

Capítulo II

CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA

1 – ASPECTOS GEOAMBIENTAIS

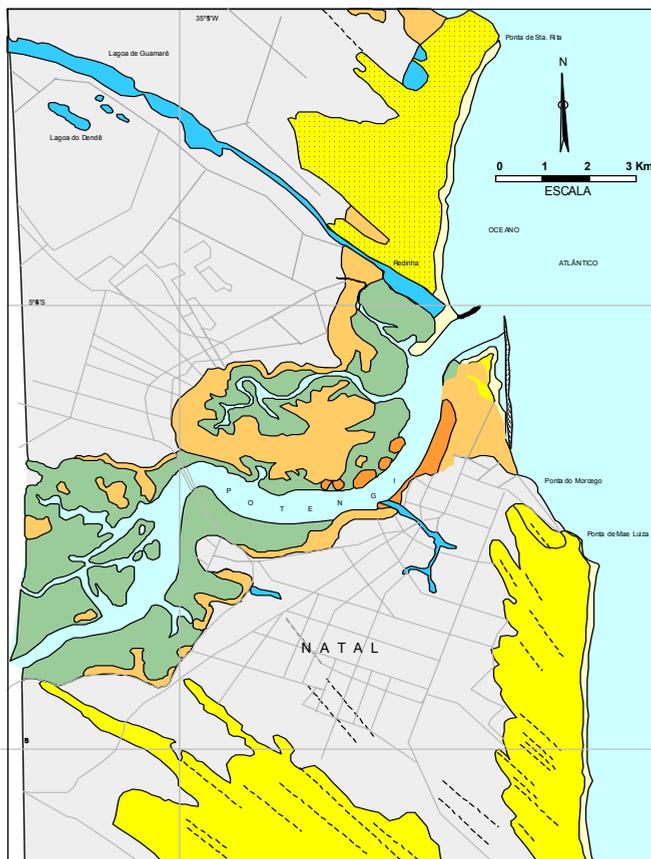
1.1 – Enquadre Geológico e Geomorfológico Regional

Desde o início do século XX são realizadas pesquisas sobre a litologia da faixa costeira de Natal (Branner, 1902 e Jenkins, 1913). Mas, somente a partir da década de 50, é que os estudos tornaram-se mais sistemáticos, destacando-se entre os demais os de Kegel (1957), Campos e Silva (1966), Salim & Coutinho (1974), Nogueira (1981), Cunha (1981) e Mabesoone (1987).

Geologicamente, o litoral do Nordeste Oriental do Brasil é constituído por terrenos cristalinos pré-cambrianos, no embasamento, com larga primazia de rochas metamórficas, como migmatos, gnaisses, xistos, quartzitos e mármore, representantes do Complexo Caicó (Jardim de Sá, 1994) in Cunha (1990).

Sobre este arcabouço repousam os sedimentos mesocenozóicos, os quais apresentam-se como uma estreita faixa semi-contínua, que compõem, de norte para sul, as bacias sedimentares Potiguar e Pernambuco – Paraíba. Estas bacias foram geradas associadas ao processo de ruptura do Gondwana, e evoluíram para uma fase transicional e, posteriormente de oceano aberto, sendo desta fase os registros aflorantes.

Superpostos a estas seqüências e em discordância erosiva, ocorrem os sedimentos plio-pleistocênicos do Grupo Barreiras, que por sua vez são recobertos também discordantemente por sedimentos continentais e transicionais mais recentes, (Figura 10).



CONVENÇÕES

Feições Morfológicas	Litologia / Depósitos detríticos
Aluviões actuais	Sedimentos arenosos, mal selecionados, localmente cascalhos, silte e argila.
Praia e pós-praia	Areias quartzosas predominantemente médias a finas
Mangues atuais	Sedimentos silício-areno-argiloso, ricos em matéria orgânica
Campo de dunas com retomada atual da atividade eólica, com corredores de vento e migração de dunas	Areias fina, brancas, bem selecionadas, localmente micáceas
Campo de dunas vegetadas, já estabilizadas com ação eólica atual restrita	Areias finas, brancas, amareladas e avermelhadas, bem selecionadas, localmente ricas em matéria orgânica
Restos de baixas planícies arenosas	Sedimentos predominantemente arenosos, regularmente selecionados
Tabuleiros terciários	Grupo Barreiras, Formação Guararapes e Macaíba individuais, sedimentos areno-argilosos e argilo-arenosos, com intercalações de níveis conglomeráticos e de cascalhos.
Aterros	Sedimentos arenosos (areias quartzosas médias a finas) oriundas de dragagens e de dunas

Figura 10 – Mapa Geológico / Geomorfológico da área em estudo

- Arcabouço Pré-Cenozóico

A linha de costa e a borda da plataforma continental do Nordeste Oriental brasileiro exibem direção geral norte-sul; essa orientação secciona abruptamente as estruturas do embasamento pré-cambriano, cujas direções principais são leste - oeste (Zonas de crisalhamento Patos e Floresta), secundadas por feixes NE-SW. Esta direção N-S foi definida a partir da tectônica extensional responsável pela abertura do Oceano Atlântico, entre o Jurássico e o Cretáceo.

Os registros sedimentares meso-cenozóicos são englobados pelas denominadas bacias Pernambuco – Paraíba e, mais a norte, Potiguar. A história meso-cenozóica da bacia é consequência de sua evolução tectono-sedimentar, caracterizada pela subsidência continuada da margem continental, resultando em um espessamento vertical e avanço progradacional de sedimentos.

- Bacia Pernambuco – Paraíba

A seqüência sedimentar da Bacia Pernambuco – Paraíba repousa em discordância sobre rochas pré-cambrianas e sua espessura máxima é de 390 metros ao nível do litoral (Gomes et al. 1981). Na parte emersa, as camadas sedimentares mergulham suavemente em direção ao mar (inclinação de 5 a 25 m/km). A sedimentação cretáceo-paleocênica forma um ciclo onde se destacam basicamente duas fácies principais: continental, representada por arenitos com intercalações subordinadas de argilitos e folhelhos; e marinha, que são calcários e margas, com arenitos carbonáticos e fosforito na base.

Esta seqüência sedimentar pode ser dividida litologicamente em duas: seqüencial clástica basal, terrígena e englobando os sedimentos da Formação Beberibe e horizontes de dolomitos arenosos, limitada no topo por um horizonte de mineralização fosfática (Kegel, 1957); seqüência carbonática superior, de caráter químico, bioquímico dominante, englobando os sedimentos das formações Gramame e Maria Farinha. O horizonte carbonático parece ter continuidade no oceano.

- Bacia Potiguar

A Bacia Potiguar é a mais oriental das bacias da margem equatorial e sua importância econômica decorre dos resultados exploratórios significativos alcançados desde as primeiras descobertas no mar (Campo de Ubarana, 1973), e em terra (Campo de Mossoró em 1979). Atualmente constitui-se no principal produtor de petróleo em terra do Brasil, com uma produção em torno de 100 mil barris/dia.

Estudos pioneiros nesta bacia foram realizados por Burlamaqui (1855) e, posteriormente, por Crandall (1910), ambos, in Mabessone, Sopper (1913), Maury (1924, 1934) in Fortes (1987), que descreveram os calcários fossilíferos na região de Natal. Foi atribuída aos fósseis dessa região uma idade turoniana, Oliveira & Leonardos (1943) in Mabessone (1972), percorreram toda a bacia e denominaram de Grupo Apodi, as rochas calcárias aflorantes.

Cypriano & Nunes (1968) in Fortes (1987) definiram formalmente a Formação Jandaíra, e subdividiram-na em três membros. Confirmaram a existência da Formação Gangorra (seqüência de clásticos finos, predominantemente folhelhos escuros, cinza-esverdeados e carbonosos, abaixo da Formação Açú), e distinguiram a Formação Jandaíra.

Mayer (1974) in Nogueira (1981), formalizou a subdivisão da Formação Açú em três membros. Sugeriu a criação de uma nova coluna estratigráfica composta pelas seguintes formações: Açú, Ubarana, Salgado, Macau e Tibau.

Baseado nos estudos anteriores e em dados de cerca de 4.000 poços e de mais uma centena de quilômetros de seções de sísmica de reflexão (78% no mar), Araripe & Feijó (1994) in Dote Sá (2000) apresentaram a definição das unidades hoje mais aceitas pela comunidade.

Desta forma, tem-se as rochas da bacia organizadas em três grupos: o Grupo Areia Branca, representante das fases rifte e transicional, que reúne as formações Pendência, Pescada e Alagamar, de conteúdo dominante clástico; os grupos Apodi e Agulha, representantes do estágio de deriva continental, englobando, respectivamente, as formações Açú, Jandaíra, Ponta do Mel e Quebradas, já com a predominância de carbonatos em direção ao topo, e as formações Ubarana, Guamaré e Tibau, compostas por clásticos e carbonatos de baixa energia.

- Quadro Morfo-Tectônico

A história pré-cenozóica do litoral oriental do Rio Grande do Norte destaca um importante acervo de elementos estruturais reconhecidos no embasamento pré-cambriano, representado por zonas de cisalhamento dúcteis a dúcteis-frágeis de trends variados; nas proximidades da costa, as zonas de cisalhamento infletem no rumo NE, segundo as quais desenvolve-se amplos vales fluviais no baixo curso.

A tectônica mesozóica ainda não está claramente reconhecida em superfície. O desenvolvimento de um “par” NE x NW pode ter sua origem nesta época, analogamente ao sistema desenvolvido no litoral norte (Sistema de Falhas de Canaubais versus Falha N-S da fase rifte (separação América do Sul – África), ou ter sido desenvolvida posteriormente (Terciário). Na região entre Nova Cruz e Santo Antônio, cerca de 60 km a sul de Natal, está caracterizado um importante acervo de falhas direcionais na meso-escala, predominando tipos transcorrentes N-S, tradicionalmente atribuídos às falhas geradas na fase rifte; estudos de maior detalhe são requeridos a fim de se obter alguma “chave” para o posicionamento cronológico desse sistema de falhas.

Com respeito à tectônica cenozóica, alguns pesquisadores, descreveram as relações entre a sedimentação Barreiras e o padrão atual de afloramento dessas seqüências, correlacionando-os ao campo de tensões atual. Segundo esses autores, o eixo de compressão máxima varia de E-W (litoral oriental e parte do litoral setentrional do RN) a NW-SE (litoral setentrional do Estado, a partir de sua inflexão NW-SE); as maiores espessuras da sedimentação Barreiras, portanto, seriam encontradas preservadas nos baixos estruturais neotectônicos. Bezerra et al. (1993) in Tabosa (2000) apresentaram, a nível preliminar, uma abordagem morfo-neotectônica do litoral oriental do Rio Grande do Norte; a integração entre ferramentas geológicas, geomorfológicas e estruturais permitiu o reconhecimento de três direções principais de lineamentos regionais e a redefinição do Graben do Potengi (Costa & Salim 1972) in Fortes (1987) como uma estrutura em hemi-graben cuja falha principal tem um rumo N60°E, comportando o estuário do Rio Potengi e o baixo curso do Rio Jundiá, seu principal afluente.

Para o litoral oriental, a atuação de evento(s) neotectônico(s) é postulada com base na análise morfo-tectônica. Bezerra et. al. (1993), in Tabosa (2000), revela como direções principais as orientações NE-NW; segundo essas direções desenvolve-se um expressivo conjunto de

feições morfológicas, quais sejam: quebra de relevo do Barreiras, alinhamento de drenagens e deflexões, trajetórias de migração e abandono de canais, assimetria dos terraços aluvionares, lagoas e campo de lagoas alinhadas, corredores de campo de dunas, linha de costa N-S recortada em échelon e recuada no sentido norte, bem como a distribuição dos sedimentos do sistema costeiro.

A posição particular desta região em relação à margem continental sul-americana determina a atuação de um importante campo de tensões global compressivo (par Cadeia Meso-Atlântica versus Cadeia Andina) interagindo com um campo regional distensivo (efeito da “face livre” na margem continental). A ocorrência de eventos neotectônicos na região foi postulada em trabalhos pioneiros de Beurlen (1967), Costa & Salin (1972), Salim et al. (1979) in Fortes (1987). Além de critérios de campo, é nesta região que localiza-se uma das mais importantes áreas de atividades sísmica do Brasil (João Câmara), cujo exame de sismos define a Falha Sísmica de Samambaia (Assumpção et al. 1985/89, Takeia et al. 1985/89), Takeia et al. 1989, Ferreira et al. 1987/90) in Dote Sá (2000).

No que diz respeito aos elementos tectônicos, alguns pesquisadores adotam a terminologia Hemi-graben do Jundiá para designar esta feição tectônica definida como Graben por Costa & Salin (1972) ou Hemi-graben do Jundaí para designar esta feição tectônica definida como Graben por Costa & Salim (1972) ou Hemi-graben do Potengi por Bezerra et al. (1993) in Tabosa (2000), tendo em vista que é sobre o Rio Jundaí que estão evidenciadas as maiores expressões do desenvolvimento dessa estrutura, quais sejam o alargamento do vale fluvial, a assimetria do registro sedimentar (terraços aluvionares e aluviões modernos predominantemente na margem esquerda), bem como a ocorrência de um expressivo acervo de falhas e elementos de fábrica reconhecidos em pedreiras na região de Macaíba, Bezerra et al. (1996), in Tabosa (2000).

O basculamento é inferido para SE, com base na dissimetria da rede de canais (predominam canais na margem esquerda), por exemplos de deformação impressa em sedimentos do Grupo Barreiras, Bezerra et al. (1993) in Tabosa (2000), sendo corroborada por estudos gravimétricos regionais (Bezerra et al. 1993, Nazaré Jr. 1993) in Tabosa (2000) e poços hídricos que denotam uma expressiva variação de espessura dos sedimentos modernos em perfil transversal ao estuário do Potengi Costa & Salim(1972).

- Quadro Morfo-Escultural

Uma grande diversificação geomorfológica é verificada no Nordeste do Brasil, onde são evidentes os papéis desempenhados pela estruturação geológica pré-cenozóica e pela evolução morfoclimática combinados com a ação dos demais agentes modeladores do relevo.

Bigarella et al. (1964), sugeriam que dois conjuntos diferentes de processos atuaram alternadamente na paisagem, durante o Pleistoceno. Nas épocas glaciais, a paisagem sofreu degradação lateral em clima semi-árido; em épocas interglaciais, ocorreu a dissecação do relevo, em clima úmido. Uma relação entre estas flutuações e as variações eustáticas é feita por Prates et al. (1981) in Fortes (1987), que assim indica que os períodos degradacionais estariam associados com a diminuição do nível de base geral.

Neste sentido, a Superfície dos Tabuleiros Costeiros, denominação consagrada na literatura geocientífica brasileira, mostra-se como a maior expressão morfoescultural da área em estudo, sendo a unidade geomorfológica mais sensível aos efeitos das variações climáticas quaternárias. Baseando-se nas formas observáveis, (Prates et al. 1981) in Fortes (1987) traçou um quadro evolutivo para esta unidade no litoral leste, o qual é sumariado a seguir.

Os Tabuleiros Costeiros são suportados por uma faixa de sedimentos com geometria aproximadamente tabular sobre as quais se molda o relevo pertinente, encaixada entre o relevo dissecado da Depressão Sertaneja e as praias atuais; esta unidade se estende por uma faixa contínua de cerca de 700 Km ao longo do litoral dos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. No seu interior, seu contato se dá com a Depressão Sertaneja, sua largura média é de 50 Km e sua altitude média varia entre 70 e 100 metros (Prates et al. 1981) in Fortes (1987).

Ao fim da deposição dos sedimentos do Barreiras, que se estendiam em direção ao mar a distâncias muito maiores do que as atuais, segundo o grau de inclinação do topo dos tabuleiros, a fração arenosa destes sedimentos juntamente com as areias marinhas começam a ser mobilizadas, por processos eólicos para o interior do continente. Este processo é atribuído ao pleistoceno inferior e relacionado às dunas de coloração vermelha que devem ter se formado neste período, que seria interglacial, assim como os seguintes, onde houve a formação dos cordões arenosos. No pleistoceno médio, foram formadas, em condições semelhantes, as dunas transversais em Natal.

Tricart (in Fortes 1987) atribuiu para estas dunas uma extensão muito maior do que a atual, tendo sido elas truncadas com o avanço das águas oceânicas. As dunas migrantes mais recentes foram remobilizadas dos depósitos arenosos formados na parte descoberta da plataforma durante a última regressão.

Por outro lado, as planícies flúvio-marinhas presentes na faixa litorânea e elaboradas no Quaternário, formam, juntamente com as dunas e as lagoas, o quadro morfológico elaborado mais recentemente na história evolutiva da região. Salim & Coutinho (1974) e Cunha (1981) explicam que à medida que os talwegues eram atingidos por processos tectônicos, principalmente durante períodos transgressivos, as encostas destes vales tornavam-se mais pronunciadas, sofrendo um recuo maior do que aqueles que não foram afetados por tectonismo, fornecendo então mais material para as calhas fluviais. Assim, somente os rios com maiores caudais, como o Ceará Mirim, Potengi, Jundiá, Jacú e Curimataú, apresentam grandes planícies flúvio-marinhas.

