C. Bellotti.) Cabi Publishing, Wallingford, UK. 115 pp.

HOWELER, R.H. (2002). Cassava Mineral Nutrition and Fertilization. In-Cassava: biology, production and utilization. (Ed. R.J. Hillocks; J.M. Thresh and A.C. Bellotti.) Cabi Publishing, Wallingford, UK. pp. 115-141.

IBGE (2013). Produtividade da mandioca para o município de Cândido Sales, em 2011. Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=99&z=t&o=11. [30 de abril de 2013].

IBGE (2010). Rendimento Médio da Produção de Mandioca**.** [on line]. Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=99&z=t&o=11&i=P [2 de abril de 2010].

IBGE (2008). Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**.** [on line]. Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=99&z=t&o=11&i=P [2 de abril de 2010].

INMET (2013). Sistema de Previsão Climática: MBAR (Modelo Brasileiro de Alta Resolução). [on line]. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/vime/?P=P1&A=NE [15 de julho de 2013].

INMET (2013). Balanço Hídrico de Vitória da Conquista, série histórica 1961-1990. [on line]. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=agrometeorologia/balancoHidricoClimatico. [15 de julho de 2013].

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. (2006). The physical science basis: Summary for policymakers. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press. Cambridge.

JANNUZZI, P. De M; MIRANDA, W.L; DA SILVA, D.S.G (2009). Análise Multicritério e Tomada de Decisão em Políticas Públicas: Aspectos Metodológicos, Aplicativo Operacional e Aplicações. Informática Pública ano II. Bahia. 87 pp.

LEIHNER, D. (2002). Agronomy and Cropping Systems. In-Cassava: biology, production and utilization. (Ed. R.J. Hillocks; J.M. Thresh and A.C. Bellotti.) Cabi Publishing, Wallingford, UK. 93 pp.

LEIHNER, D. (2002). Agronomy and Cropping Systems. In-Cassava: biology, production and utilization. (Ed. R.J. Hillocks; J.M. Thresh and A.C. Bellotti.) Cabi Publishing, Wallingford, UK. pp. 93.

LI, X.R; JIA, X.H; DONG, G.R (2006). Influence of desertification on vegetation pattern variations in the cold semi-arid grasslands of Qinghai-Tibet Plateau, North-west China, Journal of Arid Environments, Volume 64, Issue 3. Pages 505-522. (http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196305001485).

LI, X.R; JIA, X.H; DONG, G.R (2006). Influence of desertification on vegetation pattern variations in the cold semi-arid grasslands of Qinghai-Tibet Plateau, North-west China, Journal of Arid Environments, Volume 64, Issue 3. Pages 505-522. (http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196305001485).

LIMA, E.M (2012). Interações Socioambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Catolé – Bahia. Thesis. Universidade Federal de Sergipe. Sergipe. 280 pp. [In Portuguese].

LIMA, L. S.; IZÁRIO FILHO, H. J.; CHAVES, F. J. M (2006). Determinação da demanda bioquímica de oxigênio para teores ≤ 5 mg L^{-1} O_2. Revista Analytica.v.25. São Paulo. pp. 52-57.

LISBOA, B. B.; VARGAS, L.K; SILVEIRA, A.O.; MARTINS, A.F.; SELBACH, P.A. (2012). Indicadores microbianos de qualidade do solo em diferentes sistemas de manejo. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* vol.36, n.1, pp. 33-44.

LOGSDON, S. (2008). "Encyclopedia of Soil Science. (Ed. W. Chesworth). Springer, Dordrecht, Netherlands. 902 pp.

LOPES, A.C (2006). Efeito da Irrigação e de Épocas de Colheita Sobre a Cultura da Mandioca. Master. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Vitória da Conquista. pp.66. [in Portuguese].

LÓPEZ, J (2002). El Cultivo. In: La yuca en el tercer milenio**:** sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. (Ed. OSPINA,B; CEBALLOS,H). CIAT. Cali: CIAT. pp. 76-102.

LÓPEZ-RIDAURA, S. (2005). Multi-Scale Sustainability Evaluation: A framework for the derivation and quantification of indicators for natural resource management systems. PhD Thesis. University of Wageningen. 201 pp.

MAIA, M (2005). Zoneamento Geoambiental do Município de Vitória da Conquista-Ba: Um Subsídio ao Planejamento. Master. Universidade Federal da Bahia (UFBA). Salvador. pp.196.

MAIA, M. (2005). Zoneamento Geoambiental do Município de Vitória da Conquista-Ba: Um Subsídio ao Planejamento. Master. Universidade Federal da Bahia (UFBA). Salvador. 196 pp.

MALAVOLTA, E. (2004). Potássio: Absorção, Transporte e Redistribuição na Planta. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa. Piracicaba, Br. pp.7-8.

MANGIAROTTI, P. MAZZEGA, P. HIERNAUX, E. MOUGIN (2012). Predictability of vegetation cycles over the semi-arid region of Gourma (Mali) from forecasts of AVHRR-NDVI signals, Remote Sensing of Environment, Volume 123. Pages 246-257. (http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425712001307).

MARÓSTICA JÚNIOR, M. R (2006). Biotransformação de terpenos para a produção de compostos de aroma e funcionais. Tese. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas. 182 pp. [in portuguese].

MARTINS, C.M (2009). Atributos de solos e sua relação com o processo de desertificação no semiárido de Pernambuco. Master. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. 76 pp. [In Portuguese].

MCCLUSKEY, D.; JOÃO, E. (2011). The promotion of environmental enhancement in Strategic Environmental Assessment. Environmental Impact Assessment Review, 31(3): 344-351.

MENDONÇA, J. N (2011). Identificação e isolamento de corantes naturais por Actinobactérias. Master. Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Ribeirão Preto. 121 pp. [in portuguese].

Met Office (2013). Beaufort wind force scale. [on line]. Disponível em: http://www.metoffice.gov.uk/weather/marine/guide/beaufortscale.html. [4 de maio de 2013].

MONTALDO, A. (1985). La yuca o mandioca, origen, mejoramiento e industrialización. *IICA* - Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. San José. Costa Rica. pp. 109-117.

MORGAN, R.P.C (2005). Soil Erosion and Conservation. Blackwell Science Ltda. Australia. 304 pp.

MORGAN, R.P.C (1996). EROSIÓN Y CONSERVACIÓN DEL SUELO. Ed. Mundi Prensa. Madrid. 343 pp.

MORITANI, S.; YAMAMOTO, T.; ANDRY, H.; INOUE, M.; NISHIMURA, T.; FUJIMAKI, H.; KIMURA, R.; SAITO, H. (2011). Monitoring of Soil Surface under Wind and Water Erosion by Photogrammetry. (Ed. Prof. Jorge Colman Lerner). Arid Land Research Center, Tottori University. Japan. 462 pp.

NATHALIE PETTORELLI, JON OLAV VIK, ATLE MYSTERUD, JEAN-MICHEL GAILLARD, COMPTON J. TUCKER, NILS CHR. STENSETH (2005). Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change, Trends in Ecology & Evolution, Volume 20, Issue 9. Pages 503-510.
(http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016953470500162X)

National Research Council (2008). The Effects of Public Participation. In-Public Participation in Environmental assessment and decision-making. (Ed. T.,Dietz;; P. Stern) The National Academic Press. Washington,D.C. pp. 81-87.

National Research Council (2008). The Effects of Public Participation. In-Public Participation in Environmental assessment and decision-making. (Ed. T., Dietz; P. Stern) The National Academic Press. Washington, D.C. pp. 81-87.

NOBRE, P. (2011). Mudanças climáticas e desertificação: os desafios para o Estado Brasileiro. In- Desertificação e Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro. (Ed. R.C.C.Lima; A.M.B. Cavalcante; A.M.P. Marin). Instituto Nacional do Semiárido. Campina Grande. pp. 209.

NUNES, J. M.; MUÑOZ. A.; COELHO, J. P.; DIAS, S.; GARCÍA, A. AND LÓPEZ - PIÑEIRO, A. (2003). Using a GIS for sustainable use and management of an irrigation area in the spanish - portuguese border. In: Desertification in the Mediterranean Region. (Ed. KEPNER, W. G; RUBIO, L.J; MOUAT, D.A; PEDRAZZINI, F). Springer. Spain. pp.614.

ODUM, H.T (2007). Environment, power, and society for the twenty-first century; the hierarchy of energy. Columbia University Press. New York Chichester, West Sussex. 417 pp.

ODUM, E. P. (2004) – Fundamentos de Ecologia. 5ª Edição. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. 927 pp.

OLIVEIRA, E (2012). Expansão da Eucaliptocultura no Planalto de Conquista. Singularidades no Processo de Implantação da Monocultura. Thesis. Universidade Federal de Sergipe. Sergipe. pp. 384. [In Portuguese].
OMAR, D (2000). Definição de Indicadores de Sustentabilidade para Sistemas Agroflorestais. Thesis. Viçosa.112 pp. [In portuguese].

ORTEGA, A; CORVALAN, E. Diagnostico de Suelos. [on line]. Disponível em: http://www.profertilnutrientes.com.ar/images/archivos/615.pdf. [1 de julho de 2013].

OYAMA, M.D; NOBRE, C.A (2003). A new climate–vegetation equilibrium state for Tropical South America. Geophysical Research Letters, 30 (23), 2199 pp.

OYAMA, M.D; NOBRE, C.A (2004). Climatic consequences of a large-scale desertification in Northeast Brazil: a GCM simulation study.Journal of Climate, 17. pp. 3203–3213.

PARTIDÁRIO, M. R. (2007). Guia de Boas Práticas para Avaliação Ambiental Estratégica: Orientações Metodológicas. Lisboa. Agência Portuguesa do Ambiente. 59 pp.

PEANO, A.; CASSATELLA, C. (2011). Landscape Assessment and Monitoring. - *In* Landscape Indicators. (Ed. Cassatella, C.; Peano, A.). Springer. Dordrecht, Heidelberg, London, New York. 222 pp.

PONTE, C.M.A (2008). Épocas de Colheita de Variedades de Mandioca. Master. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Brasil.110 pp. [In portuguese].

Projeto RADAMBRASIL (1981). Levantamento de Recursos Naturais Folha Sd-24-Salvador. IBGE & Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro. pp. 234.

Projeto RADAMBRASIL (1981). Levantamento de Recursos Naturais Folha Sd-24-Salvador. IBGE & Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro. 234 pp.

REMEDIO, M. V. P.; MANCINI, S. D.; ZANIN, M (2002). Potencial de reciclagem de resíduos em um sistema com coleta de lixo comum. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 7, n.1, pp. 58-69.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. (1999). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. CFSEMG.Viçosa.Minas Gerais. 359 pp.

ROLIM,G.S.,SENTELHAS,P.C.,BARBIERI, V (1988). Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos:normal,sequencial,de cultura e de produtividade real e potencial. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria,v. 6,n.1.pp133-137.

RONQUIM, C.C (2010). Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões Tropicais. Boletim de Pesquisa &Desenvolvimento. Embrapa Monitoramento por Satélite. Campinas. 27 pp.

ROSS, J. L. S (1996). *Geomorfologia:* ambiente e planejamento. Contexto. São Paulo. pp. 85.

ROSS, J. L. S.; ROSA, M. R (1999). Aplicação de SIG na Geração de Cartas de Fragilidade. Revista do Departamento de Geografia, n.13. São Paulo. pp. 77-106.

SAUVENIER, X.; VALCKZ, J.; van CAUWENBERGH, N.; WAUTERS, E.; BACHEV, H.; BIALA, K.; BIELDERS, C.; BROUCKAERT, V.; GARCIA CIDAD, V.; GOYENS, S.; HERMY, M.; MATHIJS, E.; MUYS, B.; VANCLOOSTER, M. y PEETERS, A. (2005). 'Framework for assessing sustainability levels in Belgian agricultural systems – SAFE. Final scientific report'. Belgian Science Policy Office, Brussels. 116 pp.

SAUVENIER, X.; VALCKZ, J.; van CAUWENBERGH, N.; WAUTERS, E.; BACHEV, H.; BIALA, K.; BIELDERS, C.; BROUCKAERT, V.; GARCIA CIDAD, V.; GOYENS, S.; HERMY, M.; MATHIJS, E.; MUYS, B.; VANCLOOSTER, M. y PEETERS, A. (2006). Framework for Assessing Sustainability Levels in Belgian Agricultural Systems – SAFE. Part 1: Sustainable Production and Consumption Patterns. Final Report - SPSD II CP 28. Belgian Science Policy, Brussels. 125 pp.

SIX, J., BOSSUYT, H., DEGRYZE, S., DENEF, K (2004). A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. Soil Tillage Res. Vol.79. Belgium. pp.7–31.

SOUZA, J. da S.; OTSOBU, A.A. (2002). Perspectivas e Potencialidades de Mercados para os Derivados de Mandioca. In: Aspectos do cultivo da mandioca em Mato Grosso do Sul.(Ed.

OTSOBU, A.A.; MERCANTE, F.M.; MARTINS, C.S). Embrapa Agropecuária Oeste & UNIDERP; Dourados. Campo Grande. pp.25.

THERIVEL, R. (2010). Strategic Environmental Assessment in Action. Earthscan. London, Washington, D.C. 366 pp.

THERIVEL, R. (2005). SEA of Agriculture, Food and Rural Development: Issues for IAIA'05. Conference on Ethics and Quality.4 pp. [http://www.iaia.org/conferences/special-meetings/prague/sea-ag-food-rural.aspx] (October 19, 2012).

TRICART, J. (1977). Ecodinâmica. IBGE- SUPREN. Rio de Janeiro. 91 pp.

UESB & UFBA. (2013). Análises Físico-Química da Manipueira em casas de farinha da Coopasub. Coopasub. Vitória da Conquista. Informe laboratório. 39 pp.

VAN CAUWENBERGH, N.; BIALA, K.; BIELDERS, C.; BROUCKAERT, V.; FRANCHOIS,L.; GARCIA CIDAD, V.; HERMY, M.; MUYS,B.; REIJNDERS, J.; MATHIJS, E.; SAUVENIER, X.; VALCKX, J.;VANCLOOSTER,M.; VAN DER VEKEN.; WAUTERS, E.; PEETERS, A. (2007). SAFE—A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. Agriculture, Ecosystems & Environment, **120**(2-4): 229-242.

VISBAL, A.L (2007). El enfoque de género y los indicadores de medición de inequidades. Published University of New Mexico. New Mexico. 1(7-15). http://repository.unm.edu/bitstream/handle/1928/4176/structured_abstract.html?sequence=1[online].

WORLD WIND ENERGY ASSOCIATION. (2010). World Wind Energy Report 2010: Wind Power Worldwide. [on line]. Disponível em: www.wwindea.org. [01 mar. 2013].
ZM BOMBAS (2013). Soluções para o Bombeamento de água. [on line]. Disponível em: http://www.zmbombas.com/site/. [1/08/2013].

8 CONCLUSÃO RESULTADOS

8.1 A AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA (AAE) E OS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

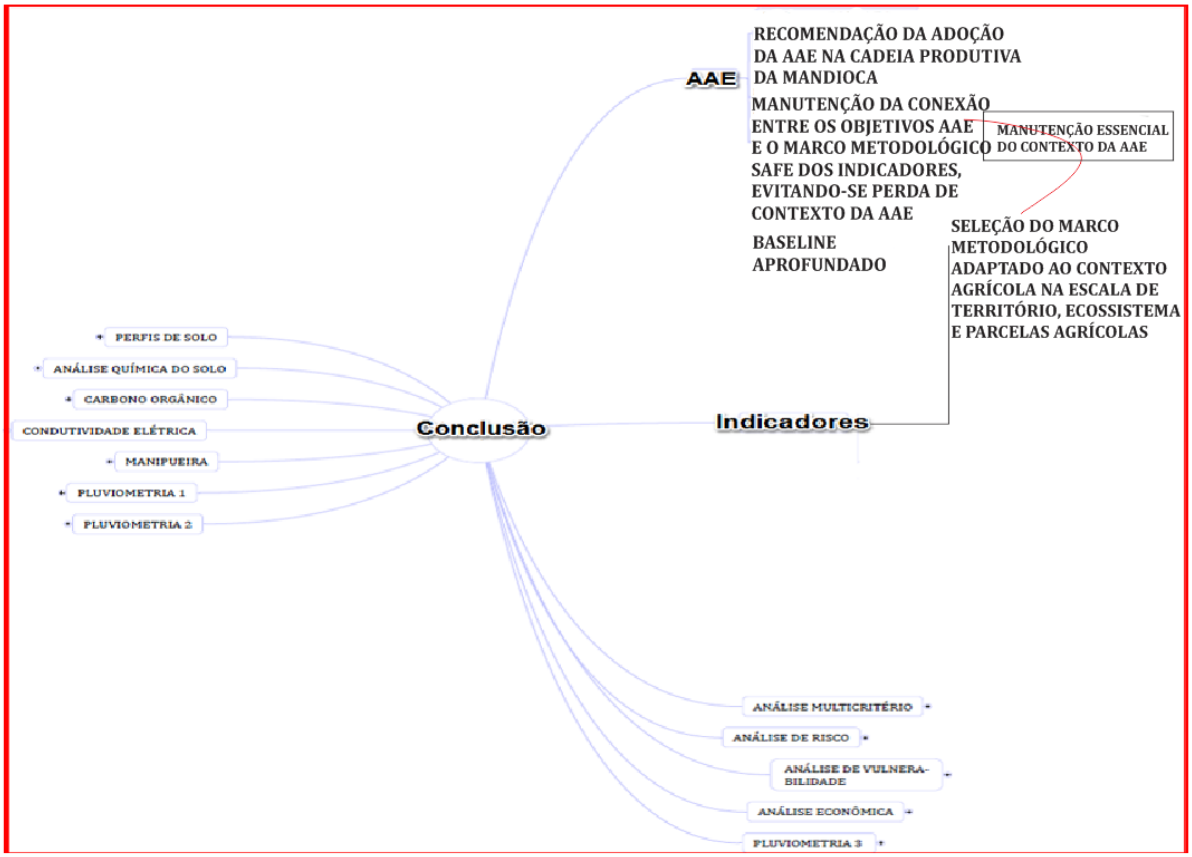
Para a AAE de cunho agrícola, em escala de ecossistemas, propriedades agrícolas e parcelas, realizada na presente investigação, até onde a ampla pesquisa de literatura, com *screening* de bancos de dados, teses, centenas de livros, permitiu, encontrou-se apenas um trabalho, intitulado: *"Strategic Environmental Assessment: An assessment of the impact of cassava production and processing on the environment and biodiversity"*. Este foi o único trabalho de AAE agrícola encontrado em escala territorial com formulações de planos e programas agrícolas específicos que se aproximou dos objetivos desta tese. Esta investigação foi realizada pela FAO/IFAD em 2000 e abordou a AAE da mandioca a partir de um esforço de concatenação global, enquadrando países, climas, solos, manejos, elementos culturais, variedades, radicalmente diferentes entre si, no esforço de montar uma estratégia global para a mandioca. A leitura atenta do documento da FAO mostra que apesar da enorme importância do trabalho, não foi possível a manutenção dos contextos específicos de cada uma das múltiplas regiões produtoras de mandioca deste estudo.

Todos os demais trabalhos de AAE agrícolas encontrados versaram sobre Políticas e Planos em escala territoriais mais amplas, sempre com os objetivos de ajudar o Estado na formulação de políticas públicas.

Dentro do conteúdo teórico da AAE, conforme indicado pelos muitos investigadores citados nesta tese, o contexto da AAE é o seu núcleo não deve ser desfigurado, uma vez que pode produzir resultados completamente desconectados dos problemas no qual se pretendia originalmente resolver. Therivel, no seu clássico "*Strategic Environmental Assessment in Action*", reeditado em 2010, dedica um capítulo completo do seu livro à definição do contexto da AAE. Desta forma se pode afirmar que desta perspectiva, o conteúdo desta tese é inédito. Esta abordagem encontra larga ressonância na literatura. Para Duffy (2004), a agricultura é "órfã da avaliação ambiental". De acordo com Therivel (2005), "são poucos os exemplos, encontrados na literatura, da AAE aplicada à agricultura". Para este investigador, os planos existentes são mais referentes a políticas de mercado agrícola, tratados ou subsídios. Este autor observa que os impactos ambientais ocorrentes na agricultura diferem da maioria dos outros setores: são não pontuais e cumulativos. A AAE pode ser apenas o caminho para

identificá-los e manejá-los. A figura 251 apresenta um resumo das conclusões da AAE e a sua relação com os Indicadores de Sustentabilidade.

Figura 251. Conclusões relativas à AAE

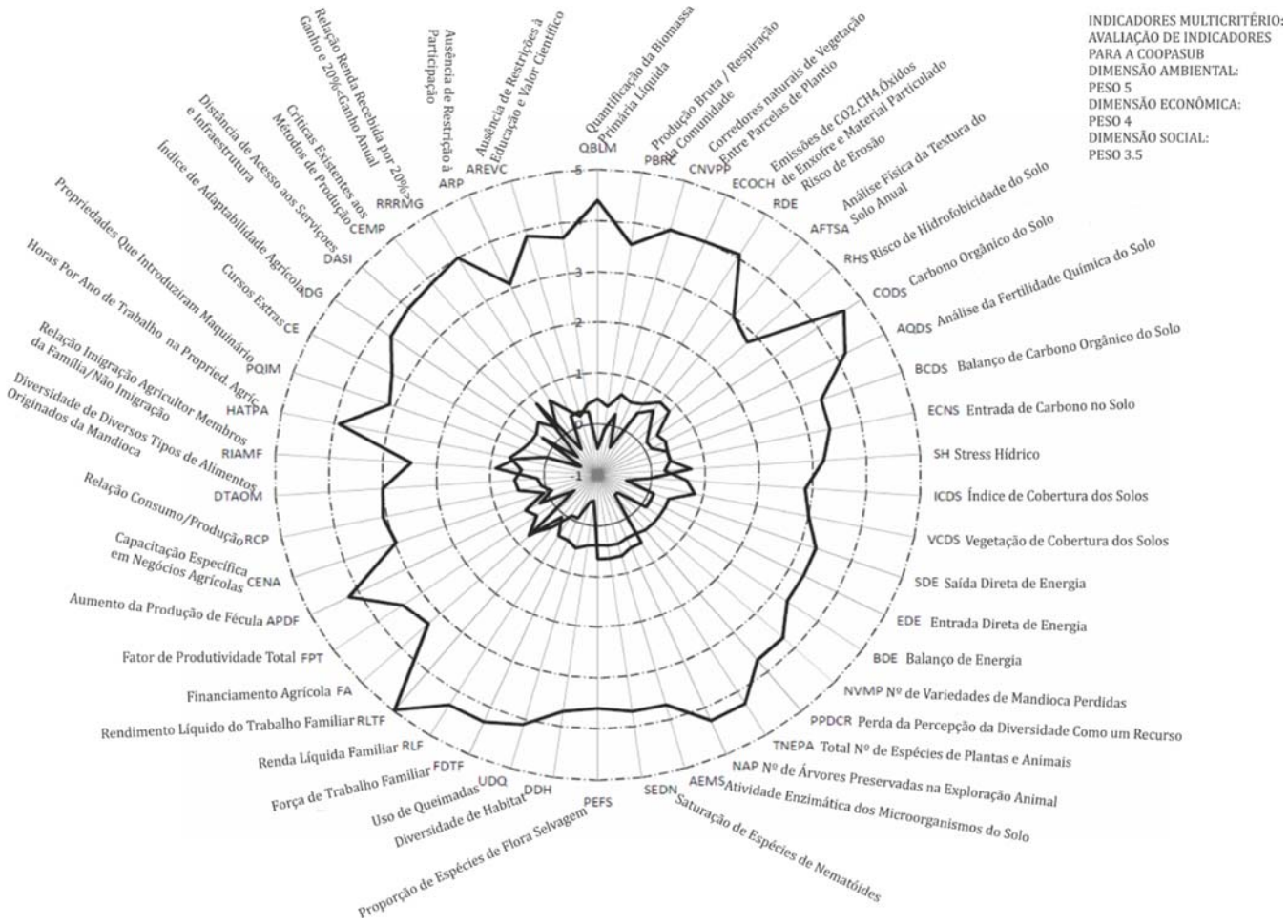


Fonte: Dados da pesquisa.