A bacia hidrográfica do Rio Potengi ocupa uma área de aproximadamente 4.075 Km², cujo interflúvio principal é a Serra de Santana. No baixo curso, a rede de drenagem foi instalada sobre a Superfície dos Tabuleiros, cujo grau de dissecação apresenta-se variável, exibindo um grande número de riachos instalados sobre esta superfície, os quais já foram grandemente modificados pela ação antrópica.

O Rio Potengi em seu alto e médio cursos evidencia um padrão retangular NW- SE / NE-SW. Nas proximidades de Macaíba este rio exhibe direção geral E-W e “desemboca” no Rio Jundiá, sendo que este último exhibe um leito bastante alargado na direção NE-SW, encaixado em uma depressão esculpida nos sedimentos do Grupo Barreiras e segundo a qual pode ser reconhecido um grande número de feições morfo-estruturais interpretadas como resposta ao conhecimento tectônico. É sobre esta ampla zona rebaixada que se instala o sistema estuarino.

Um outro elemento morfoescultural presente no litoral estudado corresponde às linhas de recifes constituídas por arenitos de praia (beach rocks) que segundo a maioria dos estudos realizados na região representam antigas linhas de praia.

Temos ainda presença de falésias que correspondem a arenitos ferruginosos do Grupo Barreiras e em geral se constituem no limite da planície costeira (planície litoral). Equivalem a formas atuais ou sub-atuais ao longo da costa de Natal formando feições abruptas talhadas no relevo de Formação Barreiras.

1.1.1 – Geologia e Geomorfologia Continental

1.1.1.1 – Margem Continental Brasileira

A síntese dos conhecimentos geomorfológicos e sedimentares da margem continental brasileira foi elaborada a um nível geral, tomando por base pesquisa bibliográfica disponível, dados do Projeto REMAC e os arquivos do Programa de Geologia e Geofísica Marina-PGGM, sistematizados por Coutinho (1996).

Em relação aos levantamentos batimétricos é o primeiro trabalho fisiográfico englobando os dados exploratórios da PETROBRÁS e trabalhos realizados por Barreto & Milliman (1969), seguido por Martins et al. (1972), que definiram várias províncias topográficas e inferiram algumas relações genéticas das estruturas da margem continental brasileira.

Mais tarde, o Projeto REMAC (1975) integrou vários trabalhos previamente elaborados e apresentou uma série de mapas batimétricos caracterizando a margem continental brasileira e que continuam em uso até hoje, principalmente devido a ausência de projetos atuais de selo regional.

Conforme a terminologia de Heezen & Menard (1966), as margens continentais apresentam três regiões principais bem desenvolvidas: plataforma, talude e sopé continental.

A margem continental brasileira é uma margem passiva do tipo Atlântico e estendendo-se por uma área total de 5.003.397 Km², o que equivale a 59% do território brasileiro emerso. Têm como característica morfológica principal a presença de costas relativamente baixas, relevo moderado, e tectonicamente estável.

Zembruscki (1972) in Cunha (1979), dividiu a margem continental brasileira em regiões diferentes. A região Nordeste-Leste, com formas de relevo predominantemente de influência tectônica e vulcânica, em contraste com regiões Norte-Sul onde a morfologia é resultante de processos sedimentares.

Como já comentado anteriormente, a margem continental brasileira possui três regiões fisiográficas bem divididas.

A plataforma continental está limitada da costa até a batimetria de cota 40-70 m, nas regiões Leste e Norte, e 100-160 m na região Sul, apresenta uma área total de 721.100 Km², declividade média de 0,1°, e largura que varia de 8 Km, ao longo de Salvador, 100 Km na

costa nordeste e até 330 Km na saída do Rio Amazonas.

O talude continental ocupa uma área de 762.297 km², declividade média de 5°, apresenta alguns trechos mais profundos (vales e canyos, como São Francisco, Japarutuba, Rio Grande, etc.) e outros trechos de grandes regiões aplainadas, como os Platôs Marginais de São Paulo, Pernambuco, entre outros; finalizando com o sopé continental, cuja transição do talude ocorre de forma gradual a partir das cotas (intervalos) 2.800-3.600 m de profundidade, e ocupa uma área de 3.520.000 Km².

Devido a sua importância econômica e interesse estratégico, a plataforma continental é a província oceânica mais investigada.

A primeira divisão fisiográfica da plataforma brasileira foi apresentada por Kempf (1970), a partir de um estudo na plataforma do Estado de Pernambuco, estabelecendo uma profundidade de 35-40 m como limite entre as zonas infralitoral e circalitoral. Este limite é identificado pelo desaparecimento das *Halophila decipiens*, seguido da mudança da flora algária. Este critério sugerido é puramente biológico. Para completar essa divisão, Coutinho (1976) propôs uma outra subdivisão da plataforma nordestina, levando em conta os critérios sedimentológicos associados às características morfológicas.

O estudo de diversos tipos de sedimentos encontrados na plataforma do Nordeste permite observar a existência de um limite claro entre as areias quartzosas terrígenas e os depósitos de algas calcárias que coincide, aproximadamente, com a isóbata de 20 m. Este limite é facilmente identificado e marca o surgimento da *Lithothamnium*, em formas livres e ramificadas, que se estende até a profundidade de 40 m. A partir desta profundidade existe um limite externo da plataforma, onde ocorre predominantemente blocos maciços de algas associados em proporções variadas de areia biodetrítica com 10-15% de lama calcária de cor azulada. Na parte superior do talude essa percentagem de lama é superior a 40%.

Os critérios mencionados foram definidos inicialmente, para a plataforma do Nordeste, porém, estudos mais recentes mostram que os mesmos podem ser aplicados em toda plataforma continental brasileira.

Em função desta observação a plataforma brasileira está dividida em três regiões distintas:

- Plataforma interna (0-20m) – Apresenta relevo regular com pequeno declive. A cobertura sedimentar é composta, predominantemente, por areias quartzosas. A fauna é constituída de moluscos, com ou sem foraminíferos bentônicos.

- Plataforma média (20-40m) – Apresenta um relevo com algumas irregularidades. Na cobertura sedimentar são predominantes as areias e cascalhos de algas (*maerl*), com teor de carbonato de cálcio superior a 90%.

- Plataforma externa (40m em diante) – Também de relevo irregular. Na cobertura sedimentar predominam cascalho, areias e lamas biodetríticas, sendo as *Halimedes* as mais abundantes e o teor de carbonato de cálcio superior a 75%.

1.1.1.2 – Caracterização Geológica da Costa do Nordeste do Brasil

A Costa Nordeste do Brasil corresponde a região compreendida entre o Delta do Rio Parnaíba e Salvador.

A plataforma continental é uma região que caracteriza-se por apresentar uma extensão reduzida, em média 40 a 50 km, variando de 8 km, ao largo de Salvador, até 75-80 Km próximo de Fortaleza. Os valores mínimos de profundidade da linha de quebra da plataforma correspondem a frente de grandes canais e canyos presentes em regiões como Natal, São Francisco, Japarutuba e Salvador e são geralmente inferiores a 40m exceto a noroeste de Natal, onde dominam profundidades menores que 20m, enquanto que a borda da plataforma alcança 70m.

A declividade média da plataforma é em torno de 1:600 (2m/Km), alcançando o valor máximo de 1:100 (10m/Km) ao longo de Aracaju.

A morfologia da plataforma é geralmente monótona, sendo cortada por sistemas de canais bem desenvolvidos, como por exemplo, canais de Aracaju a Maceió (Summerhayes et al., 1975).

As pequenas profundidades e formas de relevo predominantemente de influência tectônica e vulcânica refletem as condições climáticas e geológicas da área emersa adjacente. Devido à fraca contribuição terrígena e o clima tropical, uma importante sedimentação de carbonatos biogênicos domina boa parte da plataforma média e toda a plataforma externa.

Uma plataforma estável, pouco profunda e pouco influenciada pela Corrente Sul Equatorial, com estabilidade salina, temperatura e transparência das águas, reúne condições favoráveis para o desenvolvimento da vida vegetal, principalmente as algas calcárias (Mabesoone et al., 1972; Summerhayes et al., 1975). Em contraste com outras plataformas tropicais, com a presença de corais e ausência de sedimentos, oólitos e outras formas de carbonatos.

Os sedimentos carbonáticos são dominados por algas calcárias recentes sendo que as coralinhas ramificadas e *Halimeda* são predominantes em toda área.

A maioria dos corais observados na plataforma externa aparentam ser relíquias, enquanto que os da plataforma média são mais recentes.

As *Halimeda* são mais abundantes ao norte do Rio São Francisco, sendo pouco freqüente ao sul deste Rio. Este modelo reflete a diferença de temperatura entre as águas ao norte e ao sul do Rio São Francisco, afetando a distribuição das algas verdes (Milliman et al., 1975; Carannante et al., 1988). Em resumo, pode-se dizer que as condições ecológicas que determinam o desenvolvimento e distribuição destas associações, até este momento, foram pouco estudadas.

Os sedimentos biodetríticos da plataforma média e externa apresentam uma textura grossa. Os sedimentos grossos de toda a plataforma externa e média entre Macau e Maceió, assim como também a noroeste de Fortaleza, apresentam conteúdo de CaCO_3 superiores a 75%, estando os depósitos mais ricos (> 95% de CaCO_3) situados na plataforma média, onde a produtividade orgânica é máxima (Kempf, 1970). O limite entre os sedimentos e as areias terrígenas da plataforma externa é freqüentemente abrupto. Alguns dos sedimentos consistem quase exclusivamente de restos de organismos, podendo também estar presentes pequenas quantidades de areia calcíticas relíquias. A grande maioria destes sedimentos são palimpséticos, com mesclas de organismos.

De modo geral, os sedimentos ricos em carbonatos contêm grande quantidade de foraminíferos bentônicos. *Archais angulatas* são as mais abundantes nos sedimentos grossos, as *Amphistegitia radiais* predominam nos sedimentos mais finos, já que estes sedimentos não contêm oólitos e outros precipitados quimicamente e apresentam poucos corais (Mabesoone e Tinoco, 1967).

Os sedimentos terrígenos são, predominantemente, reliquiais, exceto os sedimentos encontrados ao longo dos rios São Francisco e Jaguaribe, entre outros, onde existe uma sedimentação moderna até 10 Km da costa. Esta característica ocorre devido a baixa concentração de material em suspensão nas águas oceânicas, que raramente excede 0,25 mg/l, estando constituído em sua maior parte, por matéria orgânica, mostrando que a fração terrígena em suspensão está limitada a zona de influência dos rios. Portanto, pouquíssimo material terrígeno chega a plataforma continental (Mabesoone e Coutinho, 1970; Summerhayes et al., 1975), pois a maior parte dos sedimentos fluviais são depositados na parte inferior dos

estuários e mangues.

A plataforma interna esta recoberta, principalmente, por areias. As areias terrígenas litorâneas, geralmente, apresentam um teor de CaCO_3 de 5 a 25%, exceto nas proximidades do Rio São Francisco, onde os carbonatos constituem menos de 5% e a noroeste de Macau, onde o limite entre os sedimentos terrígenos e biogênicos é gradual, com areias moderadamente calcárias (25-50% de CaCO_3) recobrimdo a maior parte da plataforma média. O conteúdo de lama na plataforma interna e nas partes mais próximas é geralmente inferior a 2,5%. Já na plataforma externa o conteúdo de lama aumenta até 15%, sendo a maior parte concentrada na zona do talude (40%), aumentando também o conteúdo de carbonatos com a profundidade.

A maior parte dos depósitos de lama não apresentam um teor de carbonato muito expressivo, particularmente ao longo do Rio São Francisco.

Na plataforma média, as lammas ocorrem principalmente, nas cabeceiras dos canyos do São Francisco e Japarutuba. As lammas também são encontradas no delta do São Francisco e depressões costeiras, como por exemplo, no canal ao longo de Maceió e áreas protegidas por linhas de recifes constituídas por antigos arenitos de praia, como ocorre ao longo da cidade do Recife.

O talude continental mostra uma largura média entre 85 e 105 Km, com valor máximo de 140 Km nas adjacências do Platô de Pernambuco, com declividade de 1:130 na área Natal - Recife.

O Platô do Rio Grande têm uma superfície de configuração quase elíptica, alongada, com o eixo maior de 70 Km na direção N-S, e largura média de 18 Km, entre as isóbatas de 800 e 1.200 m.

O Terraço de Natal é uma característica positiva do talude desta região, situado ao sul do canyon de Natal. Ocorre entre 2.000 e 2.400 m de profundidade, com superfície de configuração mais ou menos triangular, de 245 Km^2 , largura máxima de 20 Km e com declividade na ordem de 1:45.

Outras feições também merecem destaque como, por exemplo, o Terraço do Ceará, o Platô de Pernambuco, os Terraços de Maceió os Montes Submarinos de Alagoas.

Deve-se ressaltar que os montes submarinos dispostos no talude na margem continental nordestina atuam como barreiras para deposição sedimentar oriunda do continente (Corbisier & Salim 1972).

O Sopé Continental situa-se entre 4.800 e 5.200 m de profundidade, sendo que nas proximidades do Platô de Pernambuco esta profundidade é menor.

A largura do do Sopé varia de 280 Km, na altura do Platô de Pernambuco. Com declividade, até 600 Km na direção do Platô do Rio Grande do Norte e de Salvador. As declividades variam de 1:470, em frente ao Platô de Pernambuco, de 1:140, na área superior do Sopé, a leste do Monte Submarino do Rio Grande do Norte, entre 4.000 e 4.400 m de profundidade.

A continuidade do Sopé é interrompida, pela topografia irregular, rugosa, dos Montes Submarinos da Cadeia Norte Brasileira e pelos Montes Submarinos da Cadeia de Fernando de Noronha.

Em contraste com os sedimentos da plataforma, os sedimentos encontrados no talude são mais ricos em silte devido ao teor maior de macrofósseis.

A fração grossa dos sedimentos do talude é dominada por foraminíferos plantônicos, sendo as principais espécies as *Globigerinoides rubra*, *Globigerinoides sacculifera*, *Globigerinoides conglobata* y *Globorolelia menardii* (Mabesoone & Tinoco, 1967).

O talude continental é formado por carbonatos, e em menor quantidade por lamas e lamas arenosas, ao sul de Maceió, aumentando progressivamente até o norte, onde alcança o seu máximo em Fortaleza.

1.1.1.3 - Caracterização Geológica da Costa do Estado do Rio Grande do Norte

A costa do Estado do Rio Grande do Norte é dividida em dois setores distintos, um setentrional, incluindo o trecho entre o Delta do Parnaíba e o cabo do calcanhar e o setor oriental, que inclui o trecho entre o Cabo do Calcanhar e Belmonte conforme a compartimentação da Margem Continental do Nordeste do Brasil, proposta por Martins & Coutinho (1981) in Cunha (1985). Estes trechos correspondem respectivamente às cartas Batimétricas B700 e B800 da Marinha do Brasil (1966).

Existem poucos trabalhos referentes ao comportamento morfológico e sedimentar dessa plataforma, destacando-se os trabalhos de França et al. (1976), Cunha (1979, e 1985) e alguns dados provenientes de investigações desenvolvidas pelo Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, com o apoio da Comissão

Interestadual de Recursos do Mar – CIRM e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq.

A partir de análises das informações disponíveis, foi feita uma caracterização regional do setor oriental da plataforma continental do Estado do Rio Grande do Norte, dos aspectos morfológicos, sedimentares e oceanográficos.

A circulação oceânica da região é dominada pelas ramificações da corrente sul-equatorial: a Norte Brasileira, deslocando-se para norte e oeste ao longo da costa, com 1 a 2 nós de velocidade, a ramificação sul, a Corrente do Brasil, deslocando-se em direção ao sul com 0,5 nós, menos em época de inverno, quando surge uma componente contrária deslocando-se na direção norte.

As águas da plataforma são moderadamente salinas (36% a 37%) com temperaturas superficiais, variando de 27° a 29° no verão e de 25° a 27° no inverno.

Entre o Delta do Parnaíba e o Cabo do Calcanhar, o relevo da plataforma é constituído de superfícies relativamente planas, alternadas com fundos ondulados, campos de “sandwaves” de características irregulares de recifes de algas. A plataforma pode ser considerada estreita, atingindo 50 km próximo ao Cabo Calcanhar, enquanto a quebra da plataforma ocorre a uma profundidade de 80 m.

A plataforma mais estreita e mais rasa favorece, ao mesmo tempo, a diminuição das correntes de maré e o aumento das correntes costeiras sobre o litoral.

A constância dos ventos alísios de sudeste, o clima semi-árido com drenagem pouco expressiva e a aproximação do eixo da Corrente Costeira Norte Brasileira, segundo Palma (1979) in Cunha (1985), contribuíram para a regularização do litoral. Essas condições favorecem o desenvolvimento da sedimentação carbonática típica da área, a qual contrasta com o setor norte, onde predomina a sedimentação terrígena.