Construiu-se para a AAE, uma metodologia específica, [proposta como modelo a ser seguido por AAE agrícola em escalas de ecossistemas, propriedades e parcelas], e que pode ser utilizada para a construção de indicadores de sustentabilidade na área de agricultura sem perdas de ligação com os objetivos da AAE e o contexto da área de investigação. Esta questão de manutenção do contexto agrícola dos indicadores com a AAE foi um dos principais desafios desta tese, pois se avaliou que a perda de contexto poderia desfigurar a AAE. Desta forma excluíram-se os indicadores pré-definidos e que não fossem validados por uma ampla participação pública de agricultores, especialistas e diretoria da Coopasub. Estes participantes tiveram uma característica em comum: o conhecimento contextual da área de pesquisa. Não foram aceitos participantes que não obedecessem a este critério. Esta metodologia se baseou no uso de um *baseline* aprofundado, na seleção de um marco metodológico apropriado ao contexto agrícola, na análise multicritério de participação pública, em impactos selecionados e

indicadores elaborados quanto às dimensões da sustentabilidade, na adequação dos critérios do marco metodológico SAFE com os objetivos AAE, mantendo-se integral e simultaneamente as ligações dos indicadores com o marco metodológico e com a AAE. Finalmente ajustou-se cada indicador elaborado às escalas apropriadas com o objetivo de se evitar perda de contexto, um dos principais problemas inerentes à ineficiência da AAE. Os indicadores de Sustentabilidade são apresentados na figura 252.

Figura 252. Indicadores de Sustentabilidade.



Fonte: Dados da pesquisa.

Sobre os indicadores de sustentabilidade da figura 252, pode-se afirmar ser a primeira vez no cultivo da mandioca que se constrói por participação pública, programas de indicadores de sustentabilidade específicos para esta cultura. Os indicadores construídos tiveram a função de testar os objetivos da AAE. As escolhas dos indicadores corretos deste sistema agrícola foram feitos com conhecimento do modo de vida dos agricultores da localidade de ação, assim como o conhecimento das suas formas históricas de produção e cultura. Procurou-se evitar o erro, bastante comum, de se usar elaborações gerais para contextos distintos. Atentou-se também para outro risco grave: os indicadores podem estar corretos, mas desconectados da vida cultural e do sistema de produção, não tendo significados concretos para a vida local.

Os indicadores de sustentabilidade construídos mediante participação pública e análise multicritério apresentaram no geral aspectos positivos e negativos. O indicador Rendimento Líquido do Trabalho Familiar (RLTF) pontuou com valor máximo (5), seguidos do Carbono Orgânico do Solo (CODS) e da Quantidade da Biomassa Primária Líquida (QBLM). Alguns indicadores, objetos de preocupação dos agricultores e tomadores de decisão, como o Risco de Erosão –RDE, foram minimizados nesta tese devido aos perfis de solo demonstrarem não ser este um problema significativo. Entretanto, indicadores como o Índice de Cobertura de Solos – ICDS e Vegetação de Cobertura de Solos – VCDS e que receberam baixa pontuação, foram consideradas fundamentais nesta investigação. Os indicadores de energia: BDE, EDE e SDE receberam surpreendentes pontuações acima de 3. Não houve indicadores com pontuações 1 e 2, devido a terem sido excluídos pelos participantes. Indicadores como SEDN (Saturação de Espécies de Nematóides) e AEMS (Atividade Enzimática dos Microrganismos do Solo), embora não estejam entre os principais indicadores selecionados, foram considerados importantes para monitorar processos, uma vez que aumentam o fornecimento de matéria orgânica lábil e os níveis de mineralização, conforme já discutido em outras seções da tese.

Nos indicadores econômicos, pontuou bem o indicador APDF, relacionado com o aumento de produção de fécula da Coopasub. Dos indicadores sociais, o mais valorado foi o indicador Relação Renda Recebida por 20% dos Agricultores de Maior Ganho e 20% do Menor Ganho (RRRMG). O conjunto de indicadores permitem o monitoramento dos impactos mais importantes detectados nesta tese e representam o meio pela qual a ação estratégica opera.

Manter a conexão dos indicadores de sustentabilidade com os objetivos da AAE só foi possível com a escolha criteriosa do marco metodológico SAFE, projetado para diferentes

escalas tal como ecossistemas, propriedades e parcelas agrícolas. Para se conseguir esta conexão de contexto, os princípios do marco metodológico SAFE dos indicadores se tornaram coincidentes com os objetivos AAE. *O baseline* aprofundado se direcionou para os impactos diagnosticados em toda a área de pesquisa a partir do diagnóstico de impactos realizados pelos agricultores da Coopasub.

8.2 Análise fatores agronômicos

O presente trabalho identificou também necessidades de pesquisa, tanto na parte ambiental como na agronômica.

Não se deve perder de vista que os melhores solos, na região de estudo, são reservados para cultivos que supostamente produzem um melhor rendimento econômico, restando a mandioca os solos marginais e de baixa fertilidade, conforme as análises de solos demonstraram. Desta forma estratégias novas e de acordo com o contexto biofísico do semiárido, devem ser adotadas.

Na parte de nutrição da planta investigou-se não apenas a fertilidade do solo, mas o seu uso, relativo aos fatores pluviométricos, como Nº de Dias de Chuva (NDC), Precipitação Média Mensal (PMeM) e Precipitação Máxima Mensal(PMM), balanços hídricos e a coincidência com o período de absorção de nutrientes de 2-4 meses após o plantio. Por conta dos dados apresentados, julgou-se necessário reavaliar as formas clássicas de adubação no sentido de investigar usos alternativos a exemplo do fosfato de rocha.

A adubação na área da pesquisa é feita na cova de plantio, no mês de novembro com fósforo e potássio.

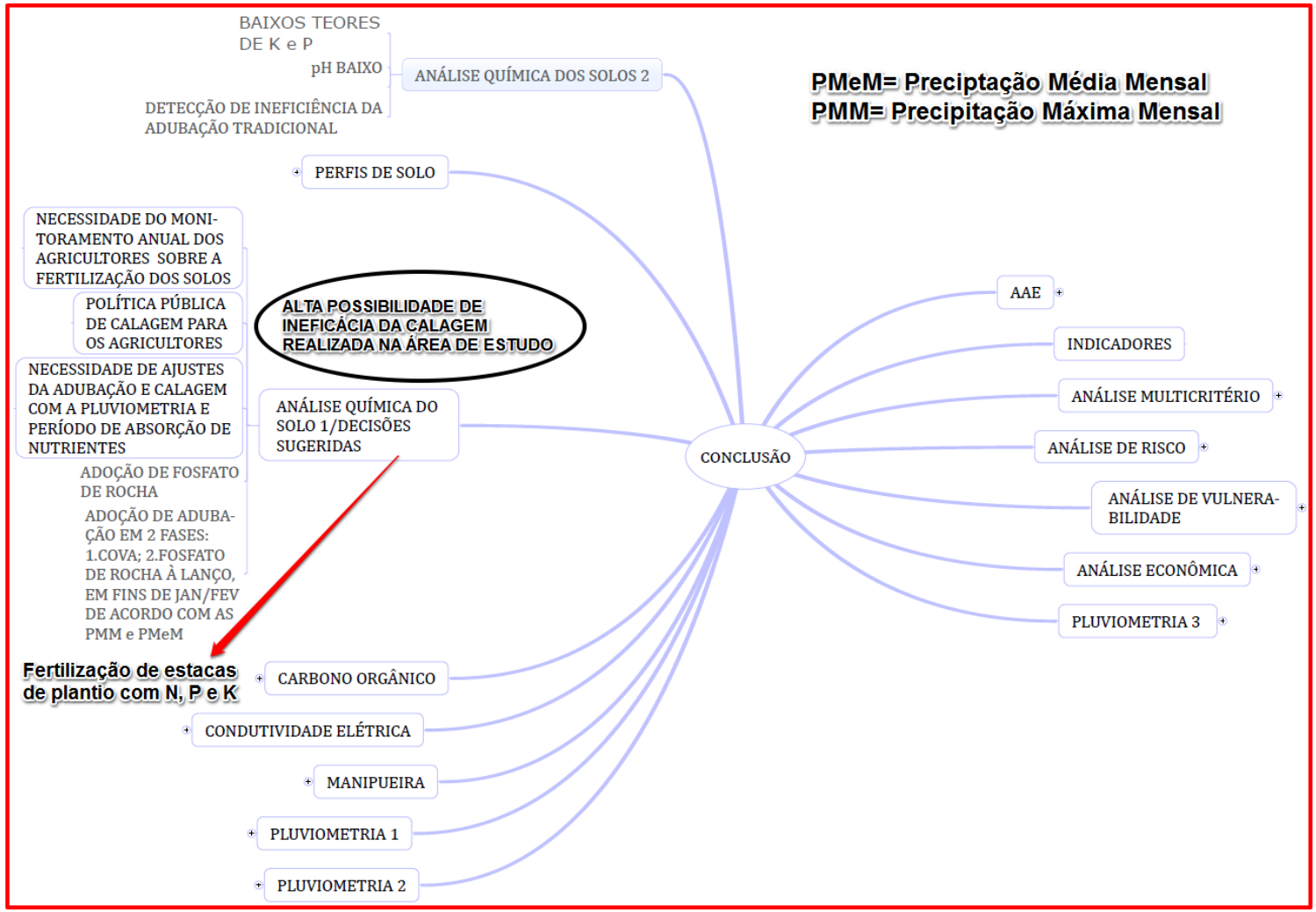
Nos trabalhos de qualificação que precederam esta tese, sugeriu-se investigar se as razões do agricultor desta região, quando afirmam que as adubações de mandioca não aumentam a produtividade dos seus cultivos, eram válidas. Considerou-se importante, naquela ocasião, determinar quais as causas que levaram em campo a este descrédito da fertilização, uma vez que tanto a literatura como as experiências de outros Estados e países comprovavam os efeitos positivos da adubação de mandioca.

Nesta investigação ficou claro que as possibilidades da adubação recomendadas para estas áreas, tal como vêm sendo realizadas, têm grandes possibilidades de não fazerem efeito e dão crédito às afirmações dos agricultores, respondendo, portanto, esta pergunta de consequências agronômicas importantes para esta região.

O melhor período de absorção de nutrientes da mandioca é de 2-4 meses após o plantio. Logo após esta etapa, a planta se nutre das substâncias de reserva contidas na maniva. Esta nutrição se prolonga por uma média de 30 dias, mas alcançando até 40 dias. Sugere-se, portanto, que as manivas de plantio sejam submetidas a nutrição com níveis moderados de N, P e K com o objetivo de reforçar a disponibilidade de nutrientes em meses no qual esta pesquisa identificou que podem ocorrer balanços hídricos negativos. Esta nutrição via maniva encontra respaldo amplo na literatura internacional (Molina et al.,1995) e funciona como uma forma complementar de nutrição.

Descobriu-se neste estudo que nas áreas de pesquisa, os meses da estação chuvosa apresentam em muitos anos das séries históricas analisadas, balanço hídrico negativo devido à alta evapotranspiração. Estes dados permitiram avaliar que as recomendações de adubação para o semiárido deve ser contextualizada e recomendada a partir de estudos pluviométricos de séries históricas, levando em conta o balanço hídrico e o período de maior absorção de nutrientes da mandioca. Qualquer recomendação que não leve em conta estes fatores estará equivocada. Reavaliaram-se as práticas de manejo usadas neste sistema, não em relação à efetividade destas práticas, sobejamente demonstradas pela ciência agronômica, mas em relação a objetivos estritamente contextuais do sistema produtivo. Os dados pluviométricos convergiram para concluir, por exemplo, que as relações existentes entre balanço hídrico do solo, evapotranspiração e o maior período de absorção de nutrientes pela planta são estreitas e a cobertura do solo é medida imprescindível neste sistema, não para reduzir processos erosivos, mas para tornar mais favorável o balanço hídrico dos solos nos meses da estação chuvosa, aumentando a eficiência da adubação. Entretanto, verificou-se pela pontuação obtida pelos indicadores de ICDS e VCDS, na figura 252 que a importância destes indicadores ainda não foram bem percebidos pelos agricultores, especialistas e tomadores de decisão. Por conta destas observações propõe-se usar aliado à cobertura vegetal do solo, principalmente no período de maior absorção de nutrientes pela mandioca, o fosfato de rocha. A diferença entre as fontes de alta solubilidade em água, tipo superfosfato, e fontes de lenta solubilidade, tipo fosfato de rocha, é marcante. Os resultados da literatura disponível indicam a importância da adubação fosfórica em solos deficientes em fósforo e também coloca em evidência não só que há respostas Todas estas proposições concordam com os dados apresentados nesta tese. As conclusões e decisões sugeridas deste item são apresentados na figura 253.

Figura 253. Conclusão e Decisões sugeridas da Análise de Solo da pesquisa.



Fonte: Dados e Sugestões da pesquisa.

Os resultados concluíram que os solos amostrados apresentam baixos teores de P, K além de pH baixo. As investigações detectaram também a ineficiência das adubações realizadas, discutidas mais adiante na seção de pluviometria.

São sugeridas as seguintes medidas integradas: 1. Adubação com P e K, na cova de plantio, incluído o fosfato de rocha; 2. Seleção criteriosa das manivas com comprimento de 20 cm e fertilização em imersão de solução de N, P e K, em níveis moderados que não causem fitotoxicidade; 3. Complementação da adubação em fevereiro com a aplicação de fosfato de rocha à lanço; 4. Cobertura morta vegetal para diminuição da evapotranspiração elevada, identificada na tese, em Cândido Sales, no mês de janeiro. Adicionalmente indica-se usar como ferramentas de apoio à previsão, as correlações pluviométricas do escalonamento multidimensional no qual existam correlações de um dos meses da estação chuvosa com fevereiro (os dados pluviométricos identificaram nesta região o mês de fevereiro, como mês crítico que coincide com o de maior absorção de nutrientes pela mandioca) e também as ferramentas de previsões climáticas disponibilizadas nesta tese, com uma antecedência de 24 horas, com o objetivo de identificar o melhor momento de se fazer a aplicação do adubo no mês de fevereiro. Neste caso recomenda-se o uso das PMeM e PMM como parâmetros de decisão.

Em relação à calagem, a tese identificou o mês de outubro, como o mês de maiores possibilidades de êxitos deste importante procedimento. Quando se leva em conta, porém o balanço hídrico, se verifica que não há excedentes no mês de outubro. A teoria recomenda a aplicação de calcário 2 meses antes do plantio. Os melhores meses de plantios identificados foram novembro e dezembro. A recomendação de plantio, entretanto, por razões que serão apresentadas nas conclusões sobre pluviometria, seleciona novembro como o melhor mês de plantio de mandioca. Para o agricultor, conforme foi discutido na seção de pluviometria, a calagem poderá ser feita em outubro, imediatamente após a primeira chuva, uma vez que o Nº de Dias de Chuva (NDC) deste mês é baixo para todos os municípios. Entretanto, os déficits hídricos identificados neste mês, em Vitória da Conquista e Cândido Sales indicam um grave problema de ineficiência da calagem por falta de excedentes hídricos no solo. Este problema se intensifica na medida em que o calcário necessita reagir sem perda de tempo, para que haja disponibilidade de nutrientes no período de maior absorção da mandioca: 2-4 meses após o plantio. No cenário de calagem, o fosfato de cálcio teria o objetivo de [diminuir a indisponibilidade do fósforo para a planta, pois este, nos solos de pH baixos, tende a se ligar com o alumínio originando o fosfato de alumínio que é insolúvel] reduzir a acidez do solo. Acrescente-se que a eficiência dos adubos fosfatados, importantes para a mandioca, de acordo

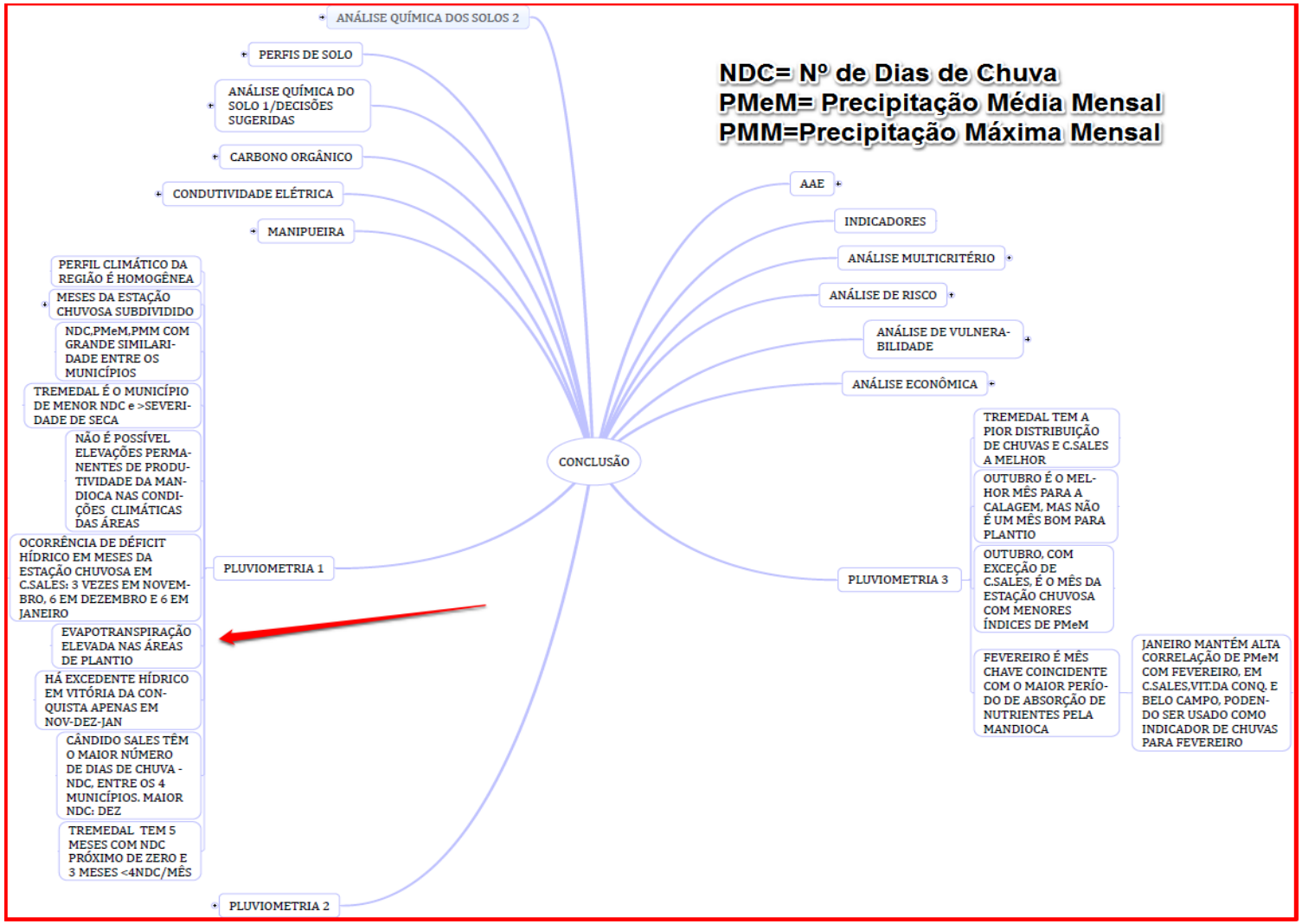
Calatayud (2002), varia de 10 a 30%, dependendo da quantidade de fósforo fixado**.** A AAE ajudou a identificar, portanto, um obstáculo oculto neste sistema.

Os dados da tese, indicam que não será possível nem atender rigorosamente a recomendação técnica de se fazer a calagem 2 meses antes do plantio, pois a escassez de chuvas em setembro, não permite que este mês seja usado para esta ação e nem dar qualquer garantia de neutralização da acidez em tempo hábil para coincidir com o período de maior absorção de nutrientes pela mandioca. Para Belo Campo, o escalonamento multidimensional mostrou uma alta correlação de Precipitação Máxima Mensal (PMM) em outubro-novembro. Esta última correlação se liga tanto à calagem (outubro) quanto ao plantio em novembro. O fato de outubro se correlacionar com o mês de maior índice de PMM, pode estar indicando maiores conteúdos de água no solo, necessário para a reação do calcário neste município específico. Entretanto, se necessitaria do balanço hídrico específico deste mês para uma confirmação concreta o que não foi feito nesta tese para o município de Belo Campo. O indicador que efetiva os objetivos da AAE para este item é o AQDS (figura 252).

As conclusões sobre a pluviometria da área, sintetizadas na figura 254, mostram que o "perfil climático" da região é homogêneo, com coincidências entre os meses da estação chuvosa e da estação seca, havendo variações entre as localidades, mas no geral apresentando grandes similaridades de NDC, PMeM e PMM entre os municípios. Os dados permitiram classificarem os meses da seguinte forma: 1. Estação seca: correspondendo aos meses de abril, maio, junho, julho, agosto e setembro; 2. Estação chuvosa: outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março. Os dados possibilitaram também subdividir os meses da estação chuvosa em dois subgrupos: 1. Classe A: os meses de novembro, dezembro e janeiro, caracterizados como aqueles que tem uma maior PMeM; 2. Classe B: outubro, fevereiro e março, caracterizados como os meses da estação chuvosa que possuem menores PMeM. Estas classificações são válidas para todos os municípios da pesquisa, configurando, portanto, um perfil climático homogêneo.