O relevo da plataforma interna e média reflete o padrão desenvolvido da planície costeira. Dunas de areia com o sotavento aparentemente voltado para oeste, sugerem a predominância das correntes naquele sentido.

De modo geral, o relevo da plataforma é dominado por superfícies relativamente planas, alternadas com fundos ondulados, campos de dunas de areias e feições irregulares típicas dos recifes de alga coralinas. As formações bioconstruídas predominam na plataforma externa, embora apareçam também na parte interna. O desenvolvimento dessas formações biológicas é favorecido pela quase total ausência de sedimentação terrígena, conseqüência do clima

semi-árido da região costeira adjacente.

Observa-se a presença de paleocanais bem evidenciados, próximos um do outro, pela inflexão da isóbata de 10 m, defronte a Areia Branca (Rio Apodi) e defronte ao Delta do Rio Açu em Macau.

Outra feição típica deste trecho é o aparecimento de linhas de arenitos de praia (beach rocks) que apresentam um desenvolvimento máximo a partir do cabo do Calcanhar em direção ao sul.

Na borda da plataforma continental, podem ser observadas estruturas sedimentares de origem deltaica e zonas de abrasão ativa, formadas durante o Pleistoceno.

Entre Macau e Natal, em profundidades inferiores a 20 m, existem numerosos recifes isolados, aparentemente coralinos, e arenitos de praia que se estendem até a desembocadura do Rio São Francisco. De Natal, seguindo a direção sul, a plataforma continental apresenta largura máxima de 42 Km e profundidades de até 60 m.

Morfologicamente, o trecho oriental apresenta como característica principal o canyon do Rio Potengi, com profundidades em torno de 1.300 m, indicando que resulta de um padrão de drenagem complexo em situações de nível do mar mais baixo que o atual.

Nessa plataforma, predomina um relevo relativamente plano até o seu limite. Situa-se em torno dos 80-90 m de profundidade, destacando-se a presença de alguns canyons submarinos, banco de algas e arenitos de praia.

Outra característica observada nesta área, visível através do contorno batimétrico, é o estreitamento progressivo do infralitoral. Essa característica pode ser explicada pela atuação das linhas de arenitos de praia, como verdadeiras barreiras refratando e ampliando a capacidade erosiva das ondas sobre o fundo, uma vez que canalizam e aumentam a potência das correntes litorâneas de direção sul-norte.

Quanto a plataforma, a ausência de mecanismos hidrodinâmicos ativos, como as ondas, favoreceu o desenvolvimento biogenético em formas de banco de algas.

Deve-se destacar a ocorrência de vários Montes Submarinos na margem continental do Rio Grande do Norte que elevam-se a cima do Sopé Continental. Destes, os mais importantes são aqueles que constituem o arquipélago de Fernando de Noronha.

O clima em parte semi-árido do continente, resultando num baixo fornecimento de material terrígeno para a plataforma, aliado às condições de alta salinidade, alta temperatura e transparência das águas da corrente sul equatorial, favorecem o crescimento de intensa vida

vegetal, principalmente algas calcárias, até as profundidades de quase 100 m.

Na costa do estado do Rio Grande do Norte, em função das condições acima expostas, são encontradas basicamente três coberturas sedimentarias, onde a delimitação dessas fácies baseou-se principalmente em sua composição, (porcentagem de componentes bióticos e de carbonato de cálcio), dando uma menor ênfase aos sedimentos.

- Fácies Terrígenas

Ocupando uma área reduzida da plataforma interna, as fácies terrígenas se constituem por 60% de sedimentos terrígenos, compostas predominantemente por areias quartzosas, com granulometria variando de grosso a médio (1,0 a 0,25 mm).

A fração orgânica não ultrapassa 40% do total, sendo composta por briozoários, fragmento de conchas de moluscos, algas calcárias e foraminíferos (destacando, *Archaias* e *Miliolidae*).

- Fácies de Transição

Aparecem em uma pequena área situada entre a fácies terrígena e a fácies de algas calcárias e em uma mancha dentro dessa última. Ocorre na plataforma média, em uma parte reduzida, e ao norte, da plataforma externa. Caracteriza-se litologicamente e biologicamente como uma mescla das fácies terrígenas e calcária.

Na análise química, as algas coletadas nessa fácies revelaram um conteúdo de Fe_2O_3 maior que o contido na fácies calcária, evidenciando assim uma contribuição mais efetiva de material terrígeno.

- Fácies de Algas Calcárias

Inicia-se entre as isóbatas de 12 a 15 metros da plataforma interna e estende-se até a plataforma externa. Segundo Mabesoone et al. (1970), estas fácies ocupam quase totalmente o restante da plataforma continental, aproximando-se até a quebra do talude continental, nas isóbatas de 70 e 80 metros.

Essa fácies caracteriza-se por uma mescla biogênica/ biodetrítica, em sua maior parte (90 a 100%), é composta por fragmentos de algas calcárias, sendo a *Melobesia* a mais

freqüente e, em menor parcela, as partículas de *Halimeda*.

Observa-se nessa fácies, um aumento de CaO, Cu, Zn y P_2O_5 , com relação a fácies de transição.

A dominância das algas calcárias nessa fácies provoca relativa diminuição dos outros organismos: foraminíferos, moluscos, briozoários, entre outros.

Em resumo, o estudo da plataforma continental do Estado do Rio Grande do Norte, apresentou uma predominância de sedimentação carbonática sobre a terrígena. Tal fato se explica pela pequena contribuição continental, em uma plataforma estável, pouco profunda, e com águas limpas, quentes e moderadamente salinas, favorecendo o desenvolvimento de organismos produtores de carbonato. O conteúdo biótico caracteriza-se por algas coralinas incrustantes ramificadas, responsáveis pelo alto teor de carbonato nos sedimentos.

1.1.1.4 – Evolução Paleogeográfica

Inserido em uma paisagem bastante variada, constituída por sedimentos terciários do Grupo Barreiras e por sedimentos quaternários, representados pelos sedimentos das dunas, aluviões, praias, mangues e arenitos de praia encontrados no estuário do Rio Potengi, com três contribuintes, os rios Potengi, Jundiá e Doce.

Sua evolução morfológica está relacionada com as flutuações glacio-estáticas do nível do mar, responsável pelo modelamento de uma superfície rebaixada tectonicamente (Graben). Estas flutuações são também responsáveis pelos lineamentos dos arenitos de praia (submersos e emersos) que provavelmente correspondem a paleocanais de antigas drenagens e das diversas gerações de dunas que migraram para o interior, contornando, desviando e até assoreando as desembocaduras dos cursos fluviais existentes na região.

Como não existe ainda para o Rio Grande do Norte uma proposta concreta da evolução do nível do mar e também devido às semelhanças observadas, será utilizado neste trabalho a aceita para a região leste do Brasil, ou seja, de Pernambuco e São Paulo.

Este modelo evolutivo será apresentado no Capítulo III – Considerações Gerais Sobre a Zona Costeira no sub-item 2 – Situação Atual das Regiões Costeiras (2.1.3 – Flutuações do Nível do Mar).

1.2 - Enquadre Geológico e Geomorfológico Local

1.2.1 - Formação do Barreiras

Distribuída ao longo da extensa faixa litorânea, que se estende desde o Estado do Espírito Santo até o Amapá, pode-se observar uma notável e contínua seqüência de sedimentos pouco ou nada consolidados, cuja heterodoxia litológica abarca desde as argilas até os conglomerados, e que normalmente apresentam uma estratificação irregular e muito diferenciada.

O termo Barreiras foi utilizado pela primeira vez por Branner (1902), para denominar este conjunto de litologias siliciclásticas cenozóicas que se encontram sobrepostas, discordantemente a rochas pré-cambrianas do embasamento cristalino ou aos sedimentos mesozóicos. Os sedimentos deste grupo formam uma seqüência de camadas e lentes de depósitos clásticos, com granulometria variando desde seixos quartzosos até areias arcossianas e argilas caulínicas, pouco consolidados ou friáveis, com cores avermelhadas, alaranjadas, esbranquiçadas e variadas. Esses sedimentos localmente ocorrem com níveis de laterizações, onde são mais compactos; ou blocos de arenito ferruginosos, bastante litificados por diagênese química. Esses depósitos afloram em vários locais com alternância de camadas distintas, que constitui um aspecto freqüente no pacote sedimentar, sendo observada inconformidade erosiva separando as camadas. Estudos posteriores de Oliveira & Leonardos (1943) in Mabessone (1972) empregaram a terceira Série Barreiras. Bigarella & Andrade (1964) apresentaram os primeiros estudos sistemáticos e na faixa costeira de Pernambuco foi sugerida uma divisão do Grupo Barreiras nas Formações Guararapes (inferior) e Riacho Morno (Superior). A partir desta classificação, Campos e Silva et al. (1971) subdividiu o Grupo Barreiras no Rio Grande do Norte nas Formações Macaíba e Potengi sobrepostas à Formação Riacho Morno.

Nogueira (1981), estudando o cenozóico da região de Natal, concorda com a subdivisão proposta anteriormente e sugere a existência de uma outra unidade, "Formação Natal", ocorrendo acima da Formação Macaíba. Segundo esta autora, a "Formação Natal" é constituída de um episódio de origem diversa ao Grupo Barreiras e é observada nos vales formados por dunas brancas e amareladas, com formas de colinas de flancos bastante suaves, (Figura 11).

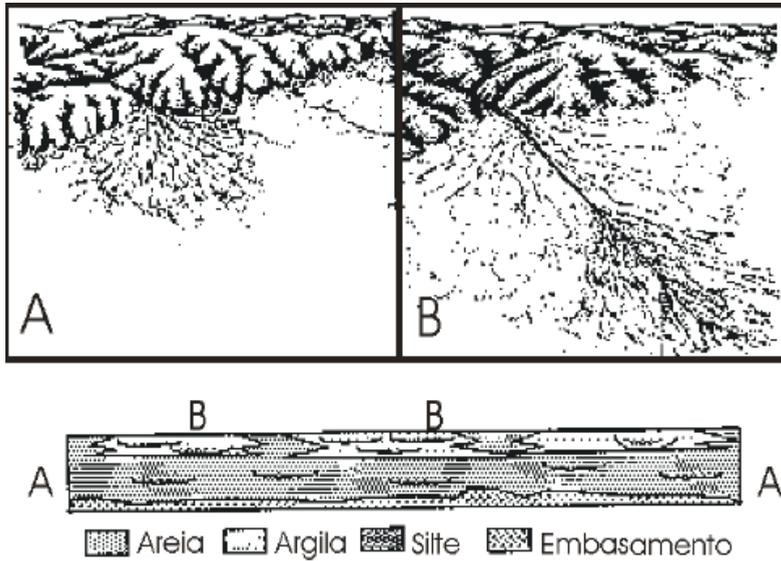


Figura 11 – Esquema explicativo das seqüências de deposição do Barreiras (Maia, 1998).

Predominam sedimentos areno-argilosos com intercalações sílticas e conglomeráticas. A argilas por vezes apresentam-se puras e ocupando grandes extensões, podendo formar neste caso depósitos economicamente viáveis de caulim. A coloração pode variar de tons avermelhados a esbranquiçados, estando ou não intercalados. São de modo geral sedimentos pouco consolidados, exceto quando ocorrem como arenitos finos a grossos fortemente cimentados por óxido de ferro, observáveis principalmente ao longo das falésias e nos vales dos rios principais atual do litoral, como se verá mais adiante.

É consenso entre os pesquisadores que estes sedimentos foram originados em área ambiental, relacionado a sistemas fluviais e deltaicos intercalados com registros de correntes de lama e areia e de flutuações climáticas, indicadas pelos horizontes conglomeráticos.

Estratigraficamente acima do Barreiras e aparentemente abaixo dos sedimentos dunares, são encontrados os sedimentos areno-quartzosos com pouca argila e grânulos de quartzo e limonita, de coloração amarelo avermelhada, apresentando por vezes estratificação plano paralela. Estes depósitos são diferenciados por alguns autores (citados por Nogueira, 1981) e são geralmente relacionados ao intemperismo Potengi de Mabesoone et al. (1972). Foram

denominados de Formação Potengi (Vilaça, 1986).

Trabalhos recentes (Arai et al, 1998) indicaram que o Barreiras começa a ser depositado no Mioceno ainda que maioria dos autores aceitam a idade como plioceno a pleistoceno.

A formação Serra de Martins compreende uma seqüência inferior, com fácies arenosas a conglomeráticas, com cimentos ferruginosos e leito de arenito claro bem silicificado em determinados trechos. Na base dessa unidade ocorrem areias bastante caulínicas do cristalino. Esses depósitos repousam discordantemente sobre as rochas calcárias do Cretáceo.

A Formação Guararapes constitui a unidade intermediária e é formada por sedimentos arenosos variados, com fácies argilosas e com lente de seixos quartzosos. Ocorre com um capeamento arenoso e síltico argiloso denominado de intemperismo Riacho Morno.

A ocorrência desta unidade, segundo Mabesoone et al. (1972), é observada em toda área litorânea do Rio Grande do Norte, constituindo as formas de relevo das planícies de aplainamentos, vertentes dos vales e falésias.

A Formação Macaíba caracteriza-se por cores esbranquiçadas constituídas por materiais areno-argilosos, com seixos na base. Foi depositada em antigos grabens que sofreram reativação. Esta formação é recoberta por areias argilosas de coloração avermelhada, amarelada e creme.

Contudo, neste trabalho, de acordo com alguns autores, preferiu-se não considerar as subdivisões propostas, adotando o Grupo Barreiras como um complexo indiviso.

Na região costeira de Natal, esta seqüência está representada morfologicamente por formações tabulares semi-planas, que geralmente terminam abruptamente em paredes nas margens do estuário do Potengi e formam falésias nas praias. Estas formações estão em muitos lugares ocultas por dunas e aluviões. Os primeiros mascaram as formações anteriores.

1.2.2 - Unidades Quaternárias

1.2.2.1 - Depósitos Eólicos

Característicos de sedimentos arenosos muito selecionados, de granulometria fina e média, de diversas cores (branco, amarelo ou vermelho), que aparecem na faixa litorânea cobrindo os sedimentos terciários do Grupo Barreiras.

Os estudos sedimentológicos realizados por Andrade (1968), mostram grãos predominantemente sub-arredondados de brilho fosco e valores de seleção situados entre 0,37 e 0,75 F, que delatam sua origem eólica ou retalhamento dos sedimentos praias.

O processo de deposição dos sedimentos eólicos parecem ser resultados da expansão vertical da corrente de vento quando esta supera uma depressão topográfica fazendo como que sua velocidade decaia aumentando a turbulência, proporcionando a migração de campos de dunas (Figura 12), Pinheiro (2000).

De forma simplificada, o transporte ocorre sobre os sedimentos na face a barlavento da duna, são carreados pelos processos de transporte conhecidos (arraste, saltação e suspensão) e depositados na face sotavento.

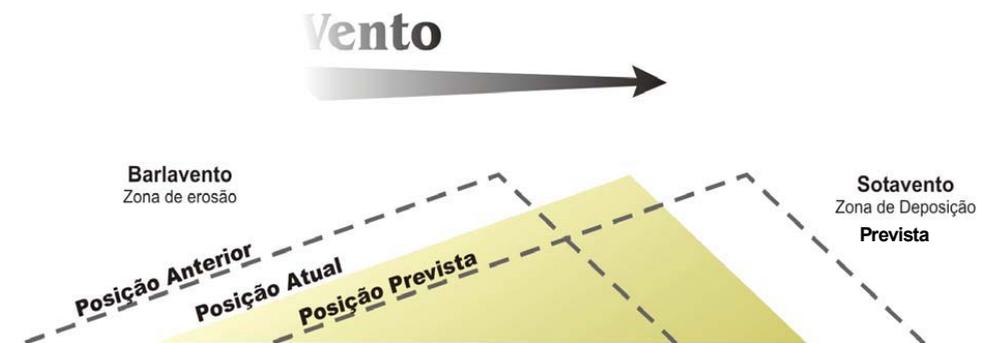


Figura 12 – Esquema de movimentação dos sedimentos eólicos sobre a forma de dunas. A erosão ocorre na face à barlavento e deposição na face a sotavento. (modificado de Pinheiro, 2000).

1.2.2.2 – Depósitos de Praias

Na atualidade, estes depósitos são constituídos predominantemente pelas areias médias, quartzosas, com grãos sub-arredondados, polidos e boa esfericidade. Observa-se que as características granulométricas apresentam modificações espaciais e temporais, com o diâmetro médio variando de areias grossas a areias muito finas. E, em alguns casos, denota-se a presença de óxido de ferro.

As areias grossas estão mais presentes nas praias ao sul, ou seja, Mãe Luíza e Areia Preta, associadas às rochas da Formação Barreiras, enquanto as areias finas e muito finas predominam nas praias do Meio e do Forte.

O coeficiente de seleção apresenta pouca variação em maior proporção, as areias moderadamente selecionadas e em alguns pontos específicos, as areias bem selecionadas, principalmente nos sedimentos da parte superior da praia, indicando uma menor energia da maré ou a influência da melhor capacidade de seleção do transporte eólico.

Em relação aos componentes secundários, as areias apresentam um conteúdo médio de 5% de carbonato de cálcio, denotado pela presença de fragmentos de conchas e de algas calcárias, abundantes na plataforma continental. O conteúdo de minerais pesados varia entre 4 e 10%, com predominância de limonita e hematita.

A partir dos mesmos resultados do transporte transversal e considerando as duas associações de minerais pesados característicos de cada ambiente (zona emergida e plataforma), foi observado que a Formação Barreiras é a principal fonte de material para as praias e que estas podem ser a fonte para a plataforma. O movimento inverso é muito pouco provável, ou seja, a plataforma não é fonte para os sedimentos das praias. Esta conclusão é reforçada pelo conteúdo de carbonatos, que na plataforma interna é da ordem de 20%, enquanto que na praia é por volta de 5%.

1.2.2.3 – Arenitos de Praia

Segundo Oliveira (1978), estão constituídos por materiais diversos que vão desde as areias médias e grossas aos estratos de conglomerados cimentados por material carbonático. Na região de Natal, a granulometria dos componentes do recife mostra uma estreita semelhança com os sedimentos praieros, constituídos por areias grossas, próprias do setor sul, que derivam para as de grão médio, características do norte.

Na área estudada, estes corpos de arenitos de praia apresentaram uma largura média aflorante aproximada de 50 metros e uma espessura média de 4 metros. É conhecido como o “Recife de Natal” e apresenta-se retilíneo e contínuo desde a Praia dos Artistas até a desembocadura do Estuário Potengi, quando é interrompido pelo rio e então ressurgue mais ao norte, em frente a Praia da Redinha.

Localmente, na Praia do Meio, além da linha alongada dos recifes, é encontrado um corpo de arenito mais interno, constituído por areias bem selecionadas de coloração creme com estratificações plano-paralelas e alguns níveis de minerais pesados.

A origem destes recifes de arenito é ainda um tema de debate, porém, é perfeitamente aceito o fato dos mesmos serem considerados paleolinhas de praias, ou seja, testemunhos de um nível do mar diferente do atual. Isso é confirmado pelas posições atuais de algumas linhas submersas e outras completamente emersas.

1.2.2.4 - Depósitos Fluviais

Encontram-se delimitando as margens do estuário do Potengi, principalmente nas proximidades da sua desembocadura.

A litologia e granulometria destes depósitos, segundo Costa (1971), variam bastante, observando-se areias mal selecionadas, cascalho com pedras de quartzo, rodadas e semi-rodadas, assim como material microclástico.

A diferenciação entre os aluviões recentes e os paleoterraços parece ser muito difícil, porém, os terraços holocênicos são constituídos por material mais grosso, devido a um transporte mais competente dos rios, ocasionando uma intensa fase erosiva.

Costa (1971) observou também que através dos perfis litológicos dos poços perfurados na área de Natal, a presença de terraços escalonados submergidos, produzidos pela elevação do leito do estuário, propiciados pelo predomínio dos processos de assoreamento, decorrente sobre os de erosão.

Os vários aspectos deposicionais observados nesta formação, como estratificações cruzadas, tabulares e estratificações paralelas; estratificação gradual e cíclica, juntamente com a variedade granulométrica demonstra a atuação dos mecanismos distintos, como as correntes de marés, correntes costeiras e ainda a influência eólica.

1.2.2.5 – Depósitos Flúvio-marinhos

A zona da desembocadura dos principais leitos fluviais está influenciada pelas interações entre as flutuações das marés e o fluxo fluvial, que controla a presença de uma série de depósitos

característicos deste meio, sendo os mais destacados os depósitos de manguezais que formam a planície de inundação.

A origem destes depósitos ou formações está estreitamente ligada com a evolução paleográfica do ambiente do estuário, através de um complexo padrão de drenagem no passado, com três leitos fluviais que desaguarão em um seio tectonicamente rebaixado e por onde discorreram em função das flutuações do nível do mar.

Esses depósitos limitam-se a zona submetida à imersão periódica pelas águas com salinidade elevada, que compõe o estuário dos rios. Nos principais rios da região, o estuário penetra para o interior até 20 Km, com o limite de influência das águas marinhas identificado pela presença da vegetação típica de manguezal.

Nesta zona, os sedimentos são predominantemente lamacentos, com porcentagens de até 85% de frações inferiores a 0,062 mm, e com um conteúdo elevado de matéria orgânica formada por folhas, restos de troncos e raízes.

O conteúdo sedimentológico destas areias mostra, todavia, uma presença de material micáceo.

Estes ambientes parecem ocupar os recuos ou entradas do estuário, principalmente na sua margem direita, limitando-se, na direção do continente, com os paredões terciários do Grupo Barreiras.

A vegetação típica é o mangue, que se desenvolve de forma exuberante principalmente a "Rhizophora mangle", que exerce uma função fixadora dos sedimentos finos transportados pela suspensão, que avançam progressivamente e que se distribui ao longo do Rio Jundiá até a cidade de Macaíba, no Potengi, até a localidade de Barreiros e no Rio Doce, até a estrada que une Natal com a Redinha, o que demonstra a influência das marés nestas localizações.

1.3. – Enquadre Geomorfológico Local

A geomorfologia da área de estudo comporta a influência de fatores litoestruturais, dos processos morfodinâmicos atuantes - marinhos, eólicos, fluviais e/ou combinados.

As características geomorfológicas tipicamente litorâneas, se esboçam nas áreas de sedimentos inconsolidados da Formação Barreiras e dos sedimentos Quaternários de neoformação.

Nesse contexto, são identificadas unidades e feições geomorfológicas da planície litorânea, que serão comentadas a seguir.

1.3.1 – Terraços Holocênicos

O Grupo Barreiras é reconhecido, quanto a sua distribuição, no Nordeste do Brasil, em toda faixa litorânea, recobrando as formações, mais antigas.

É encontrado no litoral oriental do Rio Grande do Norte, ocupando uma faixa média de 50Km continente adentro. Formam tabuleiros ou chapadas com uma suave inclinação no sentido do mar. Sua monotonia topográfica é comumente quebrada por uma malha fluvial diversificada, por vezes relacionada à estruturação tectônica do embasamento. Ocorrem recobrando discordantemente tanto as rochas pré-cambrianas, como as bacias sedimentares mesozóicas. As cotas altimétricas máximas observadas no litoral leste, estão em torno de 130 m, chegando ao litoral a média de 50m. As espessuras podem chegar a 130 m (Gomes et al. 1981).

As formações tabulares que alcançam as vertentes costeiras ou litorais e aparecem na forma de falésias, estão constituídas por conglomerados de arenitos incrustados de grãos e grânulos angulosos de quartzo, fortemente cimentadas por hidróxidos de ferro (limonitas) que converte o conjunto num suporte bastante duro e resistente.

Estas falésias aparecem principalmente na faixa litorânea, hora expostas à ação marinha, sucedendo em formações ativas ou vivas (falésias vivas), hora em posições mais elevadas, convertendo-se então nas chamadas falésias mortas, que testemunham um anterior nível do mar mais alto que o atual. Secundariamente, se encontram formando recifes por cimentação por óxido de ferro ou argila, e, neste caso, os sedimentos se apresentam mais litificados e estão relacionados com o retrocesso pela erosão das falésias. Estes recifes apresentam formas irregulares com superfícies entalhadas, que se estendem paralelas à costa ou formando paredes perpendiculares, que penetram até 1,5 Km até o mar.

Os recifes, em geral, estão bastante litificados, devido aos processos diagenéticos resultantes da concentração de óxido de ferro e material argiloso, que atua como matriz-cimento nas áreas de contato com o mar.

Na região de Natal, as falésias mais notáveis são as de Pirangi, Ponta do Morcego, Barreira do Inferno, Barreira Nova e Ponta de Mãe Luíza. Em geral, mostram cimas aplanadas, provavelmente desgastadas pela ação das grandes ondas de um mar antigo, que estava a 7

metros acima do atual.

1.3.2 – Dunas

Estão morfologicamente dispostas em formas de pequenas colinas suavemente modeladas com o eixo maior paralelo a semi-paralelo segundo a orientação geral SE para NW, em virtude do intenso controle dos ventos predominantemente SE.

Na região do pós-praia, próximo à praia do Forte, sobre uma feição a qual se parece um pequeno cordão de dunas com no máximo 6 metros de altura, ocorre uma atividade eólica a qual atinge a Avenida da Praia do Forte (Figura 13).



Figura 13 – Atuação dos ventos sobre a Praia do Forte, atividade eólica impondo sedimentos à Avenida do Forte.

1.3.3– Praias

Morfologicamente, as praias possuem uma inclinação de baixa a média e se acham instaladas nas entradas litorâneas, de formas não estáveis, normalmente separadas pelas formações rochosas de arenitos limonitizados, similares aos da Formação Barreiras. As atuais formas destes depósitos estão intimamente ligadas ao processo de regularização da linha de costa, resultante da estabilização que apresenta o nível do mar na atualidade, através dos mecanismos hidrodinâmicos costeiros, isto é, da atuação das ondas e correntes combinadas com a resistência litológica dos sedimentos terciários, (Figura 14a).



Figura 14a – Vista aérea das praias de Natal-RN.

Da faixa de praia ao continente, se observa que pode existir um intercâmbio bidirecional de material entre a zona intermaré e a berma, aqui considerada em *sensu lato*, pois inclui a berma propriamente dita e a superfície dos terraços marinhos, onde uma unidade pode ser fonte da outra, dependendo do estado de equilíbrio da praia. Em condições de erosão e retrocesso da linha de costa, a berma comporta-se como fonte de areia para suprir de

sedimentos a zona intermaré, em caso contrário, ou seja, avanço da linha de costa, a zona intermaré é a fonte de material para a construção da berma. As dunas podem ter como fonte, dependendo do tipo de perfil, tanto os sedimentos das praias como da berma.

Da discussão anterior, se observa que as únicas fontes possíveis de material para a deriva litorânea são os sedimentos do perfil de praia, incluindo a berma e o material proveniente da erosão da Formação Barreiras. O aporte direto de material desde o embasamento e da plataforma é muito pouco provável devido, no primeiro caso, a uma baixa capacidade de transporte dos rios e no segundo, à direção do transporte transversal que se processa principalmente na direção da plataforma continental.

1.3.4– Recifes

Os recifes, comumente encontrados próximos a embocaduras na maioria dos rios do nordeste brasileiro, encontram-se distribuídos ao longo das praias da região de Natal, em forma de bancos alongados, paralelos à linha litorânea. Com formas assimétricas, estas formações apresentam-se em queda abrupta para a parte externa (mar aberto) e em suave declive na cara que dá para o continente (Figura 14b). O alto grau de cimentação faz com que estas rochas sejam bastante resistentes à erosão marinha, atuando como uma proteção natural às praias adjacentes.

A associação geográfica destes recifes com a desembocadura dos rios é evidente, como na região em questão com os rio Pium, Ceará Mirim e Potengi, onde os recifes sugerem antigas barras arenosas associadas com a foz dos leitos fluviais. Esta hipótese é reforçada através de análises comparativas dos dados hidrográficos e climáticos do nordeste brasileiro, que mostra uma concentração maior da umidade coincidente com os locais dos rios perenes e mais fortes incidência de recifes.

Isto é constatado também por Maia et al. (1997) que atribui a origem dos *beachrocks* às interações físico-químicas entre os ambientes estuarinos e marinhos. Estas feições apresentam também aberturas transversais que permitem a circulação d'água junto à desembocadura dos estuários. O desgaste do edifício recifal, tanto por efeitos naturais como por alterações antrópicas, algumas vezes não foi completo, com a parte inferior do recife não sendo destruída, exercendo um papel de soleira, como no caso da foz do Estuário do Potengi.



Figura 14b – Formato das Praias do Forte e Praia do Meio, devido os efeitos de difração ocasionado nas ondas incidentes que ultrapassam a linha de recifes.

1.3.5 - Planície Fluvial

Sua morfologia consiste numa superfície plana, com cotas máximas entre 4 e 6 metros acima do nível atual do mar.

1.3.6 – Planície Fluvio-marinha

As planícies fluvio-marinhas ou formações de manguezais encontram-se bordejando todo o ambiente do estuário, até seu setor superior.

Apresentam variações, podendo-se distinguir três zonas. A zona inferior, geralmente coberta pelas águas com substrato de lamas, que está sempre colonizado pela “*Rhizophora mangle*” e a zona superior, apenas banhada pela preamar, com um substrato que apresenta um maior percentual de sedimentos arenosos e ainda, em um setor mais alto, de substrato arenoso, dificilmente alcançado pelas marés, que freqüentemente utilizam-se para a instalação de salinas. Nestas duas últimas, a vegetação muda da “*Rhizophora mangle*” a uma flora mais rasteira, como as gramíneas e as ciperáceas.

Os mangues no baixo Estuário do Rio Potengi encontram-se na maior parte na margem esquerda (Figura 15).



Figura 15 – Exposição predominante dos mangues do estuário do Rio Potengi.

A importância ecológica dos terraços flúvio-marinhos é inquestionável, isto porque estão entre os principais responsáveis pela manutenção de boa parte das atividades pesqueiras

das regiões tropicais. Servem de refúgio natural para reprodução e desenvolvimento assim como local para alimentação e proteção para crustáceos, moluscos e peixes de valor comercial. Além dessas funções, os manguezais ainda contribuem para a sobrevivência de aves, répteis e mamíferos, muitos deles integrando a lista de espécies ameaçadas ou em risco de extinção.

2 - CONSIDERAÇÕES CLIMÁTICAS

2.1 - Aspectos Regionais

O conhecimento das características meteorológicas traduz-se como fator essencial para a análise e compreensão dos processos e comportamento dos agentes da dinâmica costeira.

Sua participação direta e/ou indireta na evolução da morfologia e fisiografia litorânea é identificada ao longo de vários eventos morfodinâmicos.

Os processos costeiros resultam das interações entre os agentes dinâmicos ou fatores impulsionadores (ventos, ondas, correntes, marés e outros fenômenos) com a zona litorânea. Desta forma, o conhecimento dos agentes e processos desde o ponto de vista de sua descrição e magnitude de variação a curto e médio prazo, é fundamental para a avaliação do comportamento e funcionamento do sistema litorâneo.

Assim, serão apresentadas informações básicas necessárias para a compreensão do sistema climático regional, suas variações e influências em escala local, detalhando os parâmetros climáticos e dinâmicos que influenciam mais diretamente nos processos costeiros.

Nas latitudes tropicais, as maiores variações climáticas estão associadas com as mudanças sazonais da zona de convergência intertropical (ZCIT) e das monções de verão, que são responsáveis por grande parte das precipitações de verão nesta região (CLIVAR/BRASIL, 1998).

Sobre a parte norte da região nordeste a ZCIT localiza-se ligeiramente mais a sul de sua posição climatológica em anos chuvosos do que em anos secos. Contexto sob o qual considera-se que sua permanência por mais ou por menos tempo em torno de suas posições mais a sul seja o fator preponderante na determinação da qualidade da estação chuvosa desta região.

Este processo é mantido pelas características da circulação atmosférica e oceânica de forma que os anos chuvosos são associados ao fortalecimento do anticiclone subtropical do

Atlântico Norte e o simultâneo enfraquecimento do Anticiclone do Atlântico Sul, associados às anomalias positivas de temperatura da superfície marinha (TSM) no Atlântico Norte tropical e negativas no Atlântico Sul tropical. Desta forma, tais características podem ser consideradas as principais responsáveis pelo prolongamento da estação chuvosa, enquanto os anos de persistência de condições de estiagem são atribuídos a padrões opostos.

Além do ciclo estacionário, o clima na região apresenta uma série de modificações interanuais geralmente associadas ao fenômeno *El Niño*.

Conceitualmente, o fenômeno *El Niño* caracteriza-se pelo aquecimento das águas superficiais do setor centro-oeste do Oceano Pacífico (Figura 16), predominantemente na franja equatorial. Segundo a FUNCEME (Fundação de Meteorologia do Ceará), as principais anomalias climáticas observadas no Brasil associadas à presença do *El Niño* são:

- Anos com chuvas superiores à média, nas regiões Sul e Sudeste do país (em particular durante o período de verão e outono, de dezembro a março), por exemplo, nos anos de 1982 e 1983, entre outros. Esta característica se deve a uma permanência maior das frentes frias, que migram do extremo sul do continente em direção às latitudes tropicais.
- Seca ou períodos de estiagem durante o quadrimestre de fevereiro-maio no setor norte do Nordeste (centro-oeste do Estado do Piauí, Estado de Ceará, centro-oeste dos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco), norte do Estado de Bahia e extremo nordeste dos estados de Sergipe e Alagoas.

O fenômeno inverso é denominado *La Niña*, que se caracteriza pelo resfriamento das águas na franja equatorial do Oceano Pacífico. É importante destacar que a magnitude das anomalias negativas de temperatura na superfície do mar observadas durante este episódio é menor que a das anomalias positivas observadas nos episódios do *El Niño*. Nos anos de *La Niña*, persiste um forte movimento ascendente (formação de nuvens e presença de chuvas) no setor centro-oeste do Oceano Pacífico, principalmente na região da Indonésia e setores norte/nordeste da Austrália e um fortalecimento do movimento de descenso na parte centro-oeste da bacia oceânica, em particular na costa oeste da América do Sul. Este fenômeno impede a formação de nuvens e causa pouca chuva nesta região.