As conclusões de pluviometria do estudo são apresentadas nas figura 254 e 255.

Figura 254. Conclusão sobre a pluviometria da área de pesquisa.



Fonte: Dados da pesquisa.

A investigação permitiu detectar que a evapotranspiração alta com consequentes balanços hídricos negativos são problemas graves nesta região. Para o balanço hídrico de Cândido Sales, na estação seca, num período de 10 anos houve apenas 1 mês de excedente hídrico (abril de 2006). Todos os meses restantes, nesta estação seca durante 10 anos, tiveram balanços hídricos negativos. Para Vitória da Conquista, numa série histórica de 29 anos, constatou-se excedentes hídricos apenas nos meses de novembro- dezembro e janeiro. Entretanto, em Cândido Sales, a investigação detectou balanços hídricos negativos nos meses da estação chuvosa. Num período analisado de 10 anos, houve três balanços hídricos negativos em novembro (mês tradicional de plantio), 6 em dezembro e 6 em janeiro, configurando um cenário grave para vários eventos produtivos da mandioca, no qual o plantio e a absorção de nutrientes são as mais importantes.

A pluviometria concluiu que há uma assincronia entre a disponibilidade dos fertilizantes, a disponibilidade hídrica dos solos e o período de maior absorção de nutrientes. Considerando que o período de maior absorção de nutrientes da mandioca, conforme consta na literatura e referido nesta tese, é 2-4 meses após o plantio, identificou-se os meses de janeiro e fevereiro como importantes para a continuidade de absorção de nutrientes. Verificou-se, entretanto, dois problemas referentes a estes meses: alta evapotranspiração nos meses de janeiro e fevereiro e identificação do mês de fevereiro como mês crítico, coincidente com o período de maior absorção de nutrientes pela mandioca.

A pluviometria desta investigação identificou fevereiro como um dos meses da estação chuvosa que têm baixas PMeM e reduzidos NDcs e que se correlaciona, de acordo com o escalonamento multidimensional, sempre com um mês da estação seca, não oferecendo, portanto, segurança de disponibilidade hídrica nos solos para que a solução do solo disponibilize os nutrientes para a mandioca. É muito comum também haver situações no qual fevereiro se junta a outro mês para produzirem dois meses sucessivos de déficits hídricos, que como se mostrou em outras seções da tese, implica em impacto direto na redução da produtividade da raiz da mandioca. Esta situação descrita é mostrada no balanço hídrico de Cândido Sales, na tabela 114.

Tabela 114. Déficits hídricos com 2 meses sucessivos, de C. Sales num período de 10 anos.

Defic.Hid (-) e Exc(+) (mm)	2011	2010	2009	2007	2006	2004	2003	2002	2001	2000	Total
Jan	-5.7	-59.2	-3.5	0.0	-76.4	0.0	+12.2	+125	-53.2	-0.4	-61.2
Fev	-37.0	-61.6	-58.7	+42.1	-124.4	-10.7	-98.4	+27.4	-99.7	-23.6	-444.6
Mar	0.0	+112.8	-20.9	-98.7	+157	+88.8	-103.2	-19.3	-77.8	0.0	+38.7

Fonte: Dados da pesquisa.

Conforme mostra a tabela 114, fevereiro forma 7 déficits hídricos de 2 meses sucessivos com o mês de janeiro e 2 com o mês de março, num período de 10 anos.

O déficit hídrico fevereiro-janeiro, no período analisado de 10 anos, corresponde a 70% dos cenários existentes para este importante produtor de mandioca da região de estudo. Descrito de outra forma, a pesquisa concluiu que nestes anos de déficits hídricos sucessivos, não houve quase nenhum aporte de nutrientes para a planta. É importante também considerar que em 20% do período o déficit hídrico sucessivo foi de 3 meses, inviabilizando completamente os esforços de aportar nutrientes para a planta. Acrescente-se a este cenário, conforme foi discutido na seção de pluviometria da tese, que janeiro tem maiores PMeM do que março. A evapotranspiração do mês de março, entretanto, é menor, de acordo com demonstrações realizadas no trabalho de investigação. Por tudo que foi exposto, pode-se dizer que os agricultores desta região têm razão quando dizem que a adubação recomendada por técnicos não funciona.

Por semelhança, concluímos também não ser possível, como se acredita nesta região, aumentar a produtividade da mandioca de forma sustentável, paralelo a ocorrência de déficits hídricos sucessivos e evapotranspiração altas nos meses da estação chuvosa. O balanço hídrico negativo nestes meses, combinados com déficits hídricos sucessivos reduzem a produtividade da raiz, conforme foi discutido na seção de pluviometria. A ocorrência de déficits hídricos, não necessariamente em dois meses sucessivos, influem de forma negativa, na absorção de nutrientes pela mandioca. Para Vitória da Conquista, que apresentou nos 29 anos de balanço hídrico, os meses de novembro, dezembro e janeiro com excedentes, configura apenas um cenário mais positivo do que Cândido Sales, porque também neste último município, fevereiro, mês chave para a absorção de nutrientes possui déficit hídrico.

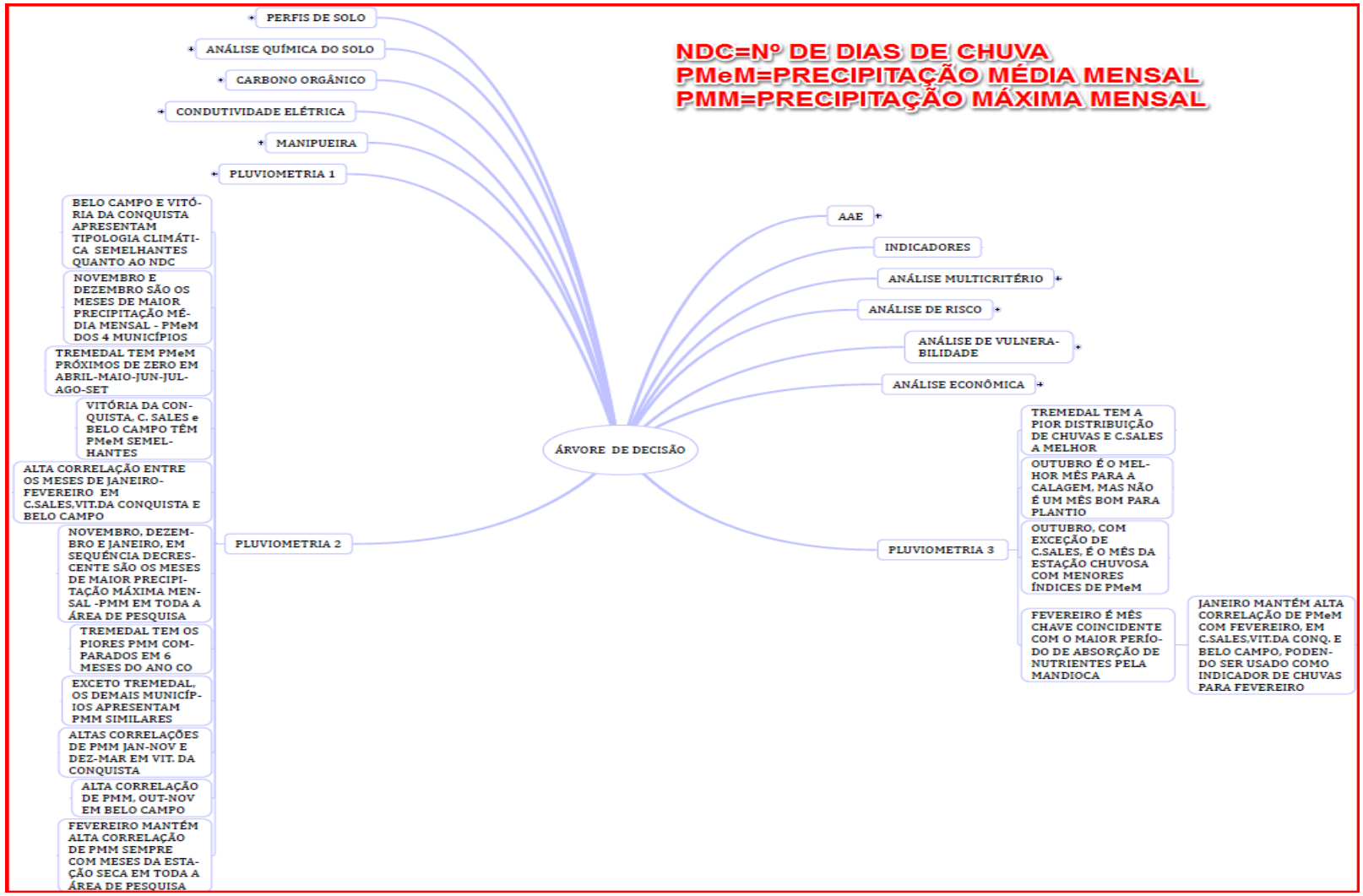
Além do mais, observamos que mesmo na hipótese improvável dos cenários pluviométricos serem diferentes, o manejo predatório incidindo na redução drástica do

carbono orgânico funcionaria como um impeditivo ao aumento sustentável de produtividade. O que se verifica é a combinação negativa de cenários combinados, de índices baixos de pluviometria e carbono orgânico.

A tese concluiu que, conforme as séries históricas pluviométricas investigadas, Cândido Sales tem o maior NDC entre os demais municípios, concentrados no mês de dezembro, o que configura numa primeira apreciação, uma melhor distribuição das precipitações disponíveis para este mês. Entretanto, o cenário de déficits hídricos conjugados com alta evapotranspiração em meses da estação chuvosa, não coloca este município em vantagens comparativas, entre os demais, relativos à absorção de nutrientes e ao aumento de produtividade da mandioca. Tremedal, dos municípios é o que tem situação pluviométrica mais desfavorável, tendo 5 meses da série histórica com NDC próximos de zero (quase ausência de chuvas) e 3 meses com índices menores do que 4NDC. Embora não fosse possível ter realizado o balanço hídrico de Tremedal, os dados permitiram inferir que este balanço pode ser muito negativo e possivelmente se teria o cenário pluviométrico mais desfavorável quando comparados com os demais municípios. O mês de outubro, selecionado nesta tese como o mês mais indicado para a realização da calagem, é o mês da estação chuvosa com menores PMeM, excetuando-se Cândido Sales. Desta forma, Cândido Sales teria em princípio maior disponibilidade hídrica para desencadear a reação da solução do solo com o calcário. Entretanto, quando se verifica o balanço hídrico deste mês para Cândido Sales, se constata que em 10 anos de balanço hídrico ocorreram 7 anos com déficit hídrico em outubro. Também em Vitória da Conquista, durante a série histórica de 29 anos que constatou excedentes hídricos apenas nos meses de novembro, dezembro e janeiro, o mês de outubro apresenta déficit hídrico. Concluímos, portanto, que embora o mês de outubro seja o melhor mês disponível para a calagem, os déficits hídricos ocorridos neste mês não tem permitido a neutralização do pH nestas áreas, afetando, portanto a disponibilidade de nutrientes para a planta. Indicamos que se façam balanços hídricos nos municípios de Tremedal e Belo Campo para que se verifique se cenários semelhantes aos de Vitória da Conquista e Cândido Sales têm ocorrido. O perfil climático homogêneo detectado nesta pesquisa infere que os cenários para os dois municípios citados deverão ser idênticos. Indicamos ser este problema um dos mais importantes detectados nesta tese. A figura 255 mostra que os meses de novembro e dezembro são os de maiores PMeM nos quatro municípios. Vitória da Conquista, Belo Campo e Cândido Sales, de acordo com as séries históricas, têm PMeM semelhantes. Para estes três municípios janeiro e fevereiro mantêm alta correlação. Vitória da Conquista mantém alta correlação de PMM, em janeiro-novembro e dezembro-março. Para Belo Campo, ocorre

alta correlação de PMM em outubro-novembro. Em todos estes casos, estas correlações podem ser usadas como indicadores climáticos. Para todos os municípios, em ordem decrescente, novembro, dezembro e janeiro são os meses de maior PMM. Exceto para Tremedal, os demais municípios apresentam PMM semelhantes.

Figura 255. Conclusão sobre a pluviometria da área de pesquisa



Fonte. Dados da pesquisa.

8.3 ANÁLISE DE VULNERABILIDADE AS QUEIMADAS

As áreas de pesquisa apresentaram vulnerabilidade alta aos focos de queimadas que evolucionaram entre os anos de 2000-02 e 2002-13 conforme a tabela 115.

Tabela 115. Evolução dos focos de queimadas na área de pesquisa.

NÚMERO DE FOCOS DE QUEIMADAS			
LOCALIDADES	2000-02 à 2001-02	2012-02 à 2013-02	Variação (%)
Belo Campo	6	132	2.100 %
Cândido Sales	16	330	1.962,5 %
Tremedal	20	458	2.190 %
Vitória da Conquista	38	458	1.105 %

Fonte: Dados da pesquisa.

As variações entre os dois períodos mostra uma alta vulnerabilidade de todos os municípios aos focos de queimadas. Esta variação percentual alta, intensifica processos essenciais para a sustentabilidade do cultivo da mandioca como a degradação da matéria orgânica e destruição da cobertura vegetal dos solos. Este cenário de intensa degradação é obstáculo a qualquer plano que vise aumentar a produtividade de forma sustentável. O indicador UDQ, da figura 252 tem o objetivo de monitorar este importante impacto, dentro da AAE para esta cadeia produtiva.

Quanto à vulnerabilidade à desertificação, Belo Campo, Tremedal e Cândido Sales, todos situados em áreas semiáridas possuem alta vulnerabilidade a este tipo de processo.

A taxa de desmatamento efetiva determinada para toda a área de pesquisa, pelo método NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), foi de 1.62 %/ano, medida em um período de 8 anos. Este dado da pesquisa é inédito para esta região e pode ser usada para tomadas de decisão. Este percentual, já leva em consideração as regenerações de florestas, introdução de novos plantios e áreas no qual não houve regeneração. Este índice é adicionado ao percentual de 47% de área já desmatada, projetando um cenário grave de desmatamento ao longo dos anos. Esta projeção mostra que caso o desmatamento siga com esta taxa, toda a vegetação da área pode ser destruída em 31 anos**.** Os dados apresentados permitem também concluir que esta técnica é a mais adequada para operar o indicador de sustentabilidade VCDS da figura 252. Conclui-se também ser esta técnica a mais apropriada para o monitoramento de processos de degradação ambiental, apoiando a tomada de decisão.

8.4 ANÁLISE DE IMPACTOS ECONÔMICOS

Para a análise econômica se calculou o Índice de Competitividade da fecularia da Coopasub em 0,38. Este IC foi comparado com a tabela 116 abaixo.

Tabela 116. Índice de Competitividade

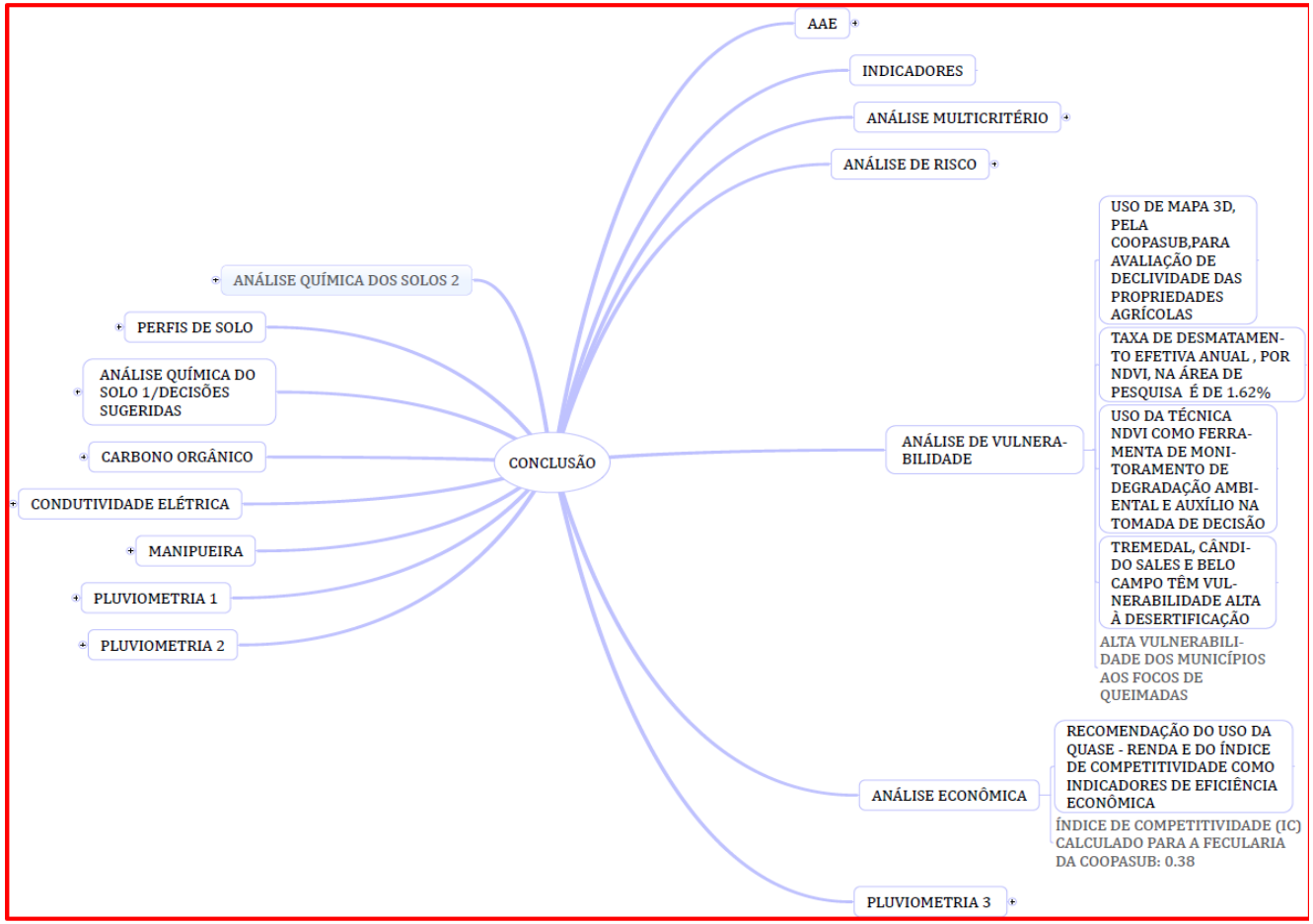
ÍNDICE DE COMPETITIVIDADE (IC)	SITUAÇÃO
IC ≤ 0	Segmento agrícola não é competitivo
IC < 1	Segmento agrícola é marginalmente competitivo
IC > 1	Segmento agrícola é competitivo

Fonte. Cardoso (2003).

Concluiu-se que a fecularia da Coopasub não é competitiva, significando dizer que a Quase-Renda gerada não foi suficiente, nos custos de oportunidade considerados, para remunerar os fatores de produção. Recomenda-se adicionar aos indicadores de sustentabilidade a Quase-Renda (QR) e o Índice de Competitividade (IC). A quase-renda total (QRt) referente a fecularia da Coopasub, no período t, pode ser calculada, conforme Cardoso (2003), pela diferença entre a receita total (RT_t) e o custo variável total (CVT_t), expressa pela fórmula: $QRt = RT_t - CVT_t$. A QR é necessária para o cálculo do IC ($IC = QR_t/W$, onde W é o custo de oportunidade). Uma finalidade adicional e expressamente recomendada para a Coopasub é usar a QR como indicador econômico direto para medir lucros ou prejuízos, uma vez quequando a quase renda é inferior aos custos fixos, o empreendimento tem prejuízo. A situação da Coopasub representada pelo cálculo da QR nesta tese, apresentou prejuízo financeiro. Neste cenário concluiu-se também ser desnecessário usar a comparação feita na seção "Análise Econômica" dos fatores de competitividade, com as fecularias do sul do país, para maximizar vantagens e oportunidades para a fecularia da Coopasub. Recomenda-se usar a comparação destes fatores, uma vez revertida os IC e QR desfavoráveis, calculados nesta tese.

As conclusões das análises de vulnerabilidade e econômica são sintetizadas na figura 256.

Figura 256. Conclusões das Análises de Vulnerabilidade e Econômica.



Fonte:

8.5 ANÁLISE DE RISCO DE EROSÃO/DESERTIFICAÇÃO E CARBONO ORGÂNICO

Os teores de carbono orgânico medidos na tese foram classificados da seguinte forma:

Área semiárida:
0,58 % < CO < 1.16 % --------→ classificada como Alto Risco

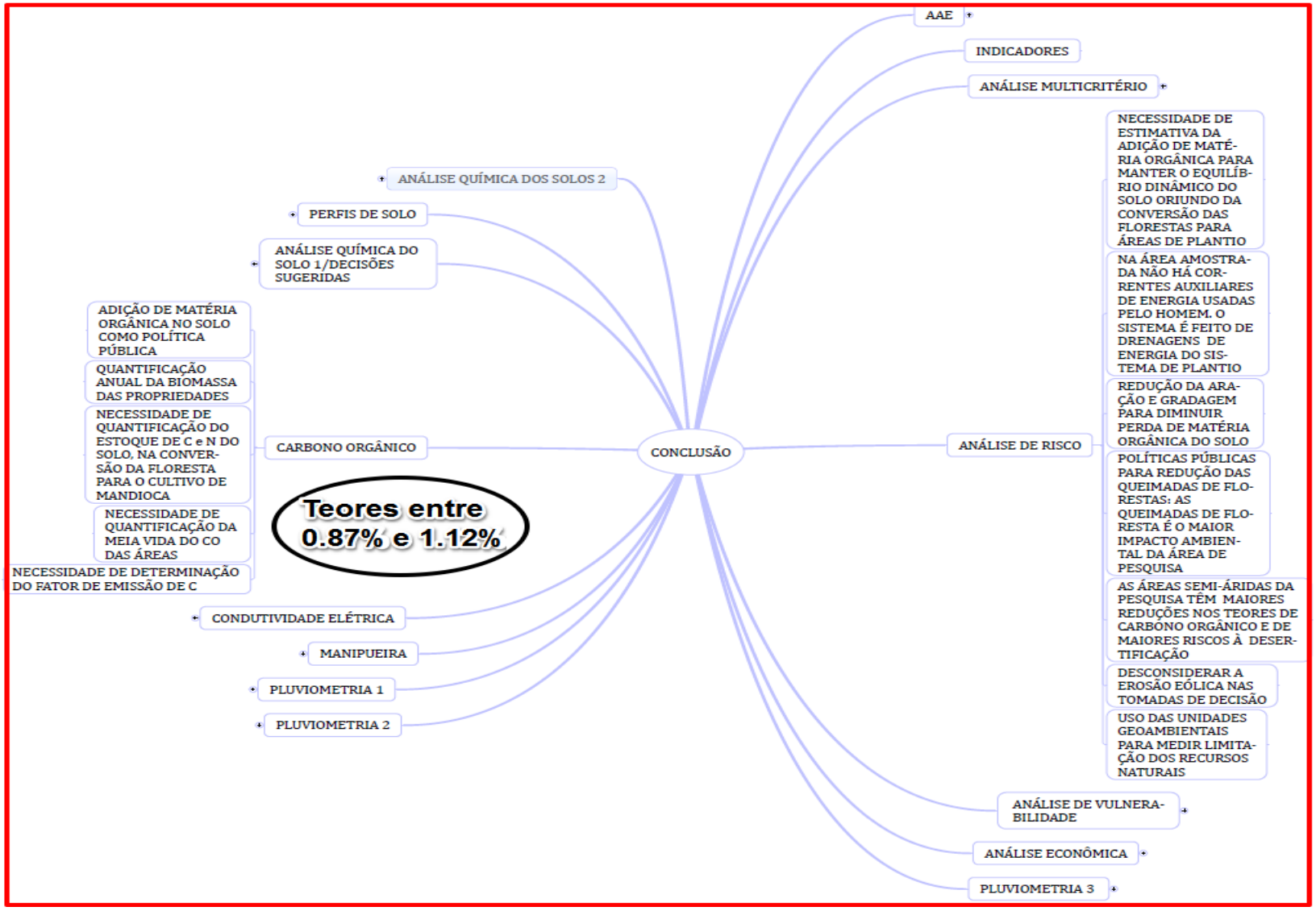
Área sub-úmida-seca
0,58% < CO < 1.16% --------→classificação de Médio Risco.