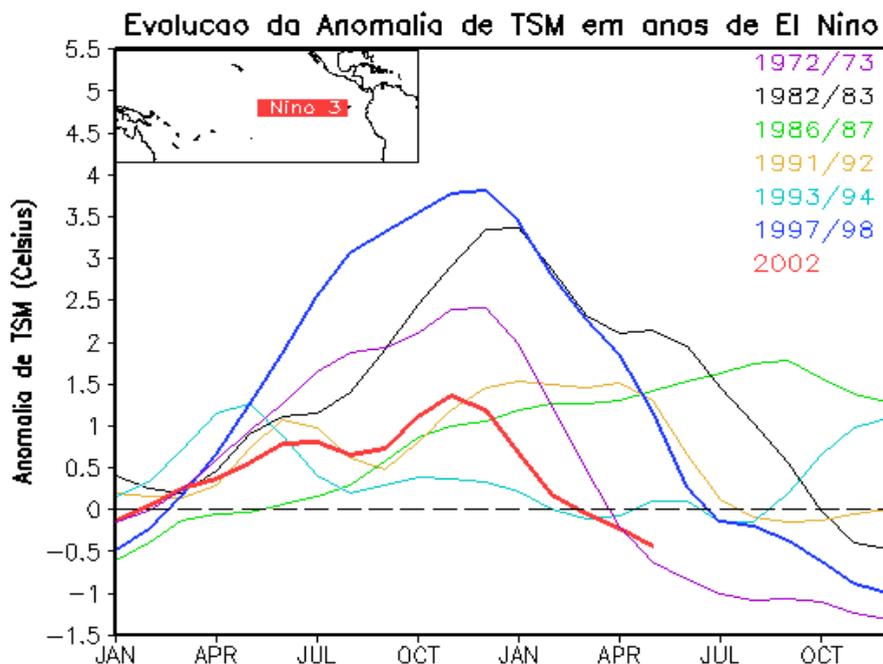


Figura 16 – Evolução da temperatura em anos de El Niño.

2.2 - Clima Local

Apesar das características do clima na região o enquadrarem como semi-árido, ao longo da faixa litorânea verifica-se uma tendência à caracterização de condições úmidas a semi-úmidas, definindo uma climatologia litorânea úmida, onde domina a atuação da massa tropical atlântica, produzindo características de clima quente e chuvoso.

Durante o inverno é verificada a atuação da massa polar atlântica, desenvolvendo uma frente fria, normalmente acompanhada por esparsas precipitações.

Segundo a classificação climática de Koppen, o clima da região estudada é do tipo As, definido como clima tropical chuvoso quente com o verão seco, conforme Vianello & Alves (1991). Segundo a classificação bioclimática de Gaussen, a mesma região é enquadrada no tipo 3cTh, definido como um bioclima mediterrâneo ou nordestino quente de seca atenuada,

com 3 a 4 meses secos por ano e índice xerotérmico moderado, entre 40 e 100, citado em Galvão (1967) in Lima (1980), ou ainda como um clima tropical de monção com pequena amplitude térmica anual e curto período seco.

A caracterização do comportamento climático foi realizada a partir dos dados coletados durante o período 1984-2002, na Estação Meteorológica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), localizada na cidade de Natal (latitude 5°55'00"S, longitude 35°12'00"W e altitude de 49m), sendo extrapolado para a área de estudo.

2.3 - Ventos

As velocidades médias dos ventos na faixa costeira nordestina, segundo Maia (1998), apresentam em geral valores sensivelmente superiores àqueles observados em pontos mais distantes da costa, mais propriamente nos centros urbanos, atribuindo esta característica ao fato do meio urbano exercer forte influência sobre seu deslocamento.

No litoral oriental do Rio Grande do Norte, sopram ventos predominantemente de sudeste durante grande parte do ano, seguido pelos ventos de leste.

Segundo observa-se nas Figuras 17 e 18, em janeiro e fevereiro de 2000 predominam os ventos de ESE e secundariamente de E, enquanto em março, apesar do predomínio dos ventos de ESE, a componente SE contribui com elevado percentual de incidência.

No mês de abril os ventos de ENE e E predominam, apresentando maiores velocidades, persistindo ao longo de maio e junho, quando registram-se as componentes SE e SSE, cujas velocidades, neste período, são mais baixas em relação aos ventos de ENE.

No mês de julho, predominam os ventos de E e SE, cujas maiores velocidades são referidas aos de E. Em agosto, os ventos predominantes são os de SE e SSE, com médias de velocidades mais elevadas em relação ao mês anterior.

Setembro marca o retorno dos ventos de E, que persistem até outubro, quando ventos de ENE também se tornam importantes.

Nos meses de novembro e dezembro os ventos efetivos apresentam as maiores médias de velocidades do ano, predominando a componente SE.

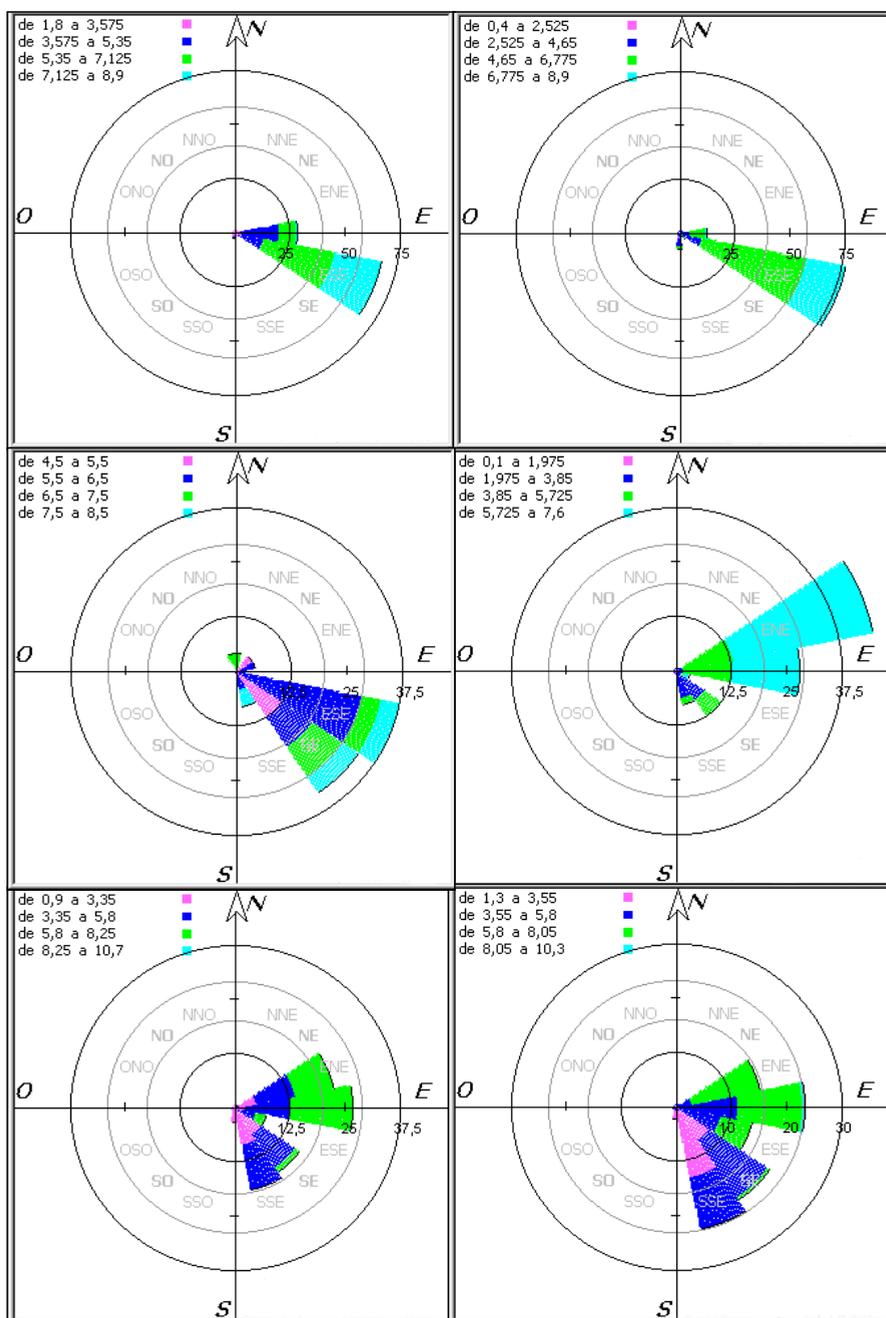


Figura 17 – Padrão dos ventos na região de Natal ao longo do primeiro semestre de 2000.

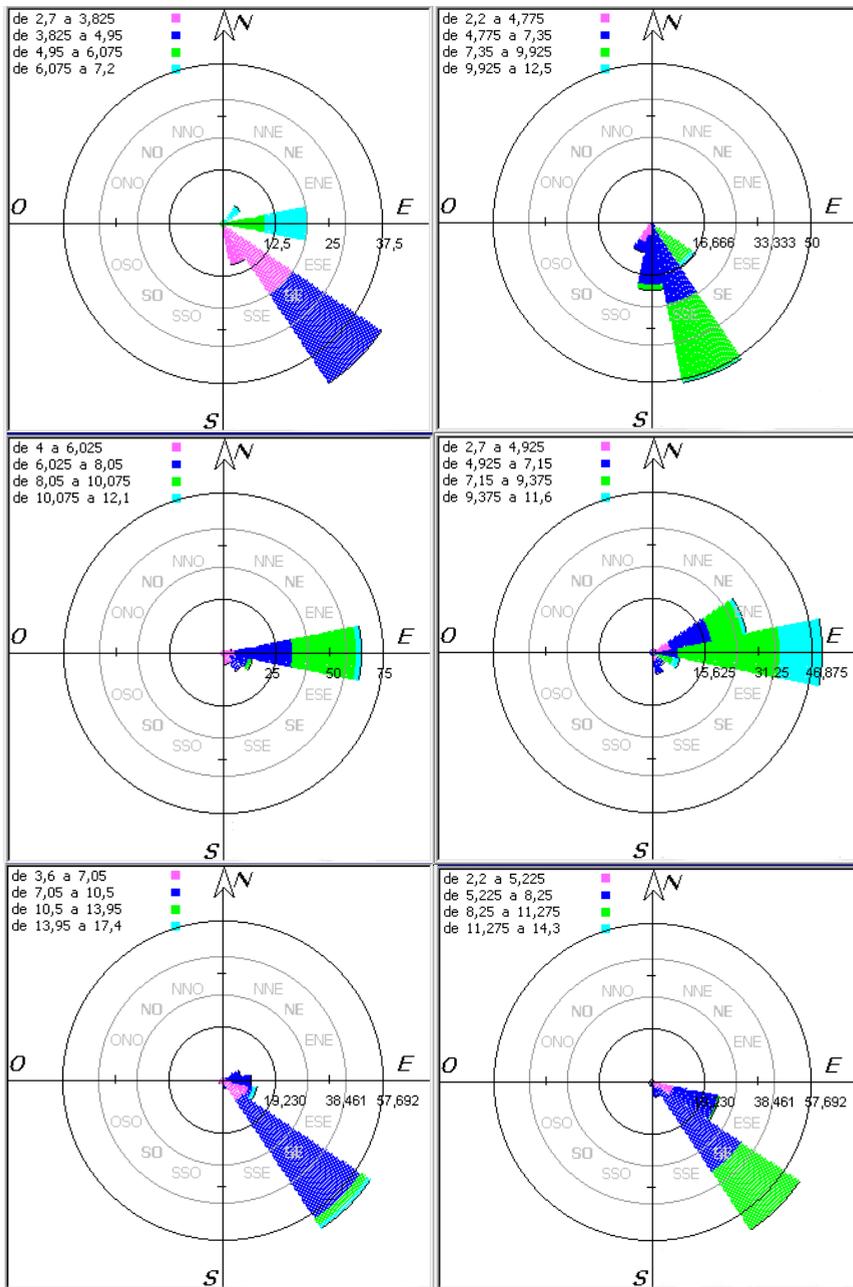


Figura 18 – Padrão dos ventos na região de Natal ao longo do segundo semestre de 2000.

Também foi instalada uma estação meteorológica (Davis Instruments) no Departamento de Oceanografia e Limnologia (DOL) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Os diversos parâmetros que caracterizam o clima da região (data, hora, temperatura externa, temperatura interna, temperatura mais elevada, temperatura mais baixa, umidade, velocidade do vento, maior velocidade, direção do vento, precipitação e pressão atmosférica) foram coletados no intervalo de 1 hora durante o ano de 2001. As tabelas abaixo mostram os valores característicos de cada uma das variáveis de forma resumida, climáticas para o período de 1 ano de observações (Tabela 02) e discretizado mensalmente (Tabela 03).

Tabela 02 – Estatística dos parâmetros climáticos no período de 1 ano –2001. (DOL-UFRN).

Variável	Nº Casos	Eficiência	Média	Mínimo	Máximo	Desvio
Temperatura Externa	8611	98.3	28.16	22.6	35.6	2.1
Maior Temperatura	8611	98.3	28.69	22.6	40.4	2.3
Menor Temperatura	8615	98.3	27.65	22.3	33.9	1.9
Temperatura	8615	98.3	28.49	23.9	31.6	1.3
Velocidade Média	8510	97.1	5.95	0	18.8	1.9
Velocidade Máxima	8510	97.1	9.97	1.3	28.6	5.8
Direção	8510	97.1	105.16	101	115	4.0
Precipitação	8615	98.3	0.10	0	32.2	0.9
Pressão	8615	98.3	761.62	757	766	1.5
Umidade	8615	98.3	71.32	47	85	6.0

A anemometria na região de Natal ao longo do ano de 2001, confirmou um predomínio dos ventos de ESE, E e SE e secundariamente de ENE e SSE. Entre estes, os ventos de ESE e SE são os que apresentam maiores velocidades e, conseqüentemente, superior efetividade de transporte de sedimentos.

Verifica-se uma relativa tendência à diminuição da velocidade dos ventos quando sua proveniência afasta-se do intervalo entre 80 e 120 Az. Neste contexto, é possível definir este intervalo de direção como representativo da proveniência dos ventos efetivos para este período.

Tabela 03 – Estatística dos parâmetros climáticos discretizados por mês (DOL-UFRN).

Variável	T° _{MED}	T° _{MAX}	T° _{MIN}	V _{MED}	V _{MAX}	Precipitação	Pressão	Umidade
Janeiro	28.6	29.0	28.1	5.8	8.4	19.8	760.6	72.0
Fevereiro	28.6	29.1	28.1	5.7	8.8	170.8	760.8	72.3
Março	29.2	29.8	28.7	4.9	7.7	94	760.1	71.3
Abril	28.9	29.5	28.4	5.2	8.7	96.8	761.3	71.5
Mai	28.4	29.0	27.9	4.5	8.6	235	761.7	73.2
Junho	27.9	28.6	27.3	5.0	9.4	79.4	762.3	71.7
Julho	27.0	27.7	26.5	5.4	10.6	31.6	763.5	70.0
Agosto	26.5	27.1	26.0	5.9	11.2	68	763.5	70.1
Setembro	27.4	27.9	26.9	7.3	11.7	26.8	762.1	71.6
Outubro	28.0	28.4	27.5	7.3	11.7	6.8	762.1	69.7
Novembro	28.7	29.1	28.2	8.2	13.0	6.8	760.9	69.9
Dezembro	28.7	29.1	28.2	6.8	10.8	31	760.3	73.0

2.4 - Temperatura do Ar

A temperatura do ar em Natal é elevada ao longo de todo o ano. O comportamento de temperatura relativa às médias mensais indica uma pequena variação ao longo do ano, com uma amplitude de 2,6°C. A menor temperatura média mensal 25,3°C, ocorreu em julho e em agosto e a maior, 27,9°C, em fevereiro. A temperatura média anual é de 26,6°C (Figura 19).

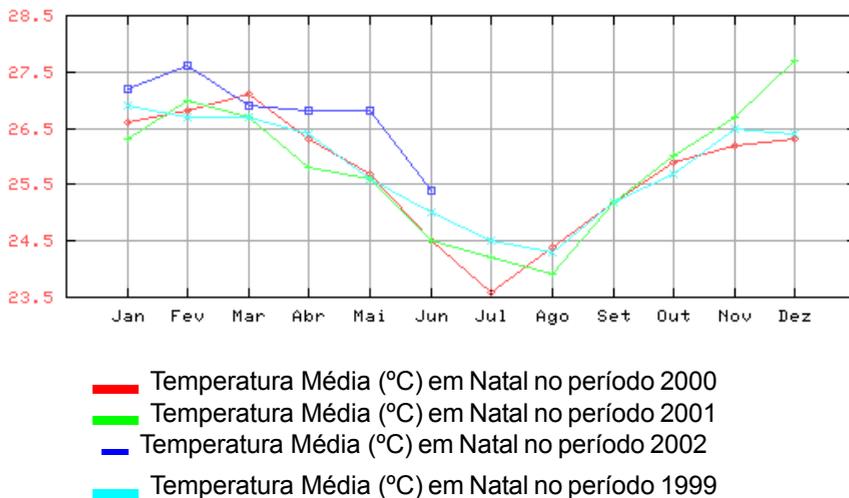


Figura 19 - Comportamento das temperaturas médias mensais, no período de 1999-2002.

2.5 – Precipitação

Como já discutido anteriormente, as variações anuais climatológicas encontram-se associadas ao movimento da *Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)*, e que, dependendo de sua posição e tempo de permanência sobre a região, resultará em anos que se caracterizam por uma pluviosidade excessiva, enquanto que em outros, esta ocorre de forma escassa, com situações de estiagem extremamente prolongadas.

Considerando os valores médios de precipitação para os últimos 30 anos, observa-se que os valores mais importantes ocorrem de fevereiro a agosto, com máximas no mês de abril. A partir de agosto, as chuvas diminuem até alcançar seus valores mínimos no mês de outubro (Figura 20). A precipitação média em Natal para o período foi da ordem de 1648mm, com um coeficiente de variação (CV) relativamente baixo, de 28%. A menor precipitação anual, de 1155mm ocorreu em 1989 e a maior, de 2438mm, em 1986.

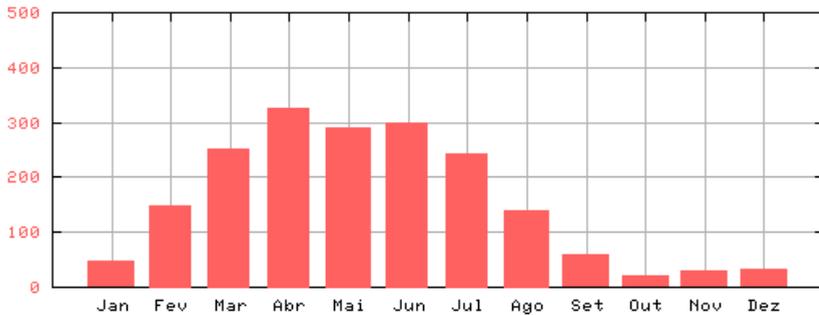


Figura 20 – Precipitações médias mensais no período de 1960-1990

Analisando a variação da pluviometria para o período de 1998-2000, observa-se que o regime apresenta, a esta escala, uma acentuada variação, com cada ano apresentando um comportamento diferenciado. O ano de 1998 apresenta a precipitação máxima de 760 mm no mês de julho, em 1999 o valor máximo alcançado foi inferior a 300 mm no mês de junho e no ano de 2000 a precipitação máxima também foi no mês de junho, alcançando 569 mm (Figura 21).

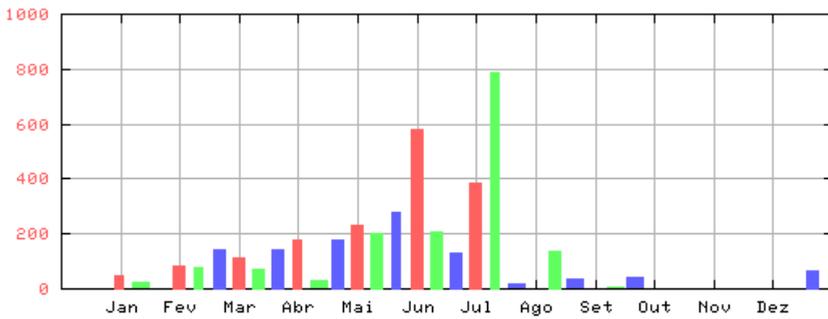


Figura 21 - Precipitação em Natal nos anos de 1998 (verde), 1999 (azul) e 2000 (vermelho).

Considerando o ano pluviométrico a partir do início de outubro, observa-se que o período 98/99 apresentou anomalias de precipitação negativa, sendo da ordem de 30% para a zona litorânea. Entretanto, para o ano consecutivo 99/00 observa-se uma situação inversa, com a zona litorânea apresentando uma anomalia de precipitação positiva da ordem de 30% (Figura 22).

Em resumo, observa-se que o regime pluviométrico da região é do tipo tropical, onde ficam bem individualizadas duas estações distintas. Geralmente o período chuvoso inicia-se no mês de fevereiro, consolidando-se a partir de março com as chuvas concentrando-se nos 6 meses consecutivos, com máximas, dependendo do ano, podendo ocorrer de abril a julho. Em seguida inicia-se o período de estiagem, prolongando-se até o início do próximo ano, com mínimas durante os meses de setembro a novembro. No primeiro semestre a taxa de precipitação acumulada supera 86% da precipitação anual, que é da ordem de 1600 mm.

O índice de precipitação, por controlar o teor de umidade do solo, representa uma função importante no controle da taxa de disponibilidade de areia susceptível ao transporte pelo vento para alimentação dos campos de dunas, como também na própria dinâmica das dunas. Portanto, a presença de um alto percentual de umidade faz com que ocorra um aumento das forças de coesão intergranulares que atuam como resistência ao transporte, tornando necessário à presença de ventos com velocidades mais elevadas, do que as necessárias para superfícies arenosas secas.

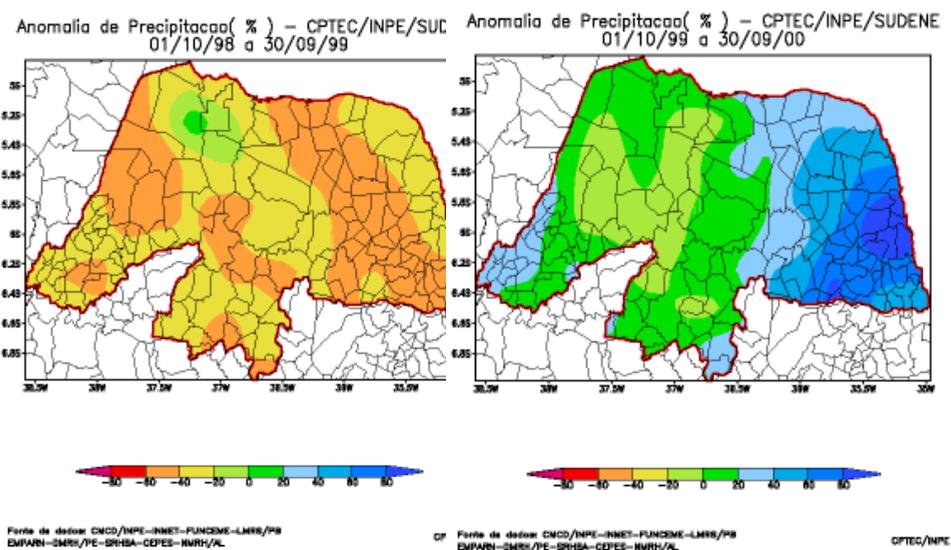


Figura 22 – Anomalias de precipitação no período de 1998 a 2000.

2.6 – Umidade Relativa

Este parâmetro apresenta média anual em Natal de 77%, com uma pequena variação ao longo do ano (Figura 23), sendo os meses mais úmidos aqueles mais chuvosos e os menos úmidos aqueles com poucas chuvas. Entretanto, o declínio na umidade não chega a ser acentuado uma vez que os ventos sopram predominantemente do mar abastecem de umidade o ar das regiões próximas da costa durante a maior parte do ano.

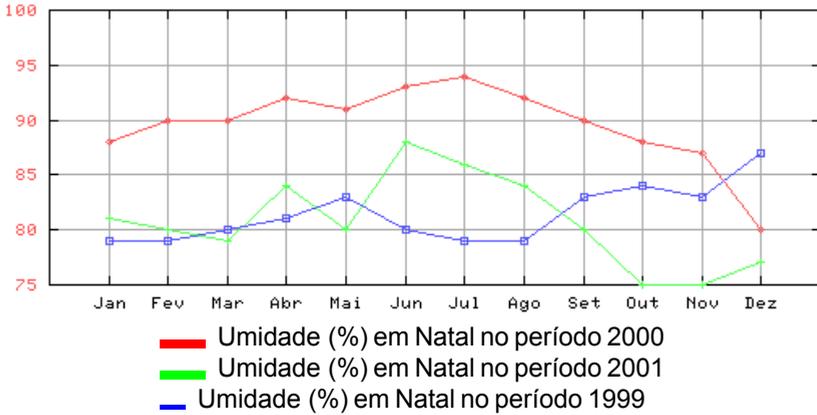


Figura 23- Comportamento da umidade relativa média mensal do ar no período de 1999-2001.

2.7 - Nebulosidade e Insolação

O regime térmico na região é relativamente uniforme, e as temperaturas, elevadas ao longo de todo o ano. Essas características são devidas à grande quantidade de radiação solar incidente sobre a superfície terrestre associadas às altas de nebulosidade. Além disso, a proximidade do mar induz a redução na amplitude térmica. A Figura 24 apresenta o comportamento da insolação média mensal e da nebulosidade média diária mensal para o período 2000-2001.

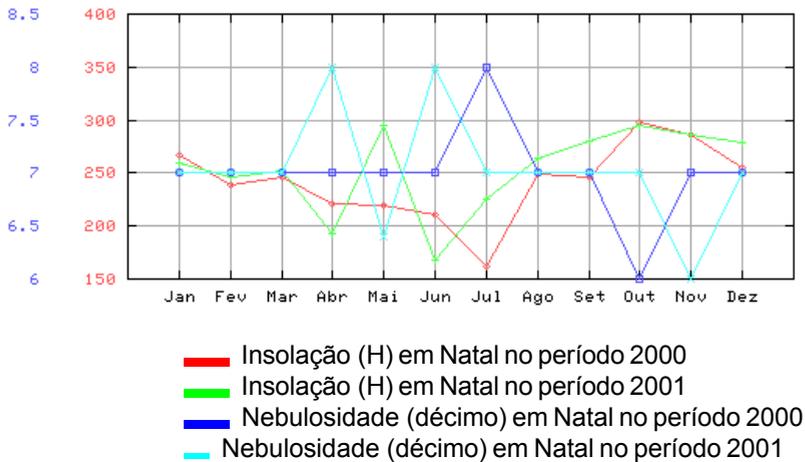


Figura 24 - Comportamento da insolação média mensal e da nebulosidade média diária mensal no período de 2000-2001.

2.8 - Pressão Atmosférica

A pressão atmosférica média anual é de 1008,2 mbar. O menor valor médio é obtido em dezembro (1006,4 mbar), permanecendo em torno de 1007 mbar até abril. A partir de maio a pressão atmosférica começa a aumentar rapidamente até atingir o valor médio mensal máximo em agosto (1010,4 mbar) e daí decresce continuamente até dezembro (Figura 25). O curso anual da pressão atmosférica é inverso ao da temperatura do ar, uma vez que massas de ar de temperatura menor apresentam maior densidade e vice-versa.

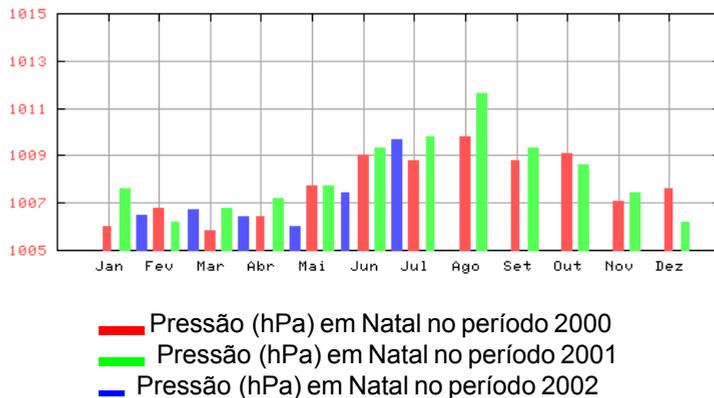


Figura 25 - Comportamento da pressão média mensal ao longo do ano no período de 2000-2002.

3 - HIDROGRAFIA

O estuário do Rio Potengi comporta-se como uma verdadeira enseada na qual, além de ocorrer a penetração de águas oceânicas, também vão desaguar três cursos fluviais, os rios Potengi, Jundiá e Doce, (Figura 26) .

O caráter intermitente destes, com pequenas descargas mesmo durante o período de chuvas, propicia uma insignificante contribuição hidrológico-fluvial no estuário.

Outros aportes hidrológicos se referem à queda de água de origem pluvial, que também parecem ser bastante reduzidos por causa da infiltração que se dá nas dunas próximas e às restituições de águas subterrâneas.

Estudos detalhados sobre estes aportes hidrológicos, que possibilitam correlações com outros parâmetros estuarinos, não foram objeto do presente estudo, restringindo-se este a uma descrição geral dos cursos fluviais.

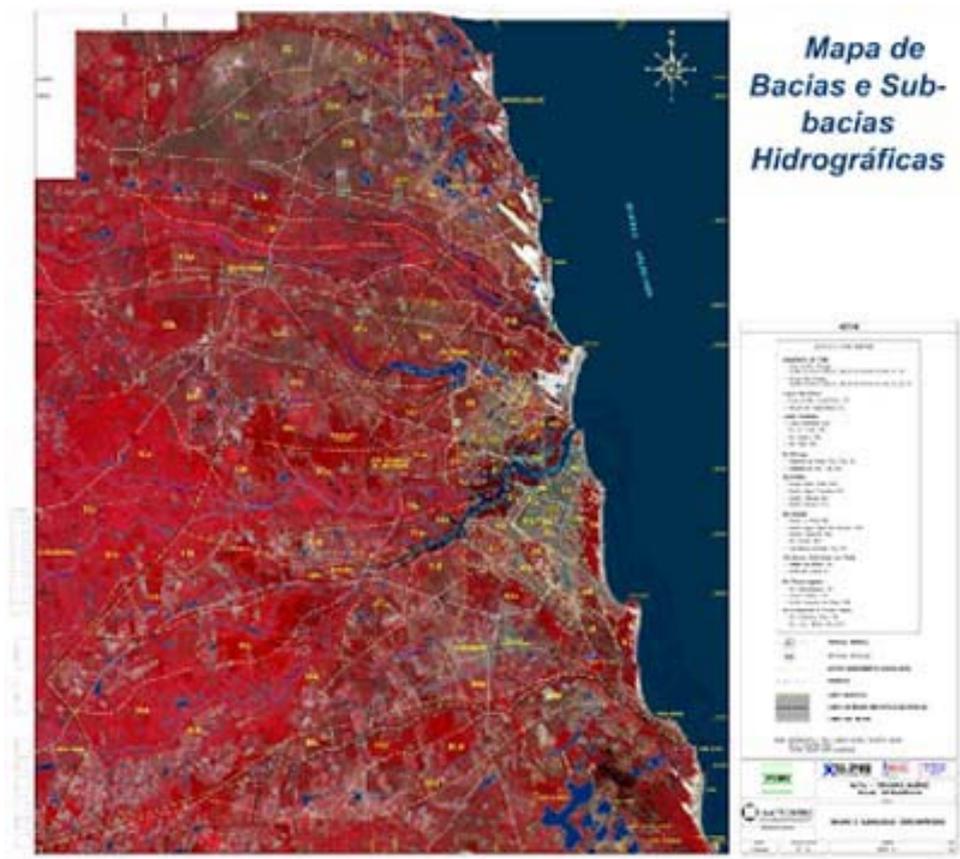


Figura 26 - Mapa de Bacias e Sub-bacias Hidrográficas

3.1 - Rio Potengi

O Rio Potengi, o contribuinte hídrico mais importante do estuário ao qual dá o nome, percorre os três setores fisicamente diferenciados do estado do Rio Grande do Norte. Seus afluentes formadores estão situados numa zona com características típicas do “Sertão”. Formado o rio, passa pela região semi-árida de transição e finaliza seu curso na zona litorânea, relativamente úmida, antes de desaguar no oceano Atlântico.

A formação do curso do Potengi nasce num arco formado pelas serras “da Apertada Hora” e do “Doutor”, situadas a uma altitude de 500 metros aproximadamente. Corre em direção N-NE até as proximidades da cidade de São Tomé, tomando depois o rumo NE, até alcançar o estuário.

A uns 15 Km da cidade de São Tomé, recebe as águas do resto dos afluentes formadores, isto é, dos riachos de Ingá, Porteiras, reforçado pelo Ribeirão Portas d'Água, Cascavel e pelos riachos Araras, Cerro Corá, Catete e outros.

A extensão total do curso é de aproximadamente 176 Km, com uma inclinação geral ao redor dos 2,80 m/Km, que forma uma bacia hidrográfica de 3.180 Km² de extensão.

De acordo com as características físicas existentes, como a natureza do relevo, seus declives e as condições climáticas, podemos dividir o curso do rio Potengi em três setores distintos:

O alto Potengi, desde seu nascimento até as proximidades da cidade de Barcelona, compreendendo um percurso de 65 Km aproximadamente e é caracterizado por uma declinação ou pendente muito acentuada, de 370 m, e baixas precipitações pluviométricas.