As áreas semiáridas, quando combinadas com os teores de carbono orgânico determinados na tese, apresentaram-se como Alto Risco e a área subsumida de Vitória da Conquista, como Médio Risco de desertificação. Os teores de carbono orgânico inferiores ao valor limiar de 1.16% (Nunes et al., 2003), classificou as áreas de Cândido Sales, Belo Campo e Tremedal como Alto Risco de degradação dos solos, tendo como parâmetro o índice de risco direto de desertificação, de 0.58% (Nunes et al.,2003). O carbono orgânico das áreas de estudo variaram entre 0.87 à 1.12%. Concluiu-se que a redução do carbono orgânico do solo nestas áreas é muito alta, necessitando-se de políticas públicas específicas de reposição. Da mesma forma que se concluiu nesta tese não ser possível aumentos de produtividade sustentáveis para a mandioca, nas atuais condições pluviométricas e de manejo, concluiu-se também não ser possível aumentos de produtividade sem a reposição dos elevados teores de carbono orgânico perdidos através, por exemplo, das queimadas da floresta. Entretanto, a análise de risco mostrou que não basta fazer reposição de carbono orgânico, necessitando-se de políticas que visem a redução do carbono orgânico perdido principalmente por queimadas da floresta.

Dentre as medidas indicadas, recomenda-se redução das queimadas e das operações de aração e gradagem, práticas que aceleram as perdas de carbono orgânico. Dentro deste cenário é necessário que as queimadas das florestas para o cultivo de mandioca sejam coibidas e políticas públicas sejam realizadas no sentido de reduzi-las drasticamente. A importância das perdas de carbono orgânico é refletida pela elaboração de cinco indicadores que operam os objetivos AAE, diagnosticados como vitais para este sistema: QBLM, ECOCH, CODS, BCDS e ECNS (figura 252). Entretanto, mesmo estes indicadores não completam inteiramente as necessidades de monitoramento. Desta forma, estamos

recomendando com ênfase, a quantificação da meia-vida do carbono na área de pesquisa, a determinação do fator de emissão de carbono e a quantificação do estoque de Carbono e N oriundos da conversão da floresta para o plantio de mandioca.

Figura 257. Conclusões sobre Análise de Risco e Carbono Orgânico.



Fonte. Dados da pesquisa.

Os dados da tese concluíram por desconsiderar a erosão eólica como fator importante nas tomadas de decisão. Os valores calculados e o mapa de velocidade de ventos para as propriedades amostradas concluiu que não há velocidade limiares de 5.27 m/s (Moritani et al.,2011 & Morgan,1996) em qualquer das áreas, capaz de desencadear o processo de erosão eólica.

A pesquisa concluiu que no sistema produtivo da mandioca desta região de pesquisa, não há correntes auxiliares de energia utilizados pelo homem. Do ponto de vista da energia, um sistema sem subsídios: adições de matéria orgânica, fertilização química, cobertura vegetal do solo, não alcança a sustentabilidade que a AAE propõe. Os únicos subsídios de existentes: energia do sol e água da chuva são naturais. É necessário, portanto, para conferir sustentabilidade a este sistema que se introduzam correntes auxiliares de energia, ao mesmo tempo que se reduzam as drenagens existentes, como as queimadas das florestas. Os indicadores de sustentabilidade de entrada, balanço e saída de energia: EDE, BDE e SDE relativos a este sistema produtivo, (figura 252) visam alcançar os objetivos de sustentabilidade da AAE para esta cadeia.

8.6 PERFIS DE SOLOS DIANTE DO RISCO DE EROSÃO

De acordo com Morgan (2005), quimicamente, o controle mais importante sobre a erodibilidade é a proporção de argilas dispersíveis do solo: uma elevada percentagem de sódio trocável pode causar rápida deterioração da estrutura do solo com a consequente perda de força, seguindo-se da formação de uma crosta superficial e um declínio na infiltração com o preenchimento de partículas de argila desconectado dos espaços dos poros no solo. As medições da condutividade elétrica da pesquisa comparadas com as tabelas de salinidade para solos cultivados com mandioca permitiram concluir que não há problemas de salinidade nestas áreas. Acrescente-se que não existem outros trabalhos nesta região que mediram a condutividade elétrica nesta área de estudo com a mesma abrangência realizada nesta tese.

Os perfis de solos estabeleceram as seguintes e importantes conclusões para os solos destes municípios:

1. Fração argila de baixa atividade com CTC baixa;
2. Não há encharcamento ou drenagem insuficientes nestes solos;
3. Constatou-se baixos teores de fósforo e inferiu-se a ocorrência de dupla diminuição dos teores deste elemento: a. diminuição do aporte de fósforo orgânico,

devido aos baixos conteúdos de matéria orgânica; b. redução nos teores de fósforo por elevada fixação deste elemento no solo;

4. Solos quanto à fração argila no horizonte A, classificados como regulares para o cultivo da mandioca;
5. Não foi constatado nos perfis de solos, sinais de hidrofobicidade;
6. Não há processo iminente de desertificação nestas áreas;
7. A aptidão dos solos suporta a mecanização agrícola sem acelerar os processos erosivos;
8. A calagem deve ser prioritária em qualquer intervenção realizada nestes municípios;
9. Os perfis de solos são enfaticamente recomendados para monitoramento dos processos de desertificação;
10. Os perfis de solos são recomendados para efetivarem os seguintes indicadores de sustentabilidade (figura 252): AFTSA, RHS, CODS, AQDS, ECNS.

Os processos erosivos foram bastante minimizados nesta região de estudo. Os perfis de solos mostraram que os Latossolos amarelos distróficos predominantes nas áreas de pesquisa possuem a fração argila estável, os índices pluviométricos são concentrados em poucos meses do ano, sem problemas de drenagem, além do que o balanço hídrico realizado em Cândido Sales mostra que frequentemente o Armazenamento de Água no Solo (ARM) é inferior a Capacidade de Armazenamento (CAD) e os excedentes hídricos também são escassos. Os perfis de solos mostraram apenas erosão laminar ligeira em Cândido Sales e ausentes nas outras localidades, concordantes com a literatura apresentada na tese no qual classifica os Latossolos como a classe que perde menos solos entre as demais classes.

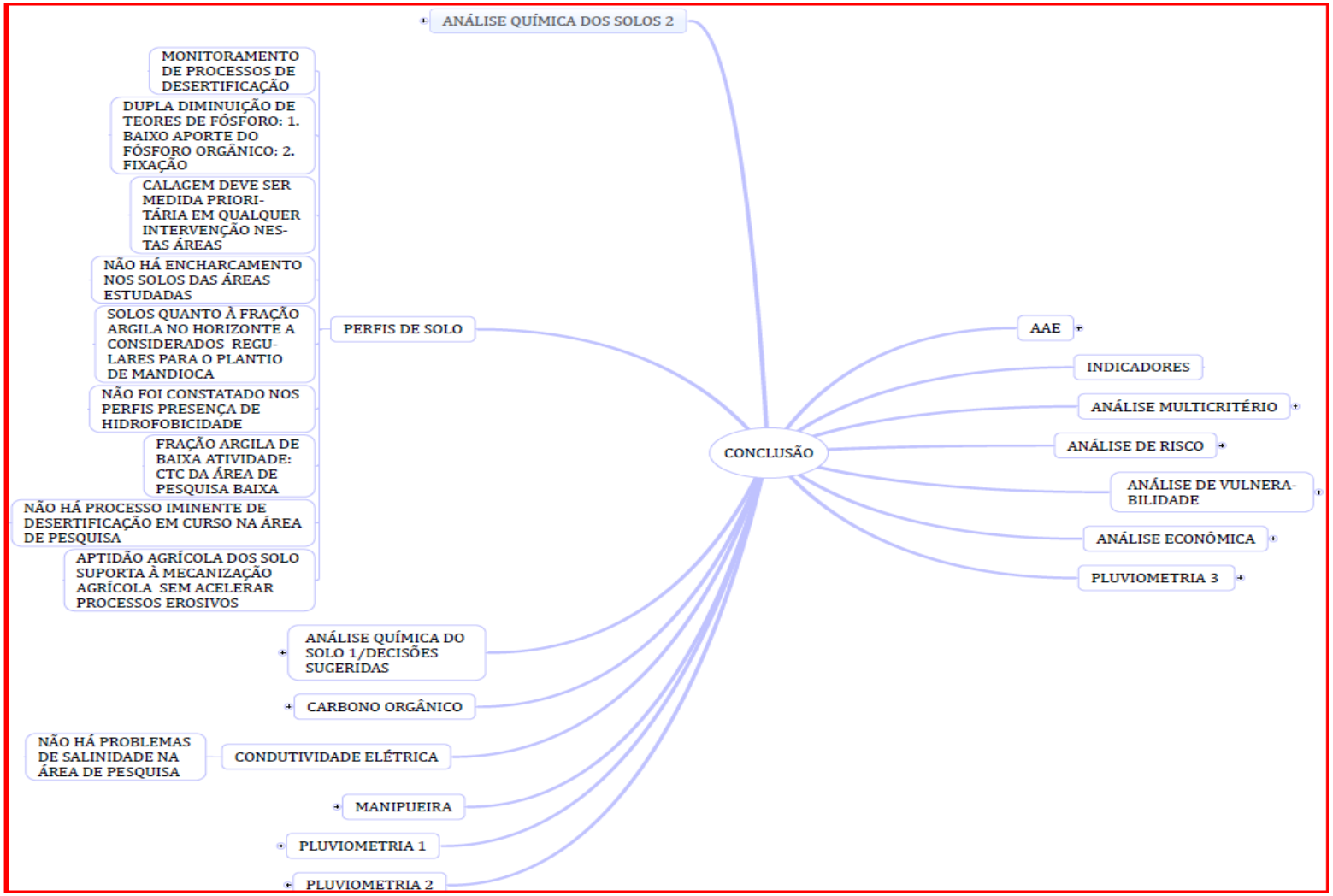
A fertilidade baixa dos solos foi revelada pelo Índice de Saturação de Bases (V), analisados nos perfis: o índice desejável para a mandioca se situa entre 50-60% (Embrapa, 2013). Os perfis das três localidades mostraram no horizonte A, as seguintes situações: 1. Cândido Sales – 18%; 2. Tremedal – 11%; Vitória da Conquista – 17%. Estes valores refletem a baixa fertilidade das classes de solo e os baixos conteúdos de matéria orgânica existentes.

Diante do cenário de queimadas excessivas de florestas para plantio de mandioca, se pensou que estas queimadas poderiam estar acelerando os processos de desertificação. Entretanto, os perfis de solos também mostraram que estes solos não estão em processo iminente de desertificação, uma vez que em nenhum dos perfis houve decréscimo da fração

argila. Esta observação concordante com Li et al., (2006) que diz que a ocorrência deste evento implica a diminuição da matéria orgânica com o desenvolvimento da desertificação, resultando numa diminuição da fração argila durante este processo. Os perfis da área de pesquisa mostraram de forma inequívoca, que ocorre aumento da fração argila ao longo dos horizontes de solo. Concluiu-se também pela ausência de hidrofobicidade, uma vez que de acordo com Afif & Oliveira (2006) é necessário que se tenha temperaturas acima de 275 ºC, que afetam a textura do solo ao fazer decrescer gradualmente o conteúdo de argila e aumentar relativamente o de areia. Os perfis de solos mostraram que ocorre uma situação contrária à descrita por estes autores.

Todos os perfis de solos apresentaram pH inferior a 5. Quando se verificou na literatura disponível o significado para a mandioca do pH inferior a 5, encontrou-se divergência entre autores: Montaldo (1985), considera que solos com pH menores que 5 são considerados inaptos para o plantio. Entretanto, Cadavid (2002) considera que estes solos quanto ao pH, atingiram o nível crítico. Por qualquer forma, pode-se concluir que a calagem é medida prioritária para estes solos. Um resumo destas conclusões são apresentadas na figura 258.

Figura 258. Conclusões sobre Perfis de Solo



Fonte. Dados da pesquisa.

8.7 RESÍDUOS AGRÍCOLAS: MANIPUEIRA

As análises da manipueira realizadas apresentaram:

1. Altos valores de DQO; 2. Altas concentrações de Ca, K, P, S, Mg, Na ,Cu, Fe, Mn e Zn; 3. Alto potencial poluidor.

Nesta tese propõe-se a realização de um programa de gestão da manipueira que requer o seguinte tipo de informação (baseada nos planos de resíduos existentes em regiões espanholas):

1. Sistema de evacuação: método empregado na extração da manipueira contida nas fossas ou lagoas. Frequência de esvaziamento: número de esvaziamentos anuais das fossas/lagoas. A frequência de esvaziamento das fossas/lagoas há de estar em torno dos 4-5 esvaziamentos anuais e sempre antes de superar os 2/3 de sua capacidade.

2. Uso e destino da manipueira: aplicação sobre o terreno como fertilizante orgânico, ou como outras formas de gestão.

3. Livro de Registro de Gestão de Estercos Líquidos, que recolha em detalhes os volumes extraídos da fossa ou lagoas, períodos de maturação e destino final dos mesmos.

4. Quando se realizar a valoração dos estercos líquidos como fertilizante orgânico, se elaborará e se apresentará um Plano de Aplicação Agrícola de Estercos adequados, donde, entre outras informações deverão constar:

i) Produção de estercos líquidos e seu conteúdo em nitrogênio; terrenos a adubar com indicação de polígonos, parcelas, quantidades aplicadas e o cultivo no qual está se aplicando, as metas a serem realizadas e o tipo de exploração agrícola, seja irrigado ou sequeiro.

ii) Deverá assim mesmo considerar-se a quantidade de manipueira e estercos que devido ao manejo dos animais, se aplicam diretamente sobre os terrenos.

iii) Registro da superfície disponível para o escorrimento da manipueira. Para explorações que não têm base territorial suficiente para aplicar o resíduo produzido, é necessário registrar/credenciar a referida superfície mediante cédula cadastral e autorização de despejo por parte dos proprietários que cedam as suas parcelas para as adubações.

iv) Justificar que se respeite o valor máximo admissível para aplicações em solos mediante os cálculos oportunos. Para os cálculos, devem se levar em conta tanto as aportações de manipueira e estercos sólidos de suínos (caso haja), como outros aportes de nitrogênio na propriedade (estercos procedentes do gado diferentes dos suínos, fertilizantes com conteúdo em nitrogênio).

v) No Plano de Aplicação Agrícola de estercos se justificará o cumprimento dos regimes de distâncias a cursos de água, fontes, poços, núcleos populacionais, no espaço de despejo da manipueira.

vi) Quando a gestão se fizer mediante outros sistemas, deverá justificar-se adequadamente o tratamento aplicado.

Para o cálculo da superfície útil para o espaço de despejo da manipueira, devem-se retirar vias de comunicação, zonas de proteção de canais, áreas aonde se localizem edificações ou currais de manejo e em geral, qualquer superfície não apta para a agricultura. Entre outros aspectos, se garantirá que não se realizem aplicações da manipueira sobre o solo desnudo, sobre solos com pendentes superiores a 10%, sobre solos inundados ou encharcados, antes de irrigar e nem quando o tempo ameace chover. Não se aplicará de forma que cause odores ou moléstias a vizinhos, devendo para isto cobri-la, se o estado do cultivo permite, em um período inferior a 24 horas. Caso se empregue um biodigestor para tratar a manipueira, a aplicação do produto biodigerido como fertilizante orgânico, haverá de ater-se ao cumprimento da normativa vigente em matéria de utilização dos fertilizantes biodigeridos no setor agrícola.

As necessidades reais de fertilização devem ser calculadas a partir do saldo nutricional existente no solo, antes de plantar a mandioca. Por este motivo seria interessante que se realizassem análises de solo antes de se efetivar qualquer plano de adubação.

Considera-se que a aplicação da manipueira é uma forma de subsídio energético de grande importância a ser explorada, num sistema produtivo como o da mandioca que é caracterizado basicamente (excetuando-se a energia do sol e a água da chuva) por drenagens de energia.

8.8 QUANTIDADE DE LENHA DA FLORESTA NATIVA USADA NOS FORNOS DE PROCESSAMENTO DE RAIZ DE MANDIOCA

Calculou-se o gasto de lenha no processamento de farinha e a quantidade de hectares desmatados para suprir com madeira os fornos de beneficiamento de farinha nos quatro municípios durante quatro anos. Os resultados da tabela mostram que toda a produção de raiz de mandioca destes municípios quando convertidas em farinha, utilizam a lenha, e neste processo hectares de floresta são derrubadas para serem usadas nos fornos de beneficiamento. Os resultados são apresentados na tabela 117.

Tabela 117. Quantidade de hectares desmatados para o uso de lenha nos fornos de processamento (ha/ano).

Município	**Vitória da Conquista**				**Cândido Sales**				**Belo Campo**				**Tremedal**			
Ano	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010
Área plantada (ha)	20.605	24.517	10.740	10.730	10.000	15.000	4.920	5.500	3.390	2.500	620	600	820	2.500	820	820
Área Colhida (ha)	20.029	16.947	10.740	10.730	10.000	9.000	4.920	5.500	3.390	1.750	620	600	820	1.500	820	820
Quantidade de raiz produzida (t)	316.967	266.166	147.820	127.050	180.000	162.00	73.800	66.000	50.850	26.250	9.300	9.300	9.840	22.500	9.840	9.840
Produtividade ($t.ha^{-1}$)	15,8	15,7	13,7	11,8	18	18	15	12	15	15	15	15,5	12	15	12	12
Ha desmatado para uso de lenha nos fornos (ha/ano)	638,53	542,34	297,98	256.07	362,79	326,5	148,74	113,06	102,48	52,90	18,73	18,73	19,82	45.33	19,82	19,82

Fonte: Dados da pesquisa

Pode-se observar pela tabela 117 que a quantidade de hectares da madeira da floresta nativa necessários para uso nos fornos de processamento é significativo. Embora a substituição da matriz energética no funcionamento dos fornos de processamento de mandioca não tenha sido objeto desta tese, não nos escapou a importância deste tema. Os cálculos de hectares de floresta derrubada visa fundamentar a recomendação aos tomadores de decisão para que realizem esforços de pesquisa com o objetivo de substituição da fonte energética, no funcionamento destes fornos.

8.9 REFERÊNCIAS

Afif, K. E. y J. A. Oliveira P. (2006), "Efectos del fuego prescrito sobre matorral en lãs propiedades del suelo", Invest. Agrar. Sist. Recur. For., 15(3), pp. 262-270.

CADAVID, L.F (2002). Solo y Fertilización para la Yuca: In – La Yuca em Tercer Milenio. (Ed. Ospina, B; Ceballos H). CIAT. Colômbia. 76 pp.

CALATAYUD, P. A.; MÚNERA, D. F. OSPINA, B. CEBALLOS, H. (2002). Suelo y Fertilización para la Yuca. In: La yuca en el tercer milenio**:** sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización.CIAT. Cali: CIAT. p. 76-102.

CARDOSO, C.E.L (2003). Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil. 2003. Tesis Doctoral. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo. Piracicaba. 188 pp.
[In portuguese].

EMBRAPA (2013). Cultivo da mandioca na região centro sul do Brasil. Sistemas de Produção.[online].
http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_centrosul/solos.htm [28 de junho de 2013].

LI, X.R; JIA, X.H; DONG, G.R (2006). Influence of desertification on vegetation pattern variations in the cold semi-arid grasslands of Qinghai-Tibet Plateau, North-west China, Journal of Arid Environments, Volume 64, Issue 3. Pages 505-522.
(http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196305001485).

MOLINA, J.L; MABROUK, A; EL-SHARKAWY (1995). Increasing crop productivity in cassava by fertilizing production of planting material, Field Crops Research, Volume 44, Issues 2–3. Pages 151-157.
(http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0378429095000828).

MONTALDO, A. (1985). La yuca o mandioca, origen, mejoramiento e industrialización. *IICA* - Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. San José. Costa Rica. pp. 60-61.

MORITANI, S; YAMAMOTO, T; ANDRY, H; INOUE, M; NISHIMURA, T; FUJIMAKI, H; KIMURA, R; SAITO, H (2011). Monitoring of Soil Surface under Wind and Water Erosion by Photogrammetry. (Ed. Prof. Jorge Colman Lerner). Arid Land Research Center, Tottori University. Japan. 462 pp.

MORGAN, R.P.C (2005). Soil Erosion and Conservation. Blackwell Science Ltda. Australia. 304 pp.

NUNES, J. M.; MUÑOZ. A.; COELHO, J. P.; DIAS, S.; GARCÍA, A. AND LÓPEZ - PIÑEIRO, A. (2003). Using a GIS for sustainable use and management of an irrigation area in the spanish - portuguese border. In: Desertification in the Mediterranean Region. (Ed. KEPNER, W. G; RUBIO, L.J; MOUAT, D.A; PEDRAZZINI, F). Springer. Spain. 614 pp.

ODUM, E. P. (2004) – Fundamentos de Ecologia. 5ª Edição. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. 927 pp.

9 CONCLUSÕES FINAIS

O *baseline* aprofundado usado nesta AAE permitiu identificar problemas agrícolas que estavam ocultos para os agricultores e tomadores de decisão.

Verificou-se que as soluções no qual agricultores, especialistas e diretoria da Coopasub planejavam para a cadeia produtiva da mandioca eram originadas de diagnósticos esquemáticos e oriundos de outras regiões com contextos diferentes. Dentre estes equívocos esta tese identificou os seguintes: 1. Recomendações de adubações adaptados de outros contextos e realizadas sem as observações das séries pluviométricas e determinação de balanços hídricos; 2. Convicção de que a erosão hídrica e eólica eram problemas fundamentais para o cultivo; 3. Minimização do desmatamento provocado pelas queimadas por não ter à disposição taxas anuais de desmate; 4. Convicção da possibilidade de se elevar as produtividades da mandioca de 12 t/ha^{-1} para 20 ou mais toneladas; 5. Desconhecimento completo da limitação imposta pelos baixos teores de carbono orgânico no sistema produtivo.

Uma boa construção de indicadores, com participação pública e principalmente participação de atores com conhecimentos do contexto regional, permitiu uma seleção que facilitou se alcançar os objetivos da AAE.

Divergindo de outros modelos de aplicação da AAE que preconizam um *baseline* sintético e objetivo, verificamos que para a AAE agrícola, em escalas de ecossistemas, propriedades e parcelas, o *baseline* tem que ser aprofundado. Pelo exposto, os impactos ambientais nos ecossistemas são cumulativos e interferem em inúmeros processos. A queimada da floresta para plantio de mandioca, por exemplo, interfere em todos os componentes e ciclos citados. O aprofundamento do *baseline* com a detecção de problemas ocultos aos tomadores de decisão, geram necessidades constantes de se rediscutir indicadores e reajustar objetivos AAE, aprimorando o método. Dentre as ferramentas para se efetivar o uso dos indicadores de sustentabilidade, verificamos que o Sistema de Informação Geográfica (SIG) é uma das principais ferramentas a serem utilizadas. O uso do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), dentro do ambiente SIG, é método importante de ser utilizado por motivos de disponibilizar dados reais, em tempo e espaço, além da facilidade de compreensão pelos tomadores de decisão.

Identificaram-se vários impactos essenciais e descartaram-se outros que se acreditavam serem importantes. Indicamos as queimadas da floresta como “impacto-mãe”, no qual todos os demais impactos são originados e agravados e também hierarquizamos as

práticas de manejo no sentido de se ajustarem aos diagnósticos específicos, efetuados. Esta proposta metodológica de AAE agrícola para a cadeia produtiva da mandioca mostrou em última análise, não apenas a eficiência que tem a AAE para diagnosticar problemas e subsidiar a ação estratégica, mas também a importância de se tomar decisões a partir do conhecimento de contexto.

Esta investigação tem o potencial de aportar métodos e ideias para outras AAE, em regiões agrícolas e semiáridas do mundo. Entretanto, o contexto de cada local é que vai efetuar os reajustes ou descartes necessários. Em resumo, a importância do contexto para a AAE agrícola, obriga a se fazer uma inversão na frase emblemática da Agenda 21: “Pensar global e agir local”. No entendimento do autor da tese é imprescindível “Pensar local, para agir global”.

ANEXOS

1. Resultados das Análises Físico-quiímicas da Manipueira

Elemento/Coletas			P (mg/L)	Na (mg/L)	K (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	S (mg/L)	Mn (mg/L)	Fe (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	CN (mg/L)	pH
Coleta em 08-04-2010	Dantilândia Saída	R1	72.7	50	6800	77.50223	4.3	468.04	12.1713	1.67	0.01916	1.612	307.13	5.86
		R2	86.9	50	7200	91.95871	7.96	301.96	15.9861	2.39	0.201069	2.210	142.52	6.05
		R3	78	50	7000	80.72341	7.69	403.75	10.9363	2.11	0.174351	3.263	285.64	5.96
	Dantilândia T1	R1	104.6	250	5600	53.57628	8.29	421.61	12.3954	2.24	0.255725	3.841	335.07	4.60
		R2	65.6	200	5600	64.55932	5.61	446.61	12.3705	1.46	0.096412	2.039	368.16	4.64
		R3	72.7	300	5600	110.2573	6.02	462.68	12.9681	1.56	0.139924	1.911	351.4	4.68
	Dantilândia T2	R1	78	200	6200	54.41068	8.76	396.61	16.3048	2.77	0.330916	4.296	320.02	3.99
		R2	88.7	300	6400	51.73284	6.68	419.82	13.6604	1.74	0.149237	2.431	311.43	3.90
		R3	...	250	6400	50.51034	8.52	468.04	14.0787	2.26	0.236183	3.301	294.67	4.08
Coleta em 22-04-2010	Possidônio	R1	117	200	6600	236.116	13.98	115.3	25.3337	0.9	1.498473	2.463	151.67	5.05
		R2	120.6	100	6200	112.6577	12.88	124.98	24.6514	0.67	1.538931	0.856	144.54	6.10
		R3	120.6	150	4800	163.9888	12.59	120.32	22.988	0.84	1.419389	0.109	158.31	6.00
	Lagoa Grande	R1	131.2	150	4800	352.835	14.41	134.35	19.5966	2.03	1.770611	0.000	238.94	5.22
		R2	127.7	150	5000	176.0973	9.44	134.24	15.4183	1.94	1.637405	0.000	331.12	5.10
		R3	147.2	100	4800	304.7697	15.26	127.18	11.5687	2.26	1.903817	0.000	385.94	5.34
	Simão	R1	28.4	400	1000	75.89164	4.38	53.92	15.8715	0.15	0.486794	2.408	22.12	4.30
		R2	26.6	350	1000	95.70381	5.1	52.51	11.8526	0.23	3.284427	4.221	18.93	4.50
		R3	28.4	350	1000	101.9133	4.6	45.97	11.8526	0.21	0.501908	0.000	22.37	4.20
Coleta em 13-05-2010	Dantilândia Saída	R1	111.7	150	8800	177.0288	876.6176	146.67	5.62151	1.59	1.343664	0.163	99.1	6.01
		R2	117	150	8800	177.8632	872.0956	285	5.63745	3.44	1.419847	0.186	122.75	5.92
		R3	30.1	150	8800	303.3919	996.7279	226.11	7.37849	1.47	1.381756	0.215	138.02	6.14
	Dantilândia T1	R1	53.2	150	8400	161.2528	822.7941	260	6.60359	3.78	1.368779	0.186	139.82	4.35
		R2	101.1	150	7800	111.8485	891.8382	201.67	5.48008	3.56	1.226336	0.176	127.25	4.37
		R3	28.4	150	8600	221.9894	351.7279	265	5.53386	3.77	1.297557	0.167	134.13	4.4
	Dantilândia T2	R1	131.2	100	7800	49.55951	1007.096	101.11	5.11155	3.81	0.632824	0.160	120.36	4.18
		R2	36	100	8000	192.7659	916.5441	228.89	6.07171	3.69	1.220153	0.193	169.76	4.18
		R3	101.1	100	7800	280.6497	866.6912	156.67	5.6753	3.71	1.120763	0.173	130.54	4.19
Coleta em 28-06-2010	Lagoa Grande	R1	143.3	250	5800	90.85264	488.7132	3.93	5.34007	1.53	1.037168	0.143	91.4	5.98
		R2	155.7	250	5600	193.7362	585.1103	3.15	6.05222	1.7	1.037244	0.145	83.23	6.03
		R3	133.38	250	5800	164.8426	536.0294	3.21	5.88394	1.54	1.067244	0.145	41.46	5.9
	Dantilândia Saída	R1	160.65	350	6000	151.7251	746.0294	3.79	5.47411	2.1	1.142282	0.179	124.7	6.03
		R2	150.74	350	6000	25.71118	781.9853	3.66	5.23592	1.67	1.094573	0.188	114.1	5.98
		R3	430.89	350	5600	116.2922	1094.118	3.74	6.42493	1.77	1.158695	0.185	116.62	6.01
	Dantilândia T1	R1	171.81	350	6000	202.0608	778.5662	3.66	7.67903	3.35	1.41442	0.182	127.42	4.91
		R2	211.48	400	6000	160.0691	793.125	3.06	7.34055	2.79	1.30755	0.262	59.62	4.79
		R3	164.37	250	7000	142.7601	817.6103	3.79	6.84634	3.25	1.292282	0.225	111.1	4.95
	Dantilândia T2	R1	299.49	400	9400	181.8411	780.3309	3.64	6.00352	3.5	0.611061	0.253	13.32	4.57
		R2	383.79	400	8600	224.7254	790.8088	5.91	11.1405	3.36	0.435718	0.249	12.71	4.57
		R3	292.05	500	104	76.5514	773.3824	5.62	11.1983	3.13	0.476786	0.256	20.28	4.78

	Simão	R1	186.69	450	7800	83.38184	950.1838	4.38	11.2803	0.69	1.683885	0.270	71.43	5.46
		R2	153.22	400	7400	85.94326	986.4706	5.62	3.28896	0.72	1.252969	0.295	83.84	5.9
		R3	166.85	300	8000	81.09209	1153.676	4.38	5.0609	0.85	0.579153	0.271	70.52	5.62
Coleta em 29-07-2010	Lagoa Grande	R1	637.79	200	4600	414.3284	841.3235	3.15	1.99238	1.61	1.395496	0.284	338.16	5.95
		R2	816.36	200	4800	382.2331	1344.044	3.37	3.61485	1.62	1.670992	0.297	339.34	5.97
		R3	479.48	200	5400	436.0228	740.2941	4.56	2.58689	1.32	1.538168	0.268	373.91	5.98
	Lagoa Grande 2	R1	418.69	100	4200	366.787	740.5147	3.06	1.13944	0.59	1.029389	0.249	96.14	5.7
		R2	708.71	100	5000	361.2372	1351.324	2.96	3.00829	0.68	1.323435	0.259	74.15	5.69
		R3	709.98	100	5200	332.7124	2011.103	2.92	4.43452	0.69	1.437405	0.295	71.26	5.71
	Dantilândia Saída	R1	728.98	200	6400	370.6679	1059.706	17.69	38.1399	1.99	1.459542	0.329	293.96	6.09
		R2	1088.7	200	6400	362.2851	1006.985	6.91	5.64378	4.66	1.50916	0.343	371.74	6.01
		R3	735.31	200	6000	309.0387	1030.147	9.9	10.2262	3.52	1.50229	0.319	242.51	5
	Dantilândia T1	R1	311.04	300	6000	466.7986	1309.191	3.49	10.8145	3.16	1.510687	0.301	180.92	4.99
		R2	970.87	200	6600	407.7696	896.5809	18.6	6.42343	3.28	1.273282	0.305	204.59	5.6
		R3	758.11	200	6400	380.4091	1078.015	5.88	5.1163	2.46	1.417557	0.307	405.56	6.03
	Dantilândia T2	R1	772.04	200	5800	286.5681	1221.728	7.57	1.14233	3.27	1.355496	0.321	157.73	4.83
		R2	677.05	200	5600	373.1129	946.6544	3.5	0.76287	2.77	1.154962	0.299	135.51	4.81
		R3	1002.5	200	6000	388.0933	886.6544	5.49	10.0575	3.22	1.464885	0.321	165.46	4.86
	Simão	R1	390.83	400	800	205.3014	499.6324	3.32	0.21128	0.63	0.625649	0.213	0	4.63
		R2	388.3	400	800	203.943	513.3088	3.28	0.14137	0.64	0.632061	0.215	0	4.64
		R3	422.49	400	800	218.807	527.8676	3.56	0.20164	0.67	4.037557	0.220	0	4.64
Coleta em 26-08-2010	Lagoa Grande	R1	1064.4	0	6666.67	370.3574	345.4522	3.79	4.99132	2.26	1.231298	0.359	130.33	5.94
		R2	977.35	0	5333.33	354.4068	630.3419	3.76	4.02218	2.33	1.563359	0.236	129.34	5.91
		R3	649.2	0	6666.67	217.5263	461.261	3.86	3.87898	3	1.271756	0.212	158.01	5.86
	Lagoa Grande 2	R1	975.55	0	6666.67	261.3808	4063.246	4.24	6.93298	1.83	1.145954	0.207	99.89	5.85
		R2	819.6	0	6666.67	250.8247	439.5331	3.9	4.57907	1.58	0.097252	0.219	131.03	5.89
		R3	877.65	0	6666.67	339.0383	523.136	4.15	5.10125	1.42	0.93	0.298	106.16	5.88
	Dantilândia Saída	R1	776.1	50	6000	236.8533	428.8346	4	5.15863	2	0.618855	0.314	150.33	5.91
		R2	859.5	50	6666.67	345.0538	570.1213	3.64	7.63886	3.01	0.93	0.339	127.44	5.87
		R3	857.7	50	6000	255.2102	389.1287	4.05	7.07763	2.8	0.893282	0.345	185.13	5.89
	Simão	R1	855.85	0	8000	214.9649	333.3199	3.69	2.67743	1.21	1.030458	0.286	159.63	5.8
		R2	921.15	0	7333.33	263.787	606.8493	3.64	3.81292	1.51	1.364885	0.349	196.82	5.81
		R3	941.1	0	7333.33	235.8831	638.614	3.79	4.51721	1.44	1.527481	0.347	189.29	5.79
Coleta em 23-09-2010	Lagoa Grande	R1	727.75	50	6800	455.0394	393.9706	247	4.43394	2	0.843435	1.05953	447.57	5.85
		R2	688.50	50	6600	273.2565	367.7206	257	3.51302	1.72	0.617405	0.96344	417.09	5.74
		R3	729.55	50	6600	1696038	407.7574	236.5	4.67676	2.21	0.788015	1.22563	336.99	5.73
	Lagoa Grande 2	R1	800.30	0	8000	178.5617	728.4926	178	5.07329	1.3	1.084198	1.58469	243.73	5.79
		R2	765.25	0	7600	282.92	368.9338	181	4.27049	1.35	0.997176	1.72844	260.77	5.75
		R3	826.85	0	7600	252.5711	662.4265	250	4.92382	1.46	1.126183	2.00797	252.74	5.74
	Dantilândia T1	R1	798.45	0	5800	180.3858	624.4853	189	4.03809	4.09	1.04374	1.80547	457.27	4.48
		R2	814.20	0	5000	227.5003	599.3382	247	4.1972	4.07	0.999466	2.01406	442.17	4.55

		R3	827.45	0	5200	224.5508	606.1765	394	4.07907	4.29	0.965115	2.02703	539.08	4.6
	Dantilândia T2	R1	812.35	50	5000	321.8846	477.4632	292	3.26808	3.61	0.870153	1.8525	401.75	4.07
		R2	812.50	50	5200	200.4502	734.7794	392	4.09209	4.27	0.968168	1.99141	466.76	4.05
		R3	753.75	50	5200	244.3435	667.3897	470	3.65863	3.67	0.91313	1.78766	423.67	4.03
	Simão	R1	689.70	50	4000	249.3499	760.5882	438	3.60318	1.38	0.803817	1.39016	325.79	5.38
		R2	753.75	50	4000	106.6092	205.4779	297	0.88332	1.22	0.126183	0.86641	397.37	5.35
		R3	723.55	50	4000	200.0621	462.6838	186	2.13356	1.39	6.245191	1.42203	471.63	5.32
Coleta em 21-10-2010	Lagoa Grande	R1	260	20	6666.67	184.1891	892.5	6	3.41633	20.1714	1.426718	1.93099	585.06	5.73
		R2	310	20	7333.33	247.6423	829.3015	6	2.33586	10.5554	1.426718	1.86054	492.95	5.86
		R3	360	20	7333.33	72.34059	545.8456	9	2.8761	15.3634	1.426718	1.89577	505.39	5.85
	Lagoa Grande 2	R1	203	40	6666.67	188.4969	866.9118	6	3.65737	53.5314	0.775647	1.99158	379.25	6.12
		R2	184	20	6666.67	82.58625	610.0368	6	2.22291	25.4377	0.568028	0.90638	388.38	6.11
		R3	165	40	6000	160.7094	803.7132	6	3.13904	44.088	0.661355	1.42895	390.04	6
	Simão 2	R1	161	180	1333.33	59.78189	525.3309	7	1.28705	27.744	0.407869	0.17653	111.2	4.89
		R2	161	160	1333.33	57.76769	530.2941	6	1.27988	6.42971	0.40493	0.17321	112.86	4.86
		R3	161	160	1333.33	98.53689	691.7647	6	2.38446	6.51086	0.660807	1.24145	112.03	4.84
	Simão 1	R1	477	20	6000	303.0621	847.8309	6	3.42231	10.5863	0.850598	2.18559	638.17	5.63
		R2	168	20	6000	38.65409	712.0588	6	2.20359	5.98686	0.684163	1.14069	764.32	5.72
		R3	140	20	6666.67	64.77277	558.75	6	1.46514	7.59771	0.420767	1.66314	647.3	5.69
Coleta em 25-11-2010	Possidônio	R1	399	20	6000	270.404	313.4559	22.28	1.34223	4.51314	2.255573	2.63051	285	5.3
		R2	315	20	6000	201.1294	364.9632	23.3	2.13227	8.39314	2.304427	3.23765	337	5.27
		R3	510	20	6000	271.2481	985.6985	22.5	1.63227	5.032	2.387023	2.41699	228	5.3
	Lagoa Grande	R1	1293	60	6000	310.9209	371.25	23.1	1.63227	16.1623	2.398626	2.17107	368	5.7
		R2	468	60	6000	289.993	355.1471	22.6	1.99681	10.3669	2.461527	2.05143	376	5.75
		R3	435	40	6000	184.4801	261.5074	22.9	3.61036	14.6491	2.134962	2.27541	329	5.7
	Dantilândia T1	R1	647	40	6666.67	229.7124	364.0809	25.5	2.79761	23.8286	2.332824	2.35143	306	4.48
		R2	5217	40	6666.67	298.0848	290.9559	22	2.66614	23.6	2.224122	2.69403	220	4.5
		R3	2598	60	6666.67	290.9244	296.8015	22.5	4.4988	36.2857	2.266565	4.23995	205	4.55
	Dantilândia T2	R1	178	60	7333.33	239.3759	272.0956	22	2.13625	16.976	2.142137	1.79224	314	4.04
		R2	148	60	7333.33	339.4749	391.4338	22.7	4.64622	33.6114	2.421832	4.18893	306	4.04
		R3	515	60	6666.67	325.9984	409.4118	23	4.59841	34.4686	2.392672	4.87133	368	4.02
	Simão 2	R1	1179	140	1333.33	14.40796	125.1838	23	1.01155	8.39314	1.625344	0.18459	65	4.73
		R2	887	140	1333.33	12.6237	119.8897	22.6	0.92032	8.42743	1.623206	0.86061	57	4.57
		R3	347	140	1333.33	10.38829	125.9559	23	1.11116	7.89486	1.654046	0.3851	87.79462	4.63
Coleta em 10-02-2011	Lagoa Grande	R1	233	50	1999.8	143.1676	871.6544	252	2.74565	2.60741	2.06687	1.7699	448.6	5.88
		R2	224	40	2133.12	242.3643	993.6397	252	3.20849	3.11735	2.232214	2.28622	461.9323	5.92
		R3	385	40	2733.06	321.7293	1011.618	252	4.33481	5.01442	2.357863	2.72551	205.33	5.92
	Lagoa Grande	R1	318	20	3799.62	184.616	1026.066	257	4.58129	3.29981	2.547939	4.47602	183.99	5.23
		R2	269	20	3466.32	304.304	1122.243	263	5.29875	3.8885	2.763053	4.76071	364.6	5.34
		R3	236	20	3532.98	177.8632	1053.199	265	5.39132	4.40936	2.666718	4.73571	172.49	5.41
	Dantilândia T1	R1	243.5	20	3466.32	178.9498	958.8971	332	5.68447	17.4908.398440546	2.220458	3.54031	397.71	5.29

		R2	268	20	3599.64	215.3918	961.9853	268	5.07888	28.7961	2.184427	3.06199	393.45	5.24
		R3	248	20	3666.3	262.3899	937.9412	269	5.29103	11.8682	2.161221	3.11913	454.184	5.82
	Dantilândia T2	R1	235	20	3466.32	168.6653	934.9632	307	5.70762	24.3439	2.165802	3.03418	544.8	4.57
		R2	311	20	3599.64	229.4408	963.5294	272	7.58226	27.8994	2.267176	3.44617	624.58	4.67
		R3	312	20	3666.3	298.793	1010.294	274	6.46365	26.4101	2.376183	3.55842	597.98	4.6
	Dantilândia Saída	R1	256	20	3333	389.18	1114.191	276	6.48293	24.0912	2.273282	3.69541	423.32	5.19
		R2	342	20	3266.34	215.5082	982.5	278	6.24378	12.3064	2.132061	3.26888	377.36	5.48
		R3	195	20	3466.32	156.5568	990.3309	283	5.46847	2.87173	2.121985	2.9699	476.18	5.62
	Simão	R1	130.1	100	533.28	29.89483	1316.36	362	0.45323	1.03626	1.613435	0.01357	29.35	4.63
		R2	277.1	100	466.62	31.31137	650.7353	362	0.31668	0.55673	1.600305	-0.03704	20.16	4.48
		R3	262.4	80	533.28	57.86471	655.1471	362	0.46326	0.86706	1.621069	-0.07793	31.98	4.49
Coleta em 31-03-2011	Lagoa Grande	R1	243.13	60	4000	219.7345	349.6324	182	4.6008	20.1143	1.477099	2.96043	465.5	5.85
		R2	173.55	60	3866	56.23084	233.3824	161.1	1.62869	11.0857	2.394046	1.76426	511	5.72
		R3	216.44	60	4000	103.9663	340.1471	119.2	3.45737	16.2389	2.763053	2.84487	537.5	5.84
	Lagoa Grande 2	R1	212.63	40	3733	208.1694	283.0147	174.5	5.69641	18.0674	2.390992	2.64207	409	5.81
		R2	186.9	40	3666	296.6934	257.9779	167.2	3.61673	12.5029	2.393282	3.89717	427	5.56
		R3	199.29	40	3733	31.81977	338.6029	178.6	3.30598	10.0274	2.385954	3.33518	291	5.5
	Dantilândia T1	R1	144.01	70	3666	249.5013	326.5809	138.1	5.10279	29.0514	2.175115	3.12446	147	4.94
		R2	152.59	70	3600	102.1035	382.2794	174	3.78008	30.9714	2.110992	2.94385	133	4.6
		R3	117.32	70	3733	214.2624	314.7794	164	3.12271	22.7863	2.026565	3.14513	168	4.79
	Dantilândia saída	R1	159.26	70	3733	145.4535	353.4926	172.3	5.86773	28.9714	2.151756	3.29793	122	4.57
		R2	164.02	30	3800	88.32615	324.7059	160.5	6.45737	28.5371	2.132824	2.37651	202	4.47
		R3	187.85	40	3800	299.837	375.7721	152.5	8.7761	32.7543	2.307328	3.88467	206	4.8
	Simão	R1	187.85	20	4333	105.7127	420.4412	185.1	1.91554	10.5371	3.018321	7.10202	365	5.81
		R2	174.51	30	4533	241.6618	346.5441	172.1	2.40558	9.43086	3.135878	7.42344	295.5	5.6
		R3	143.05	30	4333	212.0891	393.1985	193.3	2.15458	49.2114	3.00458	6.31885	262	5.7
Coleta em 28-04-2011	Lagoa Grande	R1	257.64	60	4066.26	184.81	486.7279	115.3	6.47809	23.8251	1.820611	4.64847	199	5.94
		R2	214.54	60	3199.68	274.0327	254.4485	124.98	3.33267	13.9303	1.288702	2.79005	208.6	5.89
		R3	222.56	60	3199.68	189.4283	506.5809	120.32	5.45195	17.1051	1.215878	3.90587	254.6	5.88
	Lagoa Grande 2	R1	118.3	50	3466.32	243.1793	207.9044	134.35	2.93745	13.5337	0.962137	2.97143	248.5	5.66
		R2	279.7	50	3399.66	252.2606	302.5368	134.24	4.9761	17.9246	1.307634	4.78342	233.6	5.5
		R3	594.49	50	3399.66	177.5527	290.0735	127.18	5.10677	17.3394	1.249466	4.45714	284.6	5.57
	Dantilândia T1	R1	334.84	50	3199.68	369.6589	425.625	4321.61	7.12351	43.28	1.607634	5.07653	254.7	5.79
		R2	351.88	60	3399.66	411.6894	457.2794	346.61	7.75299	42.3771	1.556336	5.04082	263.7	5.76
		R3	261.65	60	3999.6	216.4008	417.3529	362.68	7.08765	40.6743	1.514656	4.65612	371.1	5.72
	Dantilândia saída	R1	244.61	70	4066.26	295.9211	453.75	268.04	6.22072	32.1943	1.452519	5.08929	244.2	5.95
		R2	322.81	60	4132.92	350.9528	596.3603	301.96	8.62948	36.4914	1.814809	6.8852	254.4	5.9
		R3	204.51	60	3599.64	341.0564	327.1324	4303.75	5.0749	26.6971	1.383664	4.1051	245.6	5.9
	Simão	R1	235.59	50	2866.38	418.9467	420.7721	53.92	3.70478	57.7189	1.226107	19.9679	354.6	5.89
		R2	245.61	50	1733.16	424.8457	5358.199	52.51	3.9247	12.488	1.135573	3.51122	351.4	5.88
		R3	200.5	50	2933.04	218.1861	434.3382	45.97	4.25657	13.296	2.395115	3.7727	368.8	5.91