O leito do rio, formado nas cabeceiras, de rocha e pedra, é coberto com areia e material aluvional em quase toda a extensão, de pedra rolada de diversos tamanhos, apresentando em alguns pontos exposições de rocha. A largura do mesmo é variável, 30 a 40 metros nos trechos com maior declividade na parte inferior da seção, e de 60 a 80 metros nos trechos com declividade reduzida.

O curso médio entre a cidade de Barcelona até as proximidades da cidade de São Gonçalo do Amarante, com uma extensão de 92 Km. O desnível total nesta seção é de 124 m. Portanto mostra uma declividade muito acentuada, assim como um índice moderado de pluviometria.

A largura média do trecho indicado varia muito. Podemos distinguir um leito básico, que se apresenta como uma faixa coberta de areia, aparecendo ainda, com menor frequência, pedras, geralmente em blocos. Este leito é ocupado pelas águas durante a época de chuvas.

O curso baixo, com pendentes insignificantes e precipitações próprias de uma zona úmida, compreende os restantes 19 Km do curso fluvial, que se inicia nas proximidades da cidade de São Gonçalo do Amarante e termina com a barra do oceano. Nesta seção, apresenta-se o rio com o leito bem definido, com largura variável e a declividade insignificante. Em toda a extensão, está sujeito a influência da maré que tem uma variação de 2,85 m, em média, no porto da cidade de Natal, perdendo nela o rio o caráter intermitente.

A denominação rio Potengi é mantida até a sua foz. Na realidade, nos últimos 10 km de seu curso perde o rio Potengi o caráter de um curso d'água definido como rio, apresentando as características de um braço de mar sujeito a todas as variações do nível do mar, com a corrente d'água em dois sentidos opostos, conforme o movimento das marés.

Como ponto final do curso, onde se iniciam as características marítimas, pode-se identificar a confluência do rio Jundiá, que é tomado como afluente da margem direita do rio Potengi, mas na realidade deve ser tomado como um rio independente, com a bacia hidrográfica própria, que tem a sua barra em conjunto com o rio Potengi, na enseada formada pelo mar.

De modo geral, podemos constatar que a bacia hidrográfica do Rio Potengi, pertencente a este último trecho do seu curso, independente se considerarmos o rio Jundiá ou não, influencia o regime do rio propriamente dito, principalmente pelos lençóis subterrâneos. Pertence ela a uma zona de pluviosidade elevada, sem problemas decorrentes de secas periódicas.

O relevo da zona da nascente do rio Potengi e dos principais formadores do curso superior do mesmo é íngreme, com desníveis em direção leste, passando a apresentar inclinações mais suaves com a entrada na bacia do curso médio dos rios e para valores quase insignificantes no curso inferior.

Normalmente, as serras da região são formadas por rochas arqueanas (granito e gnaisses), com um capeamento sedimentar (arenitos e calcários). O embasamento cristalino aflora nas escarpas íngremes dos vales bem como sob forma de blocos ou morros isolados, esparsos na região, com volumes apreciáveis em certos pontos.

A parte alta da bacia hidrográfica do rio em estudo é caracterizada pelo baixo índice de pluviosidade, 400 – 600 mm em média por ano, porém com grande irregularidade de precipitações que freqüentemente ocorrem em forma de aguaceiros. As finas camadas de solos arenosos e a insignificante cobertura vegetal dos terrenos com acentuada inclinação permitem o escoamento rápido de chuvas, provocando geralmente a erosão dos solos.

O Rio Potengi apresenta no seu curso superior uma grande variação de descargas que são praticamente reflexos quase instantâneos da ocorrência de chuvas. Cessando a época de chuvas, ele torna-se seco.

Com a passagem do curso superior ao curso médio, nota-se logo a redução na declividade do rio, como também do relevo da parte da bacia hidrográfica correspondente a esta seção, que do mesmo modo acompanha a redução da inclinação em direção leste. Desaparecem escarpas íngremes, o terreno torna-se relativamente plano, formando níveis elevados com altitudes de cerca de 100 metros acima do nível do mar.

O curso do rio corta então uma planície com vales de largura variável. O declive da planície para o leito do Potengi é, com poucas exceções, bastante suave.

Estes planos elevados estendem-se para leste, com gradativa redução da altitude, até encontrar os acidentes situados nas proximidades da costa, que delimitam o litoral do interior. A forma destes acidentes é irregular e bastante interrompida. Apresentam altitudes em diversos pontos superiores a 50 metros.

O solo da bacia do Potengi é constituído de grandes extensões de depósitos aluvionais (silto-arenosos, com areia fina), situados próximo aos cursos d'água.

Nas partes mais elevadas encontramos solos pouco maduros do ponto de vista pedológico, de espessura fina. Em alguns pontos ocorrem afloramentos de rocha alterada.

A pluviosidade aumenta gradativamente com a aproximação do litoral. Porém, devido ao tipo extremamente permeável de solo, a vegetação de tipo intermediário entre a caatinga e o cerrado, a fraca declividade dos terrenos, não se pode contar com uma apreciável contribuição da área para a formação da descarga do rio, mediante o escoamento vertical das chuvas.

Parecem bastante elevadas as perdas por evaporação e por interceptação dos solos e da vegetação existente. Não temos a disposição dados que possam provar o vulto destas perdas, podemos somente limitar-nos a observações efetuadas na região. Sem dúvida, existe certa contribuição dos lençóis subterrâneos que alimentam os cursos d'água. Mesmo na época de estiagem, com os leitos dos rios secos, nota-se certa quantidade de água subterrânea a pequena profundidade, dentro das camadas de aluvião que cobrem os vales dos rios, permitindo o aproveitamento destes terrenos baixos para a agricultura e fornecendo água para os moradores, através dos poços cavados dentro do leito do rio seco.

A planície elevada apresenta-se na época da estiagem como desprovida por completo de umidade.

A faixa relativamente úmida da bacia hidrográfica do Potengi encontra-se somente nas proximidades do litoral e apresenta-se como um cinturão permanentemente verde, com grande parte dos terrenos aproveitados para diversos ramos de agricultura. Esta faixa é estreita, em média 20 a 25 km de largura, tendo a zona litorânea como limite oriental.

A grande variação de descargas no curso superior do Rio Potengi, reflexo quase instantâneo das ocorrências de chuvas, que se apresentam reduzidas e irregulares, normalmente limitadas a poucos meses, e gera descarga médias anuais de aproximadamente $5 \text{ m}^3/\text{s}$ nos períodos chuvosos de anos de precipitação normal e em torno de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ nos períodos de estiagem.

Em anos extraordinários, normalmente ocorrendo em intervalos de 10 a 11 anos, ocorrem precipitações em períodos bastante curtos causando enchentes instantâneas, com descargas médias de $500 \text{ m}^3/\text{s}$ máximas em torno a $100 \text{ m}^3/\text{s}$. No ano de 1964, existem registros de $1500 \text{ m}^3/\text{s}$.

Contudo, a construção da Barragem de Campo Grande no município de São Paulo do Potengi, no ano de 1984, serviu para controlar as enchentes no baixo Potengi, limitando as descargas.

3.2 - Rio Jundiáí

O Rio Jundiáí nasce na Serra Chata, município de Sítio Novo, a uma altitude de 280 metros. Inicialmente recebe água de diversos riachos, entre os quais se acham os de “Gavião”, “Fundão” e “do Pedro”.

Com o nome de Rio Grande do Norte, percorre ao redor de 23 Km, em direção leste.

Perto da cidade de Presidente Juscelino, a uma altitude em torno aos 145 metros, toma a direção NE até Bom Jesus. Novamente em direção E, continua até a localidade de Uberaba, a 65 metros de altitude. Rapidamente, toma rumo NE, até chegar ao estuário na cidade de Macaíba, correndo ao longo de uns 19 Km sobre terrenos de declividade insignificante, colonizados por manguezais, para alcançar sua desembocadura no Atlântico.

Neste setor, a 7 Km da desembocadura, recebe o aporte do rio Potengi, formando um

amplo estuário.

A extensão total do seu curso é de aproximadamente 85 Km, passando como o rio Potengi, por distintas zonas físicas do estado do Rio Grande do Norte.

Seu caudal tem um caráter intermitente, por causa da irregular e reduzida pluviosidade da região do seu curso superior.

3.3 - Rio Doce

Trata-se de um pequeno rio formado pelos aportes da Lagoa de Extremoz e corre sobre sedimentos quaternários de dunas e aluviões até desembocar no estuário.

Mostra uma pendente quase nula e alimenta-se, ao longo de seus aproximadamente 14 Km de percurso, por olheiros, devido a que o leito do seu canal encontra-se a um nível mais baixo que o nível estático das águas, principalmente durante a estação chuvosa.

Apesar do seu caráter permanente, o rio Doce apresenta um caudal pequeno durante a maior parte do ano, uns 2 m³/s.

A evolução paleogeográfica deste rio é bastante complexa e parece estar intimamente ligada ao desenvolvimento de campos de dunas que contornam e desviam sua desembocadura e drenagem normais, chegando inclusive a encher quase na sua totalidade seu curso, capturando suas águas em lagoas alinhadas e, em ocasiões, comunicadas entre si.

Portanto, apesar da falta de dados mais concretos, o rio Doce parece que teve, em épocas pretéritas, uma importante contribuição na bacia do estuário do Potengi, até que se produziu uma migração de alguns quilômetros da sua desembocadura, como resposta à ação eólica existente.

No ano de 1965, para evitar o total soterramento do seu curso pelo avance das dunas, o DNOCS canalizou o rio através de dragagens e outras obras artificiais, devolvendo seu curso ao estuário do rio Potengi, através do Canal de Manimbu.

4 – SOLOS

De acordo com a nomenclatura estabelecida pelo Levantamento – Reconhecimento Exploratório dos Solos do Estado do Rio Grande do Norte (SUDENE, 1971), na área de Natal predominam essencialmente cinco (05) tipos de solo: Solos Aluviais Eutróficos; Solos

Indiscriminados de Mangues; Areias Quartzosas Marinhas Distróficas, Areias Quartzosas Distróficas; Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (Figura 27).

A caracterização dos solos e sua correlação com as litologias existentes na área, foram obtidas através de mapeamento com o apoio de fotografias aéreas em consideração a compartimentação do relevo e o potencial de uso e ocupação.

Nas várzeas do baixo curso do Rio Potengi predominam *Solos Aluviais Eutróficos* que são bastante cultivados e *Solos Indiscriminados de Mangues* nas áreas influenciadas pelas águas do mar.

As dunas constituem o material de origem das *Areias Quartzosas Marinhas Distróficas* e *Areias Quartzosas Distróficas*.

Areias Quartzosas Marinhas Distróficas (dunas) compreendem não só as dunas fixas, com vegetação, que apresentam horizonte muito pouco desenvolvido, como também as dunas móveis, sem desenvolvimento de horizontes, que são consideradas como tipo de terreno. São solos ou tipos de terreno areno-quartzosos, profundos ou muito profundos, excessivamente drenados, distróficos, ácidos e de fertilidade natural muito baixa, não cultivados. Estes solos ocorrem, na área mapeada, ao longo da orla marítima. Em alguns trechos estão sujeitos ao afloramento do aquífero freático.

Nas áreas onde há um capeamento mais extenso de sedimentos areno-quartzosos do Holoceno sobre o Terciário, verifica-se a dominância de Areias Quartzosas Distróficas. Esta classe compreende areno-quartzosos, profundos, com teor muito baixo de argila. São ácidos, com saturação de bases baixa a média. Tem fertilidade natural muito baixa, são excessivamente drenados e apresentam horizonte A fracamente desenvolvido.

Os mangues, de grande expressão no Rio Potengi, constituem o material de origem dos *Solos Indiscriminados de Mangues*, textura indiscriminada, fase relevo plano. Solos gleizados, não ou muito pouco desenvolvidos, muito mal drenados, com alto conteúdo em sais provenientes da água do mar e de compostos de enxofre que se formam nestas áreas sedimentares baixas e alagadas. De uma maneira geral não possuem diferenciação de horizontes. Apresentam textura variável desde argilosa até arenosa. Estes solos não são utilizados na agricultura, encontrando-se totalmente cobertos pela vegetação natural, já bastante desgastada. As limitações ao uso agrícola são muito fortes pelos excessos d'água e sais, em virtude de se encontrarem sujeitos ao movimento das marés. Ao longo do tempo, entretanto, uma parte desses mangues da margem direita estuarina foi aterrada pela expansão urbana

(Bairros da Ribeira e Rocas) e na margem esquerda foram substituídos por salinas.

Estes terrenos Latossolos Vermelho Amarelo Distrófico são derivados dos sedimentos areno-argilosos da formação Barreiras e, atualmente, apresentam-se com uma expansão de assentamentos sub-normais. Compreende solos com horizonte B latossólico, não hidromórfico, com baixa soma de bases trocáveis. São muito profundos, muito porosos, fortemente drenados, friáveis, muito itemperizados, com predomínio de sesquióxidos e argila 1:1 (normalmente caulinita) na fração mineral coloidal. Apresentam horizonte A normalmente fraco, fertilidade natural muito baixa e pouca utilização agrícola. Apresentam como principais limitações, a sua muito baixa fertilidade natural, bem como uma baixa percentagem de argila, que condiciona pequena capacidade de retenção de água e principalmente de nutrientes.

Estão correlacionados geomorfologicamente à feição de tabuleiro costeiro e apresentam uma cobertura vegetal natural constituída por estratos dominantes de espécies arbórea e arbustiva.

Atualmente, encontra-se quase totalmente substituído pela ocupação urbana, constando-se ainda, em determinados trechos, cobertura vegetal nativa e outros, utilizados para agricultura de cultura permanente.

Solos Aluviais são solos minerais pouco desenvolvidos, recentes, provenientes da deposição flúvio-marinha de litologia variada, sendo encontrado nas margens do rio. Apresentam fertilidade natural baixa, média, ou alta, drenagem moderada e imperfeita, são pouco profundos e profundos, sem diferenciação de horizontes.

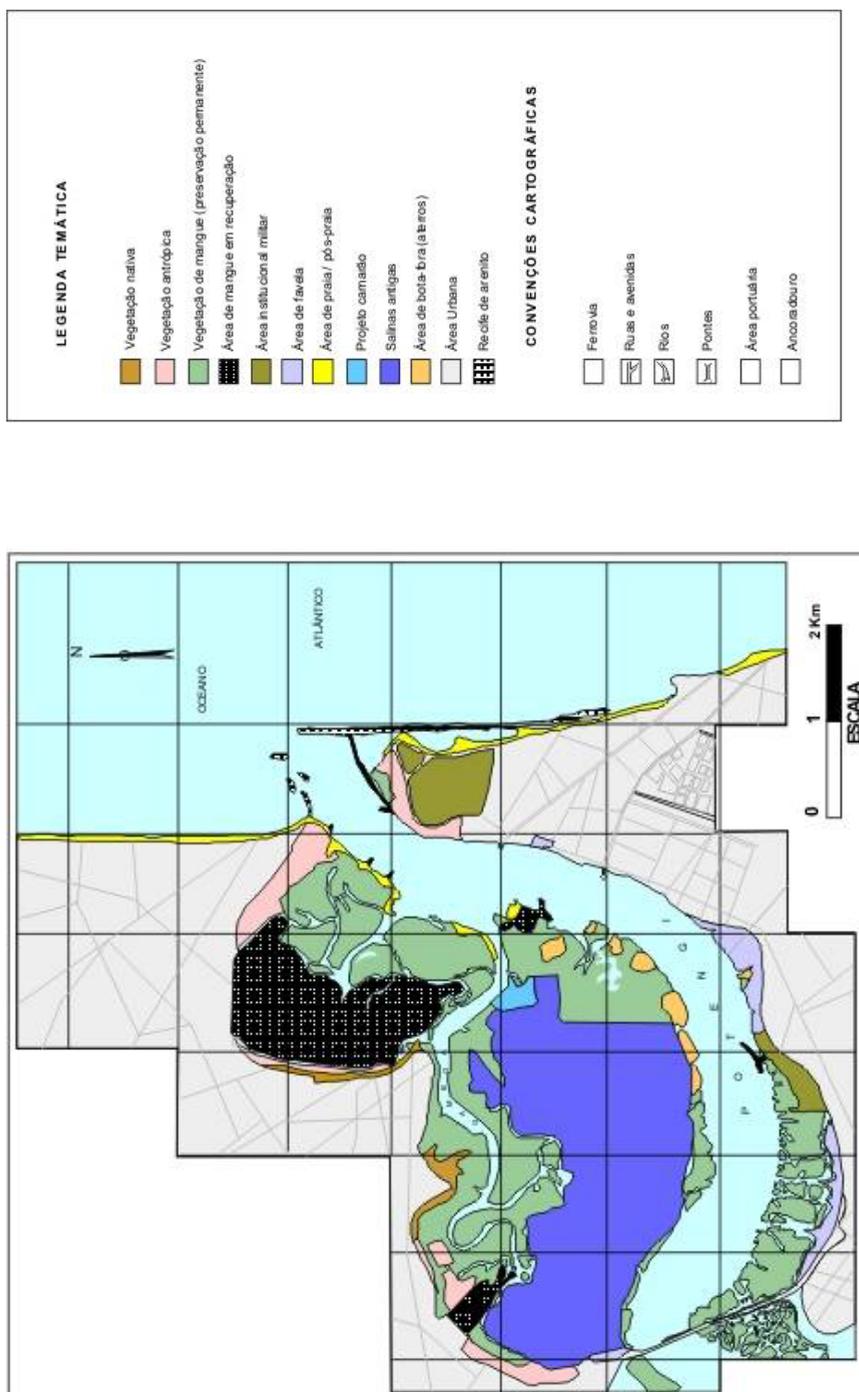


Figura 27 - Mapa de uso e ocupação do solo. Natal – RN.