Coleta em 02-06-2011	Lagoa Grande	R1	193.96	20	6132.72	103.0504	733.4559	71.33	13.3464	17.9503	2.867176	4.18862	91.4	5.93
		R2	152.69	20	5866.08	248.3525	507.2426	69.18	12.4224	14.1959	2.713893	3.20185	83.23	5.54
		R3	159.57	20	5666.1	43.28405	494.1176	79.93	14.1104	15.8173	2.845802	3.24585	41.46	5.65
	Lagoa Grande 2	R1	186.1	20	6132.72	72.08057	487.7206	29.84	11.6557	7.95906	2.264427	3.09471	151.67	5.82
		R2	164.48	20	5999.4	285.6871	521.5809	47.68	12.8476	8.8231	2.227481	3.18511	144.54	5.75
		R3	178.24	20	5799.42	44.78209	451.2132	38.76	12.5931	10.117	2.211756	2.75654	158.31	5.8
	Dantilândia T1	R1	156.62	20	5999.4	87.72073	615.8824	34.6	61.2454	27.3231	2.450076	2.41645	124.7	4.72
		R2	124.2	20	6799.32	68.19964	625.6985	55.78	10.513	38.2018	2.395573	2.3184	114.1	4.62
		R3	103.56	30	5999.4	263.0613	577.3897	26.67	10.6172	26.807	2.372519	14.9192	116.62	4.69
	Dantilândia T2	R1	117.32	20	5799.42	125.3231	503.7132	36.1	60.9294	21.886	2.384122	1.7889	127.42	4.25
		R2	129.11	10	4066.26	51.58924	564.7059	33.12	10.986	27.5	2.392824	2.37819	59.62	4.27
		R3	111.42	10	5999.4	123.076	1168.566	36.76	10.9484	27.2763	2.427939	2.49203	111.1	4.27
	Dantilândia Saída	R1	124.2	10	5666.1	265.4675	576.1765	39.9	73.5304	6.62573	2.447939	3.09471	13.32	4.23
		R2	167.43	30	5532.78	32.65029	659.5588	36.92	15.1519	13.9327	2.479542	2.73932	12.71	4.1
		R3	162.52	30	5332.8	275.5967	694.5221	38.41	13.9947	10.9722	2.441985	3.09471	20.28	4.12
	Simão	R1	31.835	130	799.92	30.12768	133.6765	24.18	8.89802	5.88304	1.617405	0.01818	71.43	4.77
		R2	28.887	120	799.92	35.56487	119.8897	24.85	8.94359	6.06725	1.570534	0.20089	83.84	4.74
		R3	18.079	130	866.58	15.84973	93.97059	24.52	9.12729	5.62427	1.475878	0.022	70.52	5

2. Municípios e Comunidades da Pesquisa, Nomes dos Agricultores , coordenadas Geográficas, UTM e Decimais das Propriedades, Altitude, Vegetação e Drenagem

Município	Comunidade	Produtor	Coordenadas	Altitude	Vegetação original	Drenagem	Coord. UTM	Coord. Decimais
Tremedal	Cercadinho	Joaquim Brito de Aguiar	S 15° 07' 58" W 41° 27' 11,8	847m	Mata	Bem Drenada	N (y) 8325514 E(x) 236348 24L	x:15.1328 y:41.4533
Tremedal	Caraibinha	Manoel Lima da Rocha	S 14° 56' 28,1" W 41° 18' 9,9	566m	Cerrado	Bem Drenada	N(y)8346900 E(x)252311 24L	x:14.9411. y:41.3003
Tremedal	Caraibinha	Jesuíno Moreira da Silva	S 14° 56' 7" W 41° 17' 51"	548m	Cerrado	Bem Drenada	N(y)8347555 E(x)252870 24L	X: 14.9353 Y: 41.2975
Tremedal	Caraibinha	Luciano de Oliveira Queiroz	S 14° 55' 54" W 41° 17' 59	548	Cerrado	Bem Drenada	N(y)8347952 E(x) 252627 24L	X: 14.9317 Y: 41.2997
Tremedal	Ilha de Dentro	Vânia Ribeiro Dias	S 15° 07' 00" W 41° 41' 59,6"	906m	Mata	Bem Drenada	N(y)8326986 E(x) 209806 24L	X: 15.1167 Y: 41.7000
Tremedal	Ilha de Dentro	José de Oliveira Dias	S 15° 06' 49,4" W 41° 43' 39	907m	Mata	Bem Drenada	N(y)8327275 E(x) 206833 24L	X: 15.1136 Y: 41.7275
Tremedal	Ilha de Dentro	Sebastião Viana dos Santos	S 15° 06' 59,8" W 41° 42' 45,4"	916m	Mata	Bem Drenada	N(y)8326975 E(x) 208438 24L	X: 15.1167 Y: 41.7125
Tremedal	Ilha de Dentro	José João Rodrigues	S 15° 06' 25" W 41° 31' 57"	818m	Mata	Bem drenada	N(y)8328277 E(x) 227796 24L	X: 15.1069 Y: 41.5325
Tremedal	Lagoinha	Firmino Ferraz Viana	S 15° 06' 57" W 41° 32' 14"	840m	Mata	Bem Drenada	N(y)8327287 E(x) 227299 24L	X: 15.1158 Y: 41.5372
Tremedal	Furado da Cancela	Abel ferreira Lacerda	S 15° 09' 36" W 41° 23" 51"	829m	Mata	Bem Drenada	N(y)8322567E(x) 242378 24L	X: 15.1600 Y: 41.3975
Tremedal	Furado da Cancela	Pedro américo Gomes	S 15° 09' 36" W 41° 23' 36"	811m	Mata	Bem Drenada	N(y)8322572 E(x) 242826 24L	X: 15.1600 Y: 41.3933
Tremedal	Santo Antonio	Fausto da Silva Amaral	S 14° 57' 43" W 41° 18' 35,5"	559m	Cerrado	Mal Drenada	N(y)8344590 E(x) 251570 24L	X: 14.9619 Y: 41.3097
Tremedal	Santo Antonio	Luiz Pereira Moitinho	S 14° 58' 40" W 41° 17' 17"	591m	Cerrado	Bem Drenada	N(y)8342862 E(x) 253930 24L	X: 14.9778 Y:

								41.2881
Tremedal	Santo Antonio	Fausto da Silva Amaral	S 14° 57' 56" W 41° 18' 22"	530m	Cerrado	Bem Drenada	N(y)8344194 E(x) 251978 24L	X: 14.9656 Y: 41.3061
Tremedal	Sítio	Joaquim de Oliveira e Silva	S 14° 55' 59,5" W 41° 15' 49"	528m	Cerrado	Bem Drenada	N(y)8347823 E(x) 256514 24L	X: 14.9331 Y: 41.2636
Tremedal	Colônia	Rooselvet dos Santos Amorim	S 14° 58' 25" W 41° 16' 30"	548m	Cerrado	Bem Drenada	N(y)8343337 E(x) 255334 24L	X: 14.9736 Y: 41.2750
Tremedal	Carlos Muller	Iramar José Ferreira	S 14° 59' 17" W 41° 19' 03"	614m	Cerrado	Bem Drenada	N(y)8341691 E(x) 250778 24L	X: 14.9881 Y: 41.3175
Tremedal	Baraúna	Jeovanes fernandes Abade	S 15° 07' 28" W 41° 35' 05"	881m	Mata	Mal Drenada	N(y)8326274 E(x) 222203 24L	X: 15.1244 Y: 41.5847
Tremedal	Baraúna	Esperidião Missias patez	S 15° 06' 07" W 41° 34' 52"	858m	Mata	Bem Drenada	N(y)8328770 E(x) 222561 24L	X: 15.1019 Y: 41.5811
Tremedal	Baraúna	Mercede Abade dos Santos	S 15° 06' 08" W 41° 34' 56"	848m	Mata	Bem Drenada	N(y)8328737 E(x) 222442 24L	X: 15.1022 Y: 41.5822
Tremedal	Baraúna	Lourival de Jesus Amaral	S 15° 06' 15" W 41° 35' 09"	865m	Mata	Bem Drenada	N(y)8328517 E(x) 222056 24L	X: 15.1042 Y: 41.5858
Tremedal	Baraúna	Joaquim terêncio da Rocha	S 15° 06' 03" W 41° 35' 04"	845m	Mata	Bem Drenada	N(y)8328888 E(x) 222201 24L	X: 15.1008 Y: 41.5844
Tremedal	Furado da Cancela	Nelson Nunes Lacerda	S 15° 07' 48" W 41° 21' 48"	850m	Mata	Bem Drenada	N(y)8325928 E(x) 246015 24L	X: 15.1300 Y: 41.3633
Tremedal	Cercadinho	Maria Rocha Lima Rodrigues	S 15° 08' 50" W 41° 26' 29"	839m	Mata	Bem Drenada	N(y)8323929 E(x) 237644 24L	X: 15.1472 Y: 41.4414
Tremedal	Cercadinho	Joaquim Brito de Aguair	S 15° 07' 58" W 41° 27' 12"	847m	Mata	Bem Drenada	N(y)8325514 E(x) 236342 24L	X: 15.1328 Y: 41.4533
Tremedal	Cercadinho	Antonio Rodrigues Lima	S 15° 08' 45" W 41° 26' 29"	839m	Mata	Bem Drenada	N(y)8324083 E(x) 237642 24L	X: 15.1458 Y: 41.4414
Tremedal	Capim-Açu	Cristiano Nunes dos Santos	S 15° 08' 43" W 41° 25' 25"	807m	Baixada		N(y)8324166 E(x) 239553 24L	X: 15.1453 Y:

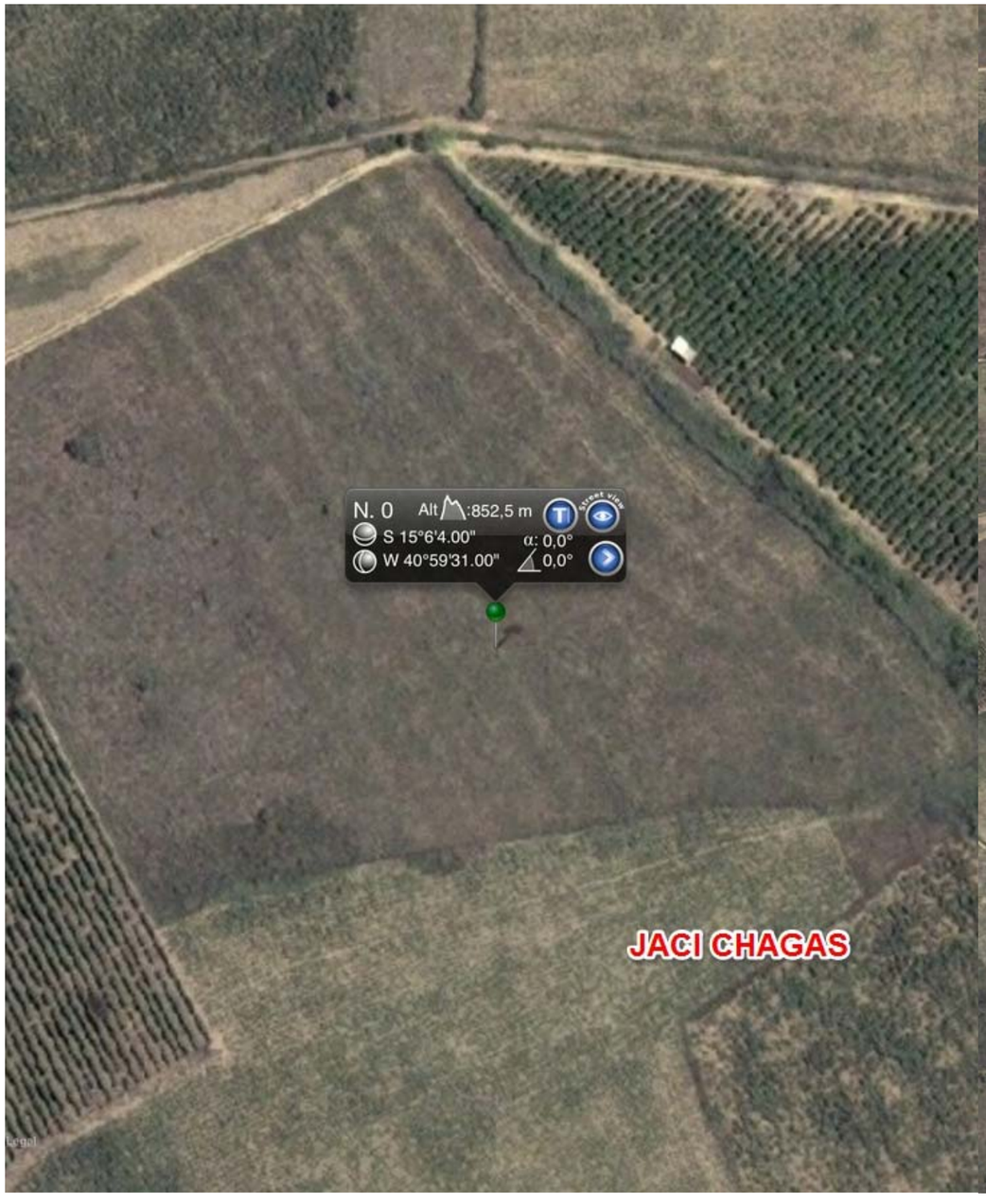
								41.4236
Tremedal	Lagoa Preta	Besito Meira	S 15° 06' 23" W 41° 32' 10	825m	Mata	Bem Drenada	N(y)8328334 E(x) 227407 24L	X: 15.1064 Y: 41.5361
Tremedal	PERFIL DE SOLO	Marcelino Santos	S 15º 14' 39,4" W 41º 36' 32,2"	887m	Mata	Bem drenada	N(y)8312971 E(x) 219754 24L	X: 15.0100 Y: 41.3369
Belo Campo	Andiroba	Romulo Araújo	S 15º 10' 27,4" - W 41º 15' 03"	866m	Mata	Bem Drenada	N(y)8321154 E(x) 258162 24L	X: 15.1742 Y: 41.2508
V.da Conquista	PERFIL DE SOLO	Jaci Chagas	S 15° 06' 6,71" W 40° 59' 52,8"	838,20m	Mata	Bem drenada	N(y)8329432 E(x) 285264 24L	X: 15.10186 Y: 40.99800
V. Da Conquista	Dantilândia	Jacy Chagas	S 15º 06' 04" - W 40º 59' 31"	852m	Mata	Bem Drenada	N(y)8329521 E(x) 285915 24L	X: 15.1011 Y: 40.9919
V. Da Conquista	Dantilândia	Wagner Chagas	S 15º 6' 8" - W 40º 59' 8"	852m	Mata	Bem Drenada	N(y)8329404 E(x) 286603 24L	X: 15.1022 Y: 40.9856
V. Da Conquista	Dantilândia	Lindaura Oliveira	S 15º 05' 46" - W 40º 58' 22"	897m	Mata	Bem Drenada	N(y)8330093 E(x) 287970 24L	X: 15.0961 Y: 40.9728
V. Da Conquista	Dantilândia	Charles Chagas	S 15º 06' 10" - W 40º 58' 45"	863m	Mata	Bem Drenada	N(y)8329349 E(x) 287290 24L	X: 15.1028 Y: 40.9792
V. Da Conquista	Dantilândia	Martiliano Oliveira	S 15º 05' 7" - W 41º 00' 35"	866m	Mata	Bem Drenada	N(y)8331256 E(x) 28398724L	X: 15.0853 Y: 41.0097
V. Da Conquista	Dantilândia	Vivaldo Lemos	S 15º 05' 52" - W 40º 59' 38"	854m	Mata	Bem Drenada	N(y)8329888 E(x) 285702 24L	X: 15.0978 Y: 40.9939
V. Da Conquista	Dantilândia	Erivaldo Freitas	S 15º 05' 8" - W 40º 59' 8"	864m	Baixada	-	N(y)8331248 E(x) 286586 24L	X: 15.0856 Y: 40.9856
V. Da Conquista	Dantilândia	Gerson Santos	S 15º 06' 7" W 40º 58' 03"	865m	Mata	Bem Drenada	N(y)8329452 E(x) 288544 24L	X: 15.1019 Y: 40.9675
V. Da Conquista	Corto Lote	Osvaldo Nascimento	S 15º 07' 9" - W 41º 03' 8"	778m	Mata	Bem Drenada	N(y)8327463 E(x) 279452 24L	X: 15.1192 Y: 41.0522
V. Da Conquista	Corto Lote	Edvaldo Freitas	S 15º 08' 3 - W 41º 02 59	809m	Mata	Bem Drenada	N(y)8325806 E(x) 279737 24L	X: 15.1342 Y:

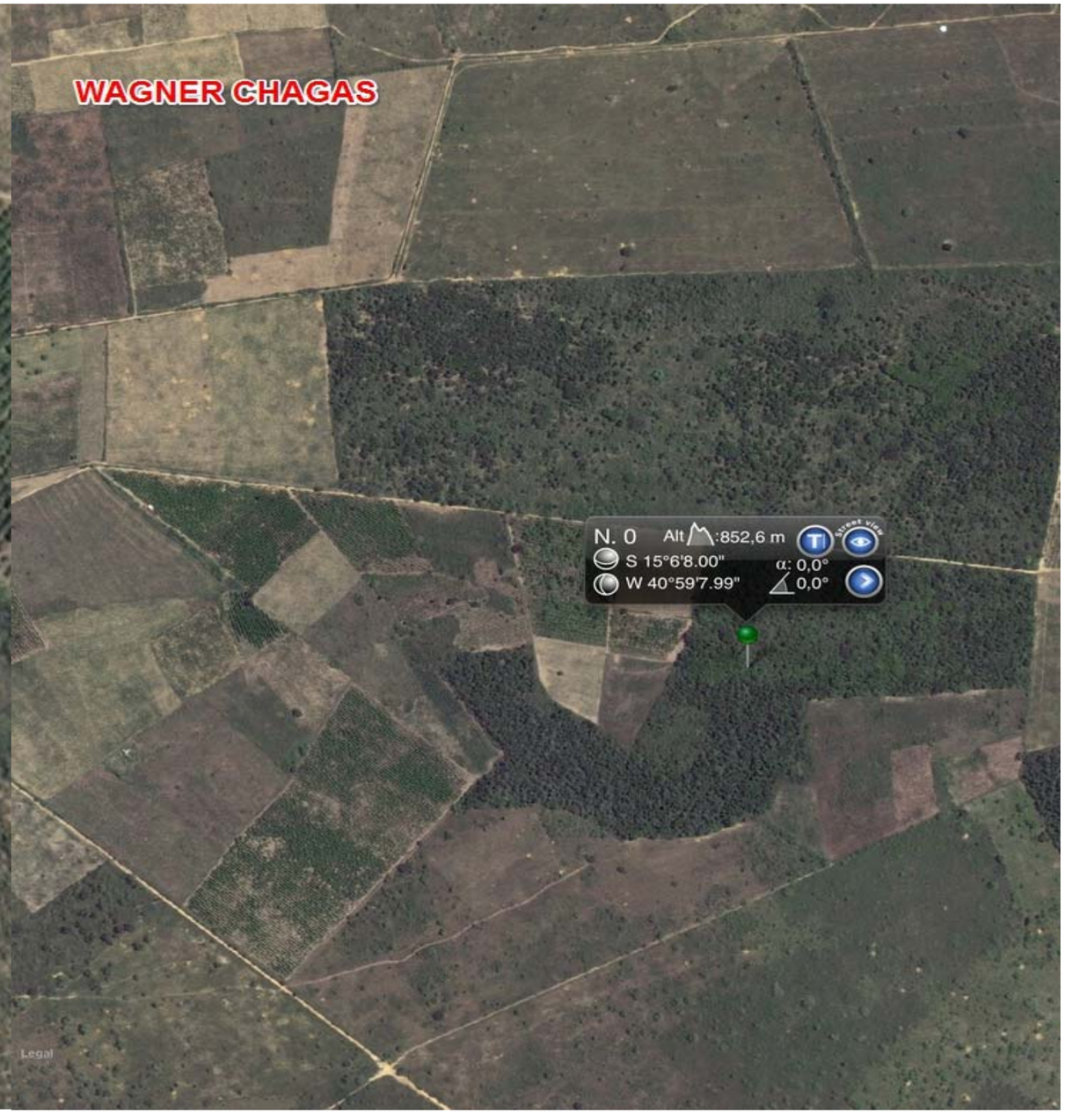
								41.0497
V. Da Conquista	Corto Lote	Juvenal Silva	S 15º 9' 27" - W 41º 02' 11"	809m	Mata	Bem Drenada	N(y)8323237 E(x) 281194 24L	X: 15.1575 Y: 41.0364
V. Da Conquista	Corto Lote	Valmirando Santos	S 15º 08' 8" - W 41º 03' 9"	809m	Mata	Bem Drenada	N(y)8325649 E(x) 279439 24L	X: 15.1356 Y: 41.0525
V. Da Conquista	Corto Lote	Nizio Moreira	S 15º 08' 7" - W 41º 01' 6"	857m	Mata	Bem Drenada	N(y)8325714 E(x) 283112 24L	X: 15.1353 Y: 41.0183
V. Da Conquista	Poço Verde	Orlando Oliveira	S 15º 09' 5" - W 41º 00' 7"	802m	Mata	Bem Drenada	N(y)8323947 E(x) 284890 24L	X: 15.1514 Y: 41.0019
V. Da Conquista	Poço Verde	Herlicio Santos	S 15º 9' 5" - W 41º 00' 9"	800m	Mata	Bem Drenada	N(y)8323947 E(x) 284831 24L	X: 15.1514 Y: 41.0025
V. Da Conquista	Poço Verde	Adão Ribeiro	S 15º 09' 08" - W 41º 00' 16"	799m	Mata	Bem Drenada	N(y)8323852 E(x) 284622 24L	X: 15.1522 Y: 41.0044
V. Da Conquista	Poço Verde	Joaquim Santos	S 15º 08' 52" - W 41º 00' 11"	812m	Mata	Bem Drenada	N(y)8324346 E(x) 284767 24L	X: 15.1478 Y: 41.0031
Cândido Sales	Lagoa Grande	Laurentino Santos	S 15º 18' 13" - W 41º 17' 35"	797m	Mata	Bem Drenada	N(y)8306792 E(x) 253774 24L	X: 15.3036 Y: 41.2931
Cândido Sales	Fazenda Poço Claro	Leonardo Sousa	S 15º 31' 40,9" - W 41º 09' 27,1"	628m	Mata	Bem Drenada	N(y)8282104 E(x) 268581 24L	X: 15.5281 Y: 41.1575
Cândido Sales	-	João Ferraz	S 15º 11' 21,9" - W 41º 21' 35,4"	831	Mata	Bem Drenada	N(y)8319355 E(x) 246463 24L	X: 15.1894 Y: 41.3597
Cândido Sales	Mandacaru	João Oliveira	S 15º 29' 28,4" - W 41º 09' 05"	730m	Mata	Bem Drenada	N(y)8286184 E(x) 269199 24L	X: 15.4911 Y: 41.1514
Cândido Sales	Estiva	Cassiano Pereira	S 15º 15' 34,2" - W 41º 11' 59,6"	820m	Mata	Bem Drenada	N(y)8311778 E(x) 263733 24L	X: 15.2594 Y: 41.2000
Cândido Sales		Eva Santos	S 15º 11' 57,5" - W 41º 14' 42,8"	856m	Mata	Bem Drenada	N(y)8318390 E(x) 258793 24L	X: 15.1994 Y: 41.2453
Cândido Sales	Mandacaru	Antoniel Silva	S 15º 30' 07" - W 41º 09' 07"	717m	Mata	Bem Drenada	N(y)8284996 E(x) 269152 24L	X: 15.5019 Y:

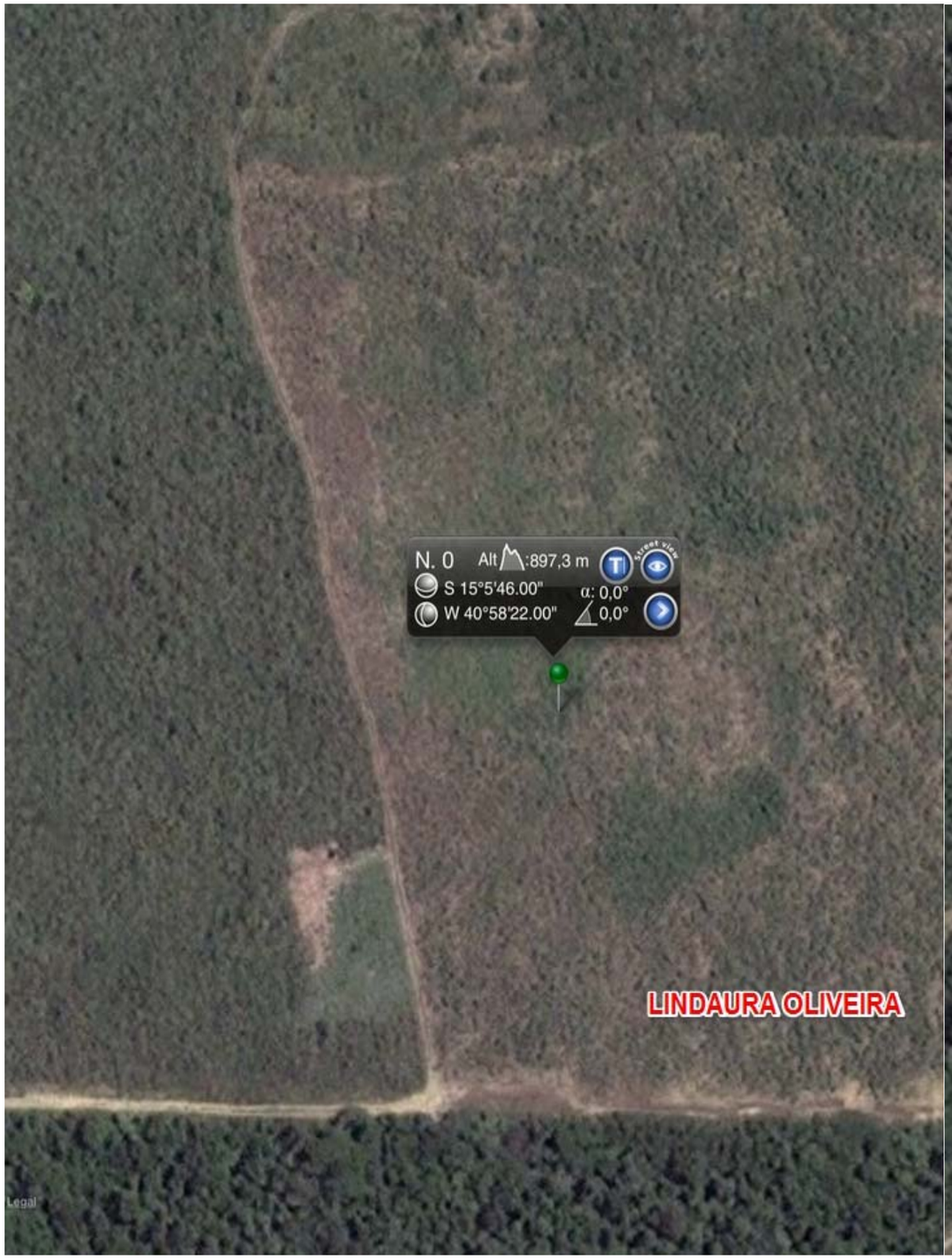
								41.1519
Cândido Sales	-	Julia Pinto	S 15º 15' 43,8" - W 41º 12' 31,1"	791m	Mata	Bem Drenada	N(y)8311473 E(x) 262796 24L	X: 15.2622 Y: 41.2086
Cândido Sales	Quaraçú	José Pereira	S 15º 11' 25,9" - W 41º 20' 42,8"	831m	Mata	Bem Drenada	N(y)8319249 E(x) 248035 24L	X: 15.1906 Y: 41.3453
Cândido Sales		Maria Manso	S 15º 10' 51,0" - W 41º 20' 40,7"	822m	Mata	Bem Drenada	N(y)8320323 E(x) 248086 24L	X: 15.1808 Y: 15.1808
Cândido Sales		Selvina Almeida	S 15º 30' 33,6" - W 41º 09' 06"	716m	Mata	Bem Drenada	N(y)8284179 E(x) 269189 24L	X: 15.5094 Y: 41.1517
Cândido Sales		Nelson Sousa	S 15º 00' 50,8" - W 41º 09' 19,0"	827m	Mata	Bem Drenada	N(y)8338984 E(x) 268259 24L	X: 15.0142 Y: 41.1553
Cândido Sales	Mandacaru	Gilberto Souza	S 15º 29' 46,2" - W 41º 09' 28,1"	729m	Mata	Bem Drenada	N(y)8285630 E(x) 268516 24L	X: 15.4961 Y: 41.1578
Cândido Sales		Nelson Santos	S 15º 11' 18" - W 41º 21' 38,3"	833m	Mata	Bem Drenada	N(y)8319474 E(x) 246375 24L	X: 15.1883 Y: 41.3606
Cândido Sales	Estiva	Aldemir Gusmão	S 15º 15' 01" - W 41º 11,5' 29,7"	832m	Mata	Bem Drenada	N(y)8312807 E(x) 264615 24L	X: 15.2503 Y: 41.1917
Cândido Sales		Agnodas Fernandes	S 15º 01' 24,6" - W 41º 09' 47,3"	862m	Mata	Bem Drenada	N(y)8337936 E(x) 267424 24L	X: 15.0236 Y: 41.1631
Cândido Sales		Luiz Santos	S 15º 30' 33,6" - W 41º 09' 6,1"	716m	Mata	Bem Drenada	N(y)8284179 E(x) 269187 24L	X: 15.5094 Y: 41.1517
Cândido Sales		Gerosino Vargas	S 15º 29' 17,8" - W 41º 09' 29,8"	742m	Mata	Bem Drenada	N(y)8286502 E(x) 268456 24L	X: 15.4883 Y: 41.1583
Cândido Sales		Miguel Santos	S 15º 00' 14,9" - W 41º 09' 12,7"	829m	Mata	Bem Drenada	N(y)8340089 E(x) 268437 24L	X: 15.0042 Y: 41.1536
Cândido Sales	Comunidade do Bomba	Edvaldo Silva	S 15º 29' 32,2" - W 41º 09' 25"	719m	Mata	Bem Drenada	N(y)8286061 E(x) 268604 24L	X: 15.4922 Y: 41.1569
Cândido Sales	Comunidade do Bomba	Generosa Souza	S 15º 18' 14,7" - W 41º 18' 25,8"	778m	Mata	Bem Drenada	N(y)8306724 E(x) 252258 24L	X: 15.3042 Y:

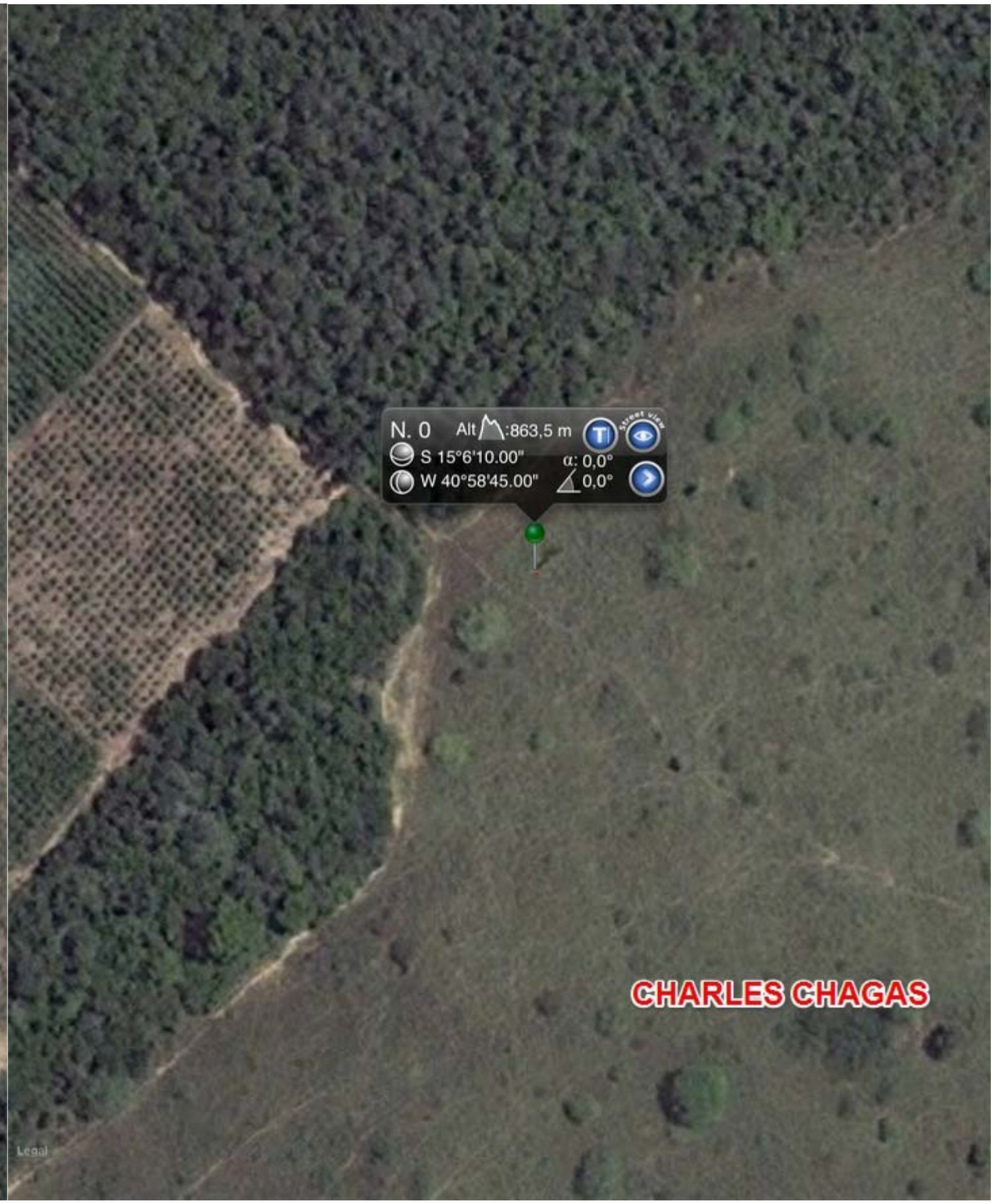
								41.3072
Cândido Sales	Comunidade do Bomba	Joana Nunes	S 15º 17' 59,8" - W 41º 18' 12,2"	775m	Mata	Bem Drenada	N(y)8307186 E(x) 252659 24L	X: 15.3000 Y: 41.3033
Cândido Sales	Comunidade do Bomba	Miceno Oliveira	S 15º 17' 57,7" - W 41º 18' 20,4"	779m	Mata	Bem Drenada	N(y)8307248 E(x) 252414 24L	X: 15.2994 Y: 41.3056
Cândido Sales	Água Verde	Joaquim Santos	S 15º 19' 46,0" - W 41º 09' 5,4	769m	Mata	Bem Drenada	N(y)8304088 E(x) 269009 24L	X: 15.3294 Y: 41.1514
Cândido Sales	Água Verde	Abdias Oliveira	S 15º 18' 10,0" - W 41º 18' 27,2"	769m	Mata	Bem Drenada	N(y)8306868 E(x) 252215 24L	X: 15.3028 Y: 41.3075
Cândido Sales	Água Verde	Farlon Carvalho	S 15º 21' 4,8" - W 41º 10' 48,0"	789m	Mata	Bem Drenada	N(y)8301635 E(x) 265972 24L	X: 15.3514 Y: 41.1800
Cândido Sales	Água Verde	Almiro Santos	S 15º 19' 22,9" - W 41º 08' 47,6"	789m	Mata	Bem Drenada	N(y)8304804 E(x) 269532 24L	X: 15.3231 Y: 41.1467
Cândido Sales	PERFIL DE SOLO	Laurentino Santos	S 15º 18' 13,2 - W 41º 17' 35,5"	772,4 m	Mata	Bem Drenada	N(y)8306786 E(x) 253758 24L	X: 15.3036 Y: 41.2933

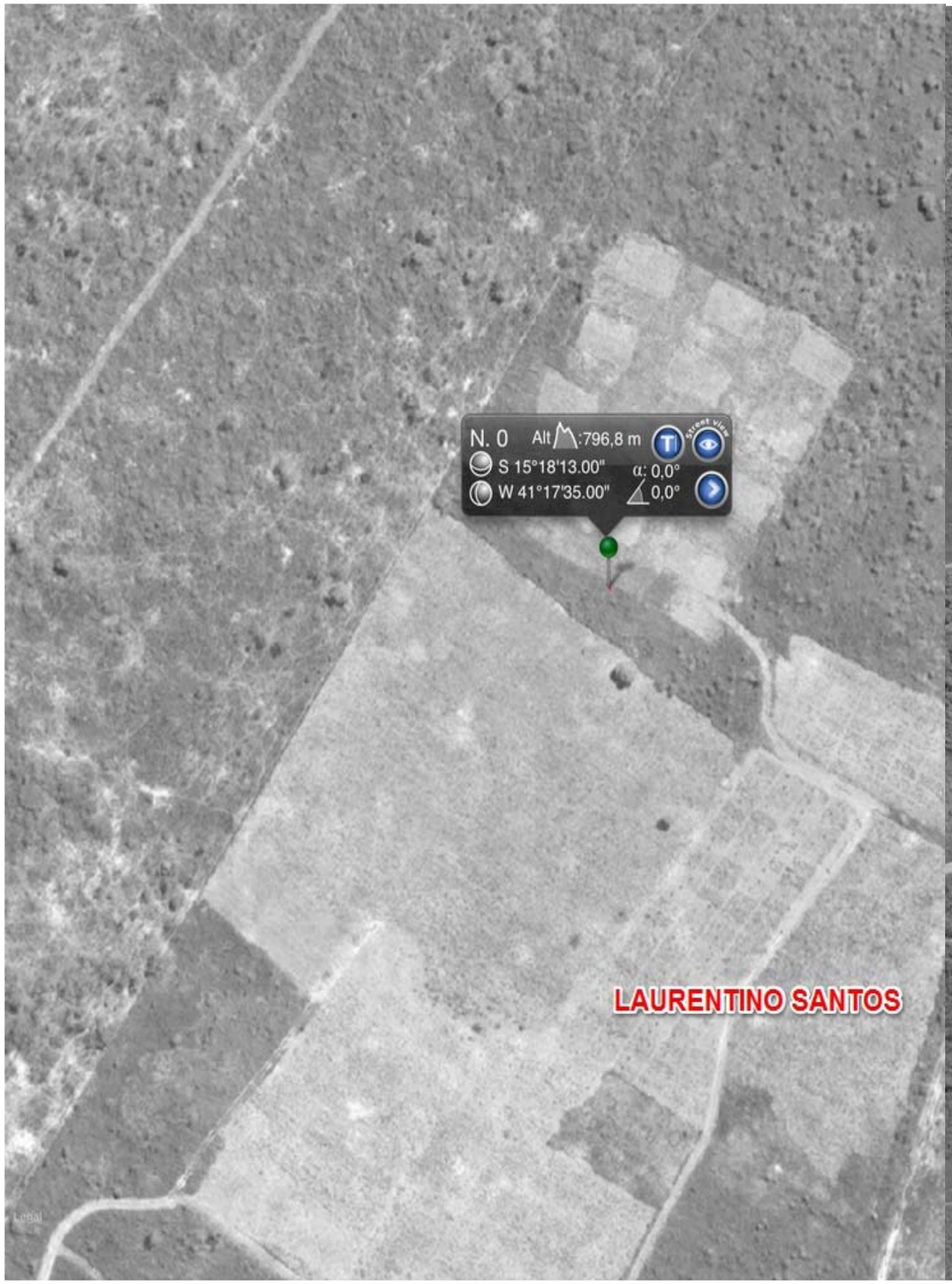
3. Fotos aéreas de algumas propriedades dos agricultores da pesquisa. **Fonte.** Map Measure Pro.


N. 0 Alt :852,5 m
S 15°6'4.00"
W 40°59'31.00"
α: 0,0°
0,0°
JACI CHAGAS
Legal

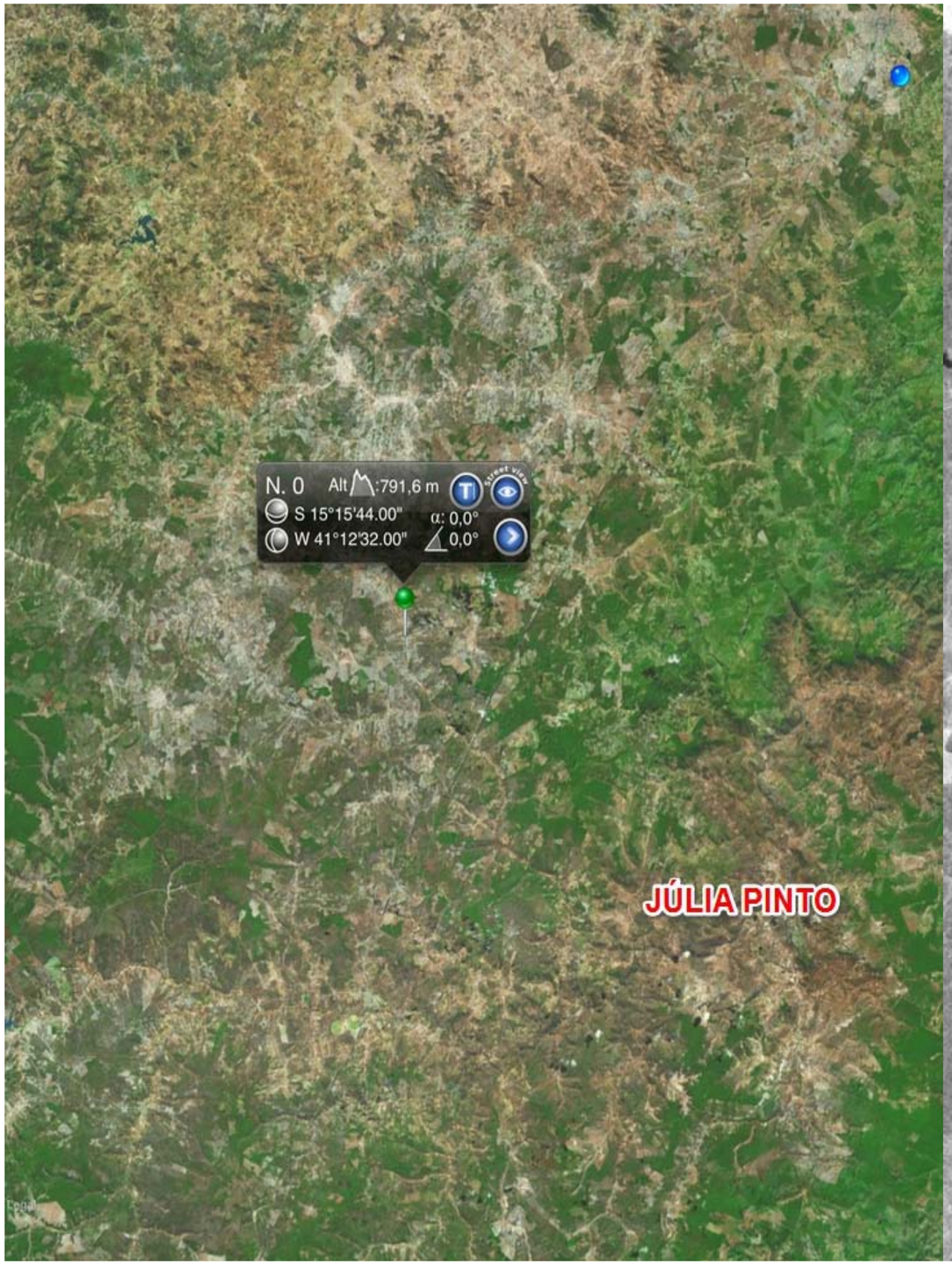

WAGNER CHAGAS
N. 0 Alt :852,6 m
S 15°6'8.00"
W 40°59'7.99"
α: 0,0°
0,0°
Legal

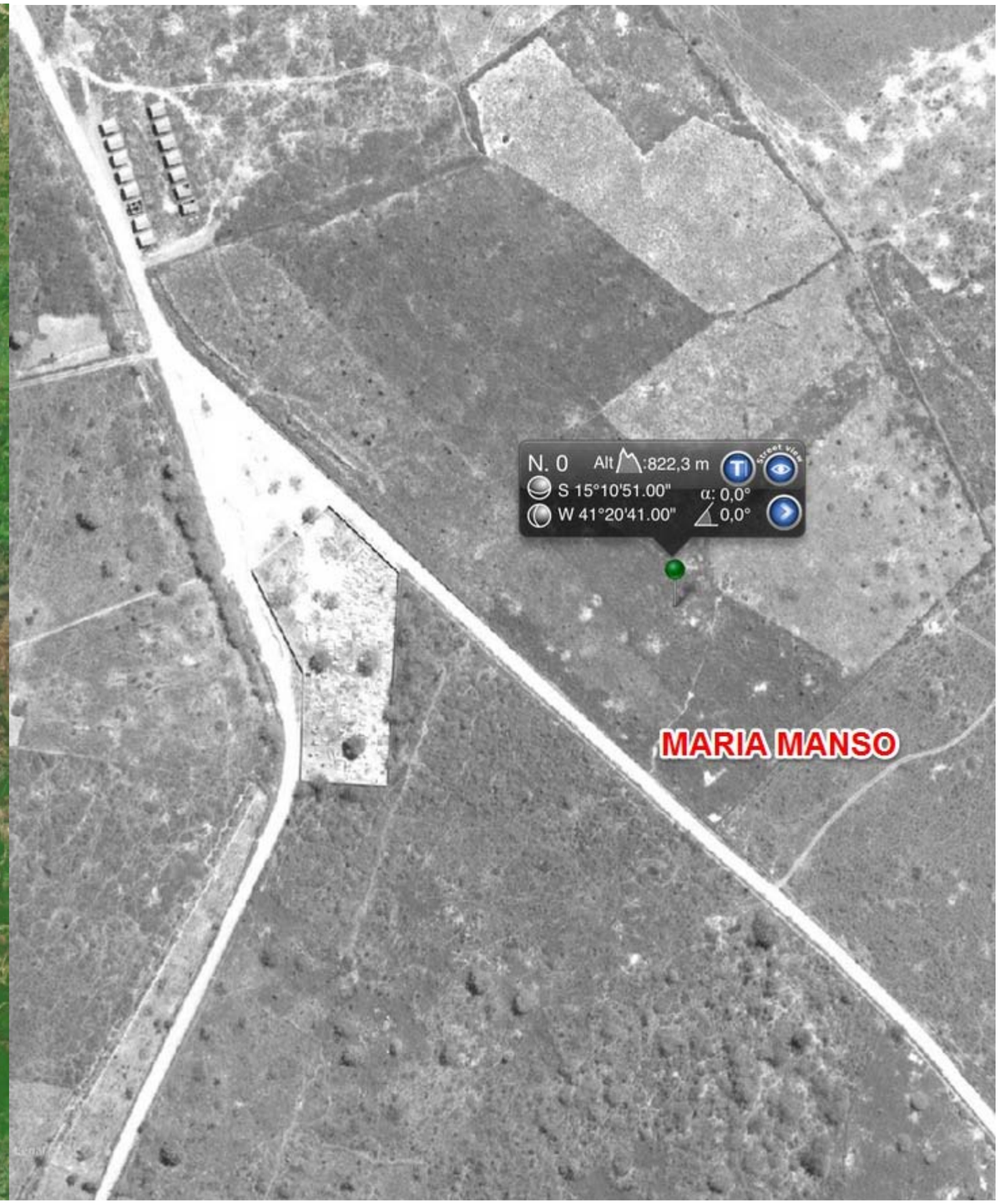

N. 0 Alt:897,3 m
S 15°5'46.00"
W 40°58'22.00"
α: 0,0°
0,0°
LINDAURA OLIVEIRA
Legal

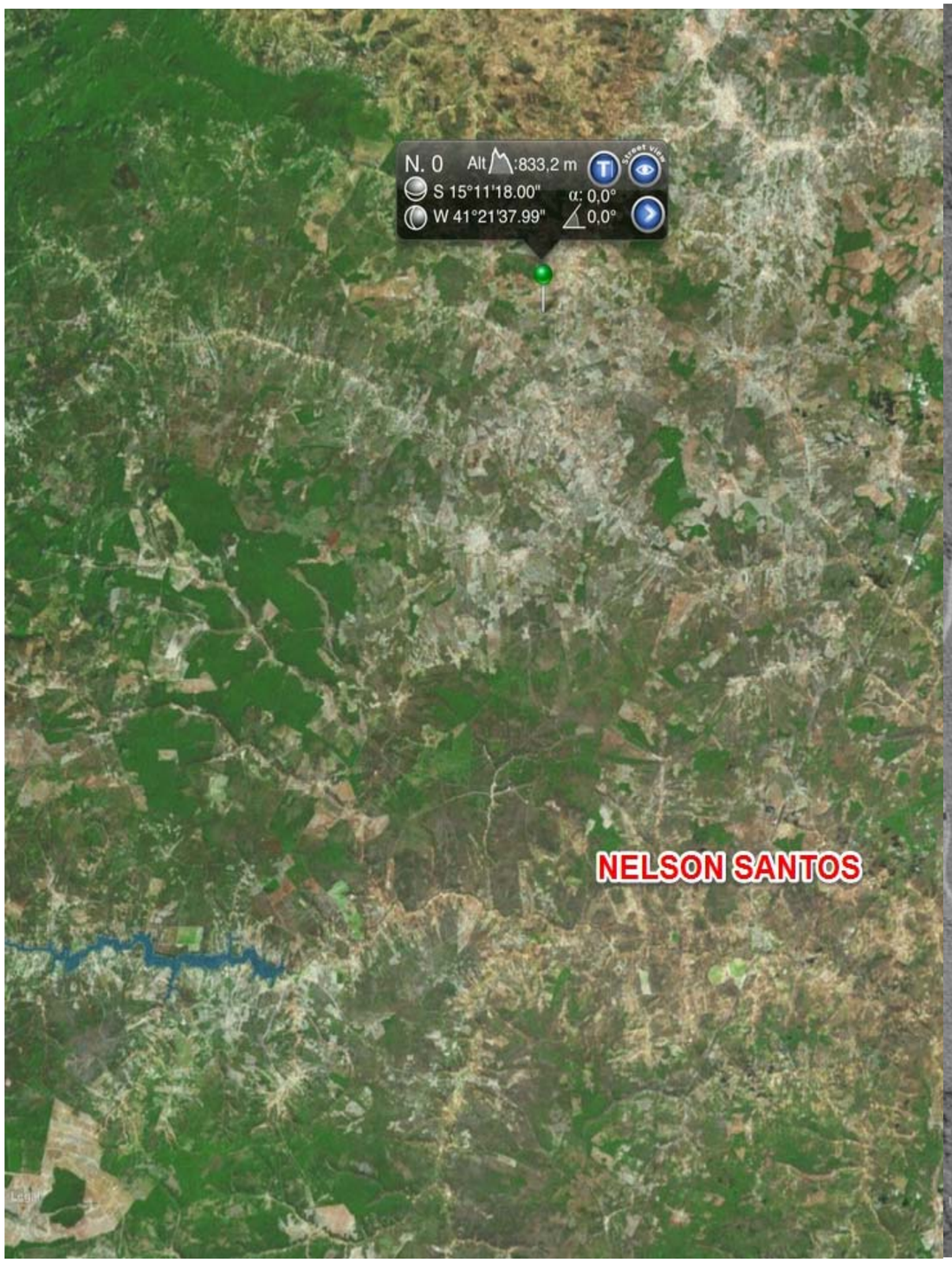

N. 0 Alt:863,5 m
S 15°6'10.00"
W 40°58'45.00"
α: 0,0°
0,0°
CHARLES CHAGAS
Legal

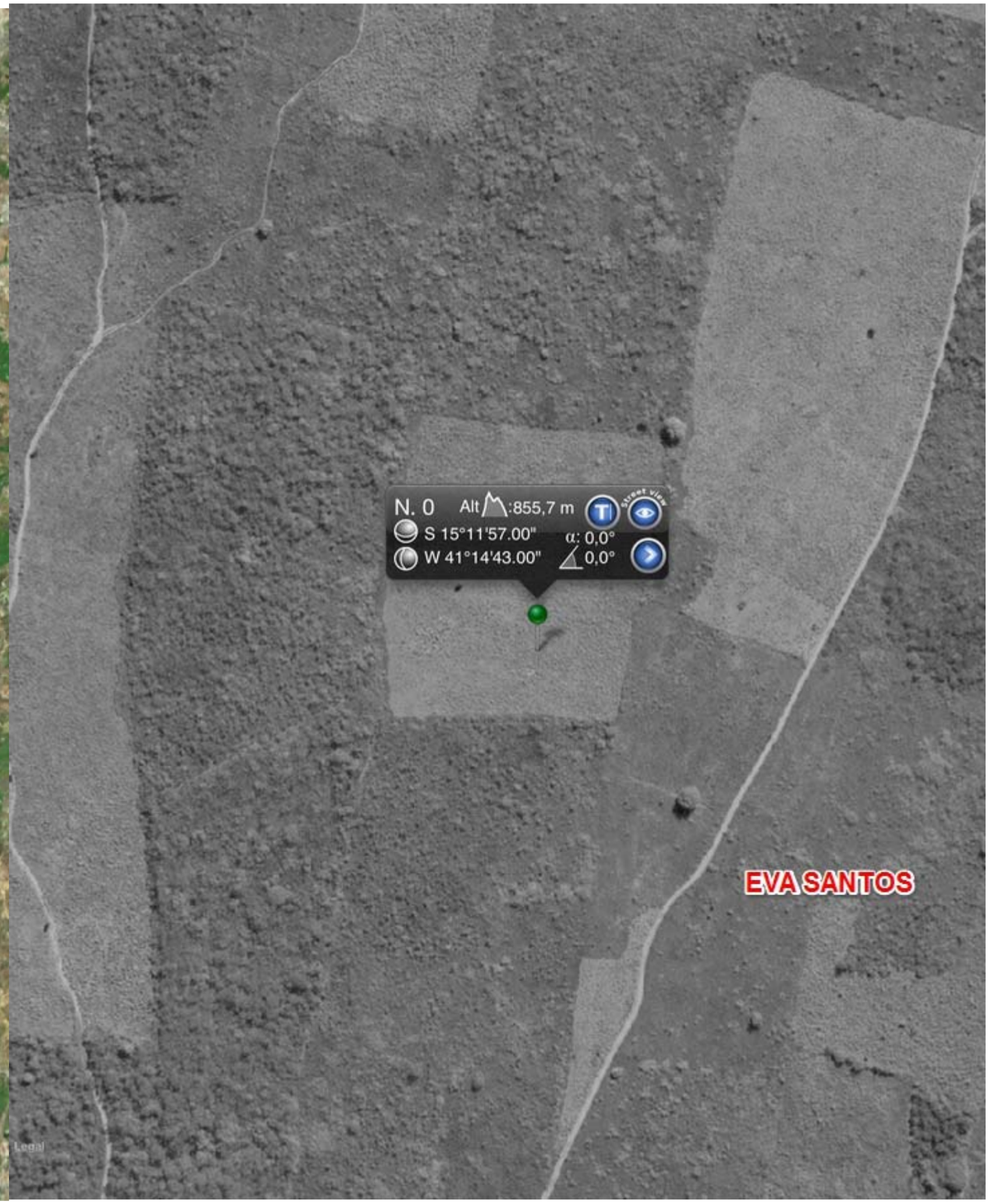

N. 0 Alt :796,8 m
S 15°18'13.00"
W 41°17'35.00"
α: 0,0°
0,0°
LAURENTINO SANTOS


N. 0 Alt :820,2 m
S 15°15'34.00"
W 41°11'59.00"
α: 0,0°
0,0°
CASSIANO PEREIRA


N. 0 Alt :791,6 m
S 15°15'44.00"
W 41°12'32.00"
α: 0,0°
0,0°
JÚLIA PINTO


N. 0 Alt :822,3 m
S 15°10'51.00"
W 41°20'41.00"
α: 0,0°
0,0°
MARIA MANSO


N. 0 Alt :833,2 m
S 15°11'18.00"
W 41°21'37.99"
α: 0,0°
0,0°
NELSON SANTOS


N. 0 Alt :855,7 m
S 15°11'57.00"
W 41°14'43.00"
α: 0,0°
0,0°
EVA SANTOS

4.Planilha com os resultados das análises de solos.

TRAT	PH	P	K	CA	MG	AL	H	SB	TPEQ	TGRA	V	M
1	4.9	4	0.14	1.1	0.8	0.3	3	2	2.3	5.3	38	13
1	5	1	0.11	0.5	0.4	0.4	2.5	1	1.4	3.9	26	28
1	5.1	5	0.16	0.8	0.5	0.3	2.8	1.5	1.8	4.6	32	17
1	5.7	30	0.43	2.6	1.3	0.1	3.2	4.3	4.4	7.6	57	2
1	5.1	11	0.17	0.9	0.6	0.4	3	1.7	2.1	5.1	33	19
1	4.7	3	0.12	1.7	0.4	0.4	4.3	2.2	2.6	6.9	32	15
1	7.2	17	0.5	3.7	1.5	0.1	1.3	5.7	5.7	7	81	0.1
1	5.2	4	0.37	1.3	0.7	0.2	2.4	2.4	2.6	5	48	8
1	5.4	5	0.2	1.5	0.6	0.1	2.3	2.3	2.4	4.7	49	4
1	4.7	2	0.12	0.8	0.5	0.6	3.4	1.4	2	5.4	26	30
1	4.8	3	0.19	0.7	0.4	0.7	3.1	1.3	2	5.1	25	35
1	4.5	2	0.11	0.3	0.2	1.1	4	0.6	1.7	5.7	11	64
1	4.4	2	0.07	0.7	0.3	1.1	4	1.1	2.2	6.2	17	51
1	5.8	2	0.68	1.8	1	0.1	3.2	3.5	3.6	6.8	51	3
1	4.8	2	0.09	0.4	0.3	1	3.7	0.8	1.8	5.5	14	56
1	4.3	2	0.01	0.1	0.1	1.4	3.6	0.2	1.6	5.2	4	87
1	4.6	2	0.1	0.5	0.4	1.1	3.6	1	2.1	5.7	18	52
1	4.6	1	0.1	0.7	0.5	1.4	7.4	1.3	2.7	10.1	13	52
1	4.3	1	0.04	0.4	0.4	2.2	8.7	0.8	3	11.7	7	72
1	4.3	1	0.02	0.4	0.2	2.4	7.4	0.6	3	10.4	6	79
1	4.8	4	0.17	1	0.5	0.7	3.5	1.7	2.4	5.9	28	30
1	4.9	2	0.14	0.9	0.6	0.6	2.8	1.6	2.2	5	33	27
1	5	1	0.1	0.8	0.4	0.7	2.1	1.3	2	4.1	32	35
1	4.8	1	0.18	0.9	0.6	1.2	5	1.7	2.9	7.9	21	42
1	4.9	2	0.13	1.3	0.8	0.7	4.8	2.2	2.9	7.7	29	24
1	4.8	2	0.07	0.7	0.6	0.7	3.5	1.4	2.1	5.6	25	34
1	4.3	1	0.07	0.3	0.2	2	10	0.6	2.6	12.6	5	78
1	4.3	2	0.04	0.5	0.3	2	7.3	0.8	2.8	10.1	8	70
1	4.3	2	0.04	0.6	0.4	1.6	6.4	1	2.6	9	12	61
1	4.2	4	0.08	0.4	0.2	2.4	10.4	0.7	3.1	13.5	5	78
1	4.7	3	0.14	0.8	0.5	0.7	5.1	1.4	2.1	7.2	20	33
1	5.8	3	0.1	2	0.9	0.1	2.8	3	3	5.8	52	0.1
1	5	2	0.17	1	0.7	0.3	3.3	1.9	2.2	5.5	34	14
1	4.7	2	0.16	0.8	0.4	0.7	3.3	1.4	2.1	5.4	25	34
1	4.7	2	0.14	0.8	0.5	0.6	2.7	1.4	2	4.7	30	29
1	4.7	2	0.14	0.8	0.5	0.8	3.4	1.4	2.2	5.6	26	36
1	5.1	3	0.11	1	0.7	0.5	2.2	1.8	2.3	4.5	40	22
1	5.1	2	0.24	1.6	0.7	0.3	2.6	2.5	2.8	5.4	47	11
1	6.5	40	0.68	3	1.2	0.1	2	4.9	4.9	6.9	71	0.1
1	5.4	1	0.43	1.3	0.8	0.2	2	2.5	2.7	4.7	53	7
1	5.7	3	0.2	1.9	0.9	0.1	1.9	3	3.1	5	60	3
1	4.3	2	0.02	0.3	0.2	2.5	14	0.5	3	17	3	83
1	4.3	1	0.08	0.5	0.4	2	9.5	1	3	12.5	8	67
2	5.3	2	0.07	1.4	0.7	0.1	2.5	2.2	2.3	4.8	45	4
2	4.8	1	0.04	0.5	0.4	0.4	1.6	0.9	1.3	2.9	32	30
2	6.6	2	0.47	2.2	0.8	0.1	1.6	3.5	3.5	5.1	68	0.1
2	4.6	1	0.17	0.5	0.4	0.7	3.1	1.1	1.8	4.9	22	40
2	6.6	6	0.14	2	0.6	0.1	1.6	2.7	2.7	4.3	63	0.1
2	5.9	2	0.24	1.4	0.7	0.1	1.8	2.3	2.3	4.1	57	0.1
2	4.5	1	0.05	0.3	0.2	0.9	3.8	0.6	1.5	5.3	10	62
2	4.3	1	0.04	0.3	0.2	1.2	4	0.5	1.7	5.7	9	69
2	5.1	1	0.14	0.7	0.3	0.2	1.8	1.1	1.3	3.1	36	15
2	4.9	1	0.09	0.6	0.3	0.3	1.3	1	1.3	2.6	38	23
2	4.5	1	0.07	0.2	0.1	1	1.9	0.4	1.4	3.3	11	73
2	4.3	2	0.07	0.5	0.3	1.1	3.6	0.9	2	5.6	16	56
2	4.1	2	0.07	0.2	0.1	1.3	2.5	0.4	1.7	4.2	9	78
2	5.1	1	0.3	0.7	0.5	0.3	2.2	1.5	1.8	4	38	17
2	4.6	0	0.06	0.3	0.3	0.8	1.8	0.7	1.5	3.3	20	55
2	4.6	1	0.09	0.5	0.2	0.7	1	0.8	1.5	2.5	32	47
2	4.7	2	0.12	0.6	0.5	0.5	2.3	1.2	1.7	4	30	29
2	4.8	1	0.12	0.6	0.3	0.7	3.4	1	1.7	5.1	20	41
2	4.2	2	0.08	0.3	0.2	1.1	3	0.6	1.7	4.7	12	65
2	4.7	1	0.09	0.5	0.4	0.5	1.7	1	1.5	3.2	31	34
2	5.2	2	0.1	0.7	0.5	0.2	1.7	1.3	1.5	3.2	41	13
2	6.3	4	0.08	2.3	0.7	0.1	2.7	3.1	3.1	5.8	53	0.1
2	4.7	2	0.11	0.4	0.3	1	4	0.8	1.8	5.8	14	55
3	5.8	4	0.44	3.8	1.1	0.1	2.3	5.3	5.4	7.7	69	2
3	4.7	2	0.1	0.6	0.5	0.8	2.3	1.2	2	4.3	28	40
3	5.2	1	0.3	1.3	1	0.5	2.3	2.6	3.1	5.4	48	16
3	4.8	1	0.07	1.2	0.8	0.9	4.1	2.1	3	7.1	29	30
3	4.6	2	0.06	0.4	0.4	1.2	3	0.9	2.1	5.1	17	58
3	4.6	4	0.04	0.6	0.4	0.9	3	1	1.9	4.9	21	46
3	4.9	2	0.14	0.8	0.4	0.6	2.2	1.3	1.9	4.1	32	31
3	4.6	4	0.07	0.3	0.3	1.1	2	0.7	1.8	3.8	18	62
3	5.9	16	0.13	1.6	0.5	0.1	1.1	2.2	2.3	3.4	65	4
3	4.9	2	0.18	0.9	0.6	1	3.2	1.7	2.7	5.9	29	37
3	6.4	4	0.58	2.8	1.4	0	1.4	4.8	4.8	6.2	77	0

3	5.9	2	0.3	2	1.2	0.1	1.7	3.5	3.6	5.3	66	3
3	5.1	2	0.38	1.3	1	0.4	2	2.7	3.1	5.1	53	13
3	6.3	3	0.41	3	1.5	0	1.6	4.9	4.9	6.5	75	0
3	5.3	1	0.4	1.6	1.2	0.4	1.8	3.2	3.6	5.4	59	11
3	5.1	1	0.27	1.2	1	0.7	2.1	2.5	3.2	5.3	47	22
3	4.7	4	0.16	1.2	0.8	1.1	4.7	2.2	3.3	8	27	34
3	4.9	2	0.11	0.5	0.5	0.6	2	1.1	1.7	3.7	30	35
3	4.5	4	0.34	0.5	0.5	2.5	7.3	1.3	3.8	11.1	12	65
3	5.1	4	0.47	3.7	1.1	0	2	5.3	5.3	7.3	72	0