5 - COBERTURA VEGETAL

A área em estudo se caracteriza pela presença de dois importantes ecossistemas, caracterizados por uma vegetação terrestre, associada às feições morfológicas existentes, ou seja, praias, dunas, e ainda os tabuleiros costeiros, enquanto os manguezais ocupam toda a porção baixa das margens do Rio Potengi. Esses ecossistemas apresentam uma fisionomia bastante danificada em razão da ação e manuseio predatório do homem.

Segundo dados da IUCN - União Internacional para a Conservação da Natureza (1983), o Brasil apresenta a mais extensa área de manguezais do mundo - cerca de 25.000 Km², seguido pela Indonésia - 21.763 Km². Apesar de ser área de preservação permanente, segundo o Código Florestal (Lei nº. 4.771/85), esse ecossistema vem sendo degradado rapidamente por processos urbanos-industriais de ocupação do litoral. Não obstante às funções ecológicas fundamentais que exerce, o manguezal é considerado uma área de reduzido valor de mercado e, portanto, susceptível de ser transformado em outros usos, que inviabilizam sua existência enquanto ecossistema sadio e produtivo.

A crescente e desordenada ocupação de regiões costeiras, somada à falta de informações e conhecimentos são alguns dos obstáculos para a preservação desses ecossistemas.

5.1 - Ecossistemas terrestres

A vegetação terrestre caracteriza-se por apresentar três estratos os quais distinguem as espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas. Essa vegetação pode ser definida como formação secundária, pois a ocupação humana destruiu as matas para extração de madeiras e atividades agrícolas. Assim, sua composição original foi substituída por sucessivas culturas.

Atualmente a cobertura vegetal da área é uma combinação de plantas cultivadas com uma pequena regeneração da vegetação natural e é classificada em nativa e antrópica.

5.1.1 – Vegetação Nativa

A faixa litorânea do município de Natal - RN é dominada por grandes extensões de

dunas de areia, sendo algumas nuas e outras revestidas com uma vegetação de porte variado.

A parte dunar da área estudada apresenta uma sedimentação quaternária, formando planícies litorâneas arenosas conhecidas botanicamente por planícies de restingas, segundo Goodland (1975) in Cunha (1990), o que designaria uma vegetação arbustiva-arbórea característica das costas meridional e norte do Brasil e, além disso, pode ter um significado geomorfológico (Leinz; Leonardos, 1971) in Lima (1980) referindo-se a vários tipos de depósitos arenosos costeiros.

O estrato herbáceo, que é representado por indivíduos que ficam fora do alcance do mar, localiza-se nas dunas interiores. A partir da zona de transição entre as ante-dunas e as dunas interiores, encontram-se plantas que não são mais halófitas, mas sim psamófitas. São as espécies providas de longos estolhos que se fixam no terreno: salsa-roxa (*Ipomoea pes-caprae*), feijão-de porco (*Canavalia obtusifolia*) e muitas outras espécies como gruda-gruda (*Stylosanthes viscosa*) que são plantas perenes, designadas pelos botânicos como boas fixadoras de dunas. Associada a essa espécie é encontrada a espécie *Centrosema brasilianum*. A forma biológica destas plantas, associada a um crescimento rápido, além de grande poder de regeneração, torna este grupo importante, no tocante à fixação de dunas (Hueck, 1955, Pfadenhauer, 1978) in Lima (1980).

Referindo-se ao estrato arbustivo, são encontrados representantes que vêm lutando contra a ação predatória do homem para sobreviver, como é o caso do arrebenta-boi (*Rauwolfia termifolia*) que é um arbusto com aproximadamente 3 m de altura, típico do tabuleiro litorâneo associado com outros indivíduos como angelim (*Andira sp*) que é uma Leguminosae de grande resistência às queimadas. No pós-praia, bem mais representado na Praia da Redinha, a diversidade de espécies e formas biológicas difere em relação aos outros habitats, sendo composta por plantas de porte com até 4 m de altura como as espécies *Solanum lycocarpum*. *Solanum paniculatum*, pertencente também à família Solanaceae, que chega até 3 m de altura, conhecida vulgarmente por jurubeba-branca

Uma outra planta arbustiva que é típica dos tabuleiros litorâneos é a mangabeira (*Hancornia speciosa*). Utilizando os arbustos como suporte, observam-se o maracujá (*Passiflora edulis*), o maracujá-mochila (*Passiflora foetida*), o melão-de-São-Caetano (*Momordica charantia*), bucha (*Luffa aegyptica*), como também outras Convolvulaceae pertencentes às espécies *Ipomoea grandiflora* e *Merremia aegyptica*.

As dunas interiores à areia, com mobilidade muito diminuída, suportam uma vegetação de aspecto xerofítico, como a coroa-de-frade (*Melocactus bahiensis*), o cardeiro (*Cereus pernambucensis*), o caroá (*Neoglaziovia variegata*). Esse tipo de vegetação sofre ação de degradação intensa, devido à retirada de areia para a construção civil.

Acha-se também presente na área a vegetação de restinga, que se limita a uma faixa larga ou menos larga em diferentes pontos e é constituída de arvoretas e árvores como *Chrysobalanus icaco*, *Dalbergia hecatophyllum*, de mistura com plantas de pequeno porte, como uma orquídea terrestre (*Epidendron sp*) e grandes Bromeliaceae de folhas espinhosas, em rosetas *Neoglaziovia variegata*.

Com as plantas já mencionadas misturam-se outras xerófilas mais nítidas ainda, o *Cereus pernambucensis*, uma das grandes Cactáceas e colunares, bem como certas árvores que avançam na restinga e são características da caatinga. Dentre essas espécies podemos fazer referência ao juazeiro (*Zyziphus joazeiro*), que é uma planta de copa densa e com altura entre 5 e 10 metros.

O mulungu (*Erythrina velutina*) que também é da caatinga, encontra-se mergulhada com outras espécies vegetais no litoral. Uma planta característica de várzeas úmidas e beira de rios da região semi-árida do nordeste brasileiro. Timbaúba, tamboril ou orelha-de-macaco são sinônimos vulgares do *Enterolobium contortisiliquum* o qual pertence à família Leguminosae Mimosoidea.

A vegetação da área em estudo apresenta-se bastante descaracterizada em conformidade com o ambiente, em razão da perda da cobertura florestal natural, o que mostra maiores dimensões aos problemas "in loco" da própria comunidade. Da mesma forma como ocorreu para vários outros estados brasileiros, onde o processo de ocupação e exploração remonta ao período colonial, na área que engloba o estuário do rio Potengi, a cobertura florestal primitiva foi reduzida a espaços remanescentes, sendo que grande parte da área encontra-se bastante perturbada pela retirada seletiva de madeiras para construção e pelas queimadas.

Além das alardeadas justificativas para a conservação das florestas remanescentes baseadas na preservação da diversidade genética e na importância para outros recursos naturais, como solo, água e fauna, o valor paisagístico e sua função como amenizador climático é particularmente crucial em regiões onde a atividade turística desempenha um forte papel econômico. Apesar de sua reconhecida importância para a comunidade, esta vegetação vem

sendo a cada dia mais ameaçada por atividades como a extração de lenha, como também a retirada de areias das próprias dunas. As preocupações com a conservação dos recursos naturais pela comunidade são insignificantes, mesmo assim torna-se evidente que o conhecimento da flora é fundamental para o desenvolvimento de quaisquer estratégias de ação, além de evidenciar o valor em biodiversidade da vegetação nativa.

5.1.2 – Vegetação Antrópica

A vegetação antrópica está representada por espécies ornamentais, frutíferas e medicinais cultivadas em espaços públicos e privados. As espécies mais comuns são: coqueiro-da-baia (*Cocos nucifera*), mangueira (*Mangifera indica*). Em menor quantidade, são encontradas: bananeira (*Musa sp*), goiabeira (*Psidium guajava*), jaqueira (*Artocarpus integrifolia*), fruta-pão (*Artocarpus communis*), sirigoela (*Spondias purpurea*), pitombeira (*Talisia esculenta*), sapotizeiro (*Achras sapota*). Algumas espécies nativas são também bem representadas, como o cajueiro (*Anacardium occidentale*), cajarana (*Simaba cuneata*), pau-d'arco-roxo (*Tabebuia serratifolia*), coité (*Crescentia cujete*), tamarineira (*Tamarindus indica*), azeitona-do-mato (*Syzygium jambolana*), jatobá (*Hymenaea courbaril*), jenipapo e também plantas cultivadas como a macaxeira (*Manihot dulcis*), batata-doce (*Ipomoea batata*), jerimum (*Cucurbita pepo*). Encontram-se também uma representação de plantas medicinais e uma variedade de espécies ornamentais.

5.2 – Ecossistema de Transição

5.2.1 - Manguezal

O ecossistema de manguezal é encontrado no Brasil de uma só forma sem nenhuma diferenciação. Constitui uma transição natural entre águas doces e salgadas. Sua característica salobra é afirmada pela presença de uma flora peculiar e por algumas espécies de animais, formando assim um ambiente biologicamente equilibrado.

Os manguezais se localizam em ambientes pouco movimentados do litoral, restringindo-se

às reentrâncias da costa, contornos de baías, nos estuários, lagunas, bem como outros locais onde estejam protegidos, do impacto das ondas, ou seja, por trás de dunas, praias e recifes.

As desembocaduras dos rios, deltas ou estuários representam muito bem os ambientes de manguezais, uma vez que aí ocorre mistura de águas (doce e salgada), facilitando desse modo a propagação de uma flora especial, composta principalmente por árvores e arbustos. Nessas zonas, banhadas regularmente pelas marés, se observa uma luta constante entre a força rítmica do oceano e a progressão lenta da vegetação.

Podemos denominar também esses ambientes de pântanos de mangues, os quais quando alagados, uma parte considerável do material carregado pelas correntes é depositado nesses locais da seguinte maneira: primeiro a areia, depois as partículas mais finas. Formando desse modo um depósito laminado, rico em argila. As plantas às margens, constituídas em sua maioria por gramíneas e ciperáceas, são as primeiras a reterem os sedimentos que vêm em suspensão. Portanto, a palavra mangue designa várias espécies de árvores ou arbustos que possuem adaptações, permitindo colonizar terrenos alagados e sujeitos à influência de água salgada, enquanto manguezal designa esse tipo de ecossistema estuarino.

Segundo Walsh (1983) in Diegues (1987) o maior grau de desenvolvimento do manguezal ocorre quando se reúnem as seguintes condições:

- Temperatura quente - a temperatura média do mês mais frio, exceda os 20°C e a amplitude anual seja menor que 5°C;
- Substratos aluvionares - os manguezais têm melhor desenvolvimento em costas estuarinas e deltaicas onde predominam sedimentos finos, ricos em matéria orgânica;
- Costas livres da ação de vagas e marés fortes;
- Presença de água salgada - os manguezais são compostos de plantas resistentes à variação de salinidade, onde as plantas estritamente terrestres não podem desenvolver-se;
- Grande amplitude de marés - uma ampla flutuação do nível da maré e um declive reduzido permitem a penetração da água salgada a grandes distâncias terra adentro. A ampla faixa de terrenos afetados pela intrusão salina pode ser colonizada pelos mangues.

Quando estas condições ambientais não são preenchidas, o manguezal não alcança seu melhor desenvolvimento estrutural. No ambiente propício, as árvores do manguezal alcançam entre 45-50 m.

Os manguezais constituem locais de deposição de materiais orgânicos, variando no grau de decomposição. Os animais participam na formação do solo (lama) do manguezal através da produção de seus excrementos; e os vegetais, por meio das folhas, cascas, pedaços de madeira, frutos e outras partes a eles pertencentes, que quando caem são cobertos pelas águas entrando assim em decomposição.

A atuação dos animais nesse ambiente contribui também na formação de depósitos característicos de sedimentos. Aliados a esses fatores têm, ainda, a ação mecânica das correntes e dos organismos.

Os depósitos de manguezais são oriundos da ação conjunta dos rios que trazem os sedimentos, bem como das correntes de maré, que os redistribuem transportando desse modo a parte mais fina até os baixios onde são definitivamente depositados.

De modo geral, os sedimentos caracterizam-se pela granulação fina, com um pequeno conteúdo de areia.

A flora do manguezal apresenta-se sempre em associação, distribuindo-se de acordo com a natureza do substrato e o alcance das marés, sendo cada faixa ou zonação caracterizada por uma espécie principal.

A primeira zona, situada entre a baixa-mar e preamar médias, tem como espécie principal o mangue vermelho ou mangue sapateiro (*Rhizophora mangle*), pertencente à família Rhizophoraceae. É uma planta provida de raízes, que facilitam a fixação e oxigenação.

A segunda zona, afetada somente pelas marés altas e onde já existe um pouco mais de areia e, às vezes, também de cascalho, é caracterizada pela presença do mangue siriuba (*Avicennia germinans* sp), pertencente a família Avicenniaceae apresentando um sistema de raízes bastante pronunciado (*pneumatóforos*), a fim de manter a oxigenação da planta quando o seu sistema radicular fica submerso durante a preamar. E finalmente a terceira, que em alguns locais pode não estar presente, sendo alcançada apenas pelas grandes marés e seu solo é bem mais arenoso. É caracterizada pelo mangue branco (*Laguncularia x racemosa* Gaerth), da família Combretaceae. Possui um sistema radicular semelhante ao anterior, com a mesma finalidade ou função.

Em determinados locais pode ser encontrada ainda uma “quarta zona” onde predomina o gênero *Conocarpus*, conhecido vulgarmente com mangue de botão e pertencente também à família *Combretaceae*. A espécie *Conocarpus erectus* é a única encontrada nesta zona. Geralmente essa espécie não é considerada com o mangue propriamente dito, mas sim como uma espécie periferal. Encontra-se nas partes mais elevadas e sobre terrenos arenosos e menos salgados.

Os bosques de manguezais distribuem-se de forma descontínua ao longo de 6.800 Km de litoral, o que supõe um 92% de extensão da costa. Do ponto de vista fisionômico apresentam variações quanto ao porte das espécies, ocorrendo na região norte aquelas de porte mais elevado em relação às de outras regiões, constituindo verdadeiras florestas.

No Rio Grande do Norte, só em alguns locais encontramos algumas espécies de porte exuberante (arbóreo), dentre eles a jusante do rio Pequiri, no estuário do rio Curumataú, a sul da área em estudo e em alguns outros locais, tornando desse modo o manguezal do RN descontínuo no que diz respeito ao seu porte em sua total distribuição.

No Estuário Potengi, os ecossistemas de manguezais são encontrados margeando todo o estuário até a sua porção superior. A vegetação típica de mangues é observada no Rio Jundiá até a Cidade de Macaíba, no Rio Potengi até a localidade de Barreiros, no Município de São Gonçalo do Amarante e no Rio Doce, até a rodovia que une Natal a Redinha, atestando, desta forma, a influência das marés até essas localidades.

Estes mangues parecem preencher as reentrâncias morfológicas do estuário, limitando-se ao continente com os paredões rochosos da Formação Barreiras e são mais expressivos no setor intermediário estuarino, ou seja, a montante da Ponte de Igapó.

Em resposta ao processo histórico de ocupação urbana, concentrado até 1970 ao setor inferior da margem direita estuarina, registra-se atualmente neste setor, somente manchas nesta margem, enquanto que na margem direita, estendendo-se desde a Gamboa Manimbu, nas proximidades da foz, até à Ponte de Igapó, localiza-se uma maior quantidade de vegetação de mangues.

O manguezal já apresenta em determinados pontos uma forte indicação da ação antrópica, como exploração de salinas, hoje desativadas. Encontramos ao longo do manguezal, uma flora de porte pouco exuberante, em detrimento da retirada desordenada da madeira para a construção civil e outras atividades, além da invasão dessa área pela população de baixa renda que ali se aloja, sem nenhum sistema de saneamento básico, trazendo

conseqüências ao ecossistema, além de sério comprometimento da saúde dessa população.

Encontramos também algumas manchas de vegetação em locais não apropriados, decorrentes de alterações oriundas das intervenções humanas. Estas formações vegetais, atualmente denominadas de “mangues intrusos”, mostram um desenvolvimento atípico sobre um substrato completamente arenoso. A sua estrutura vegetal se apresenta atrofiada e não tem o funcionamento ecológico típico de um manguezal. Exemplo típico disto é a presença de um manguezal próximo ao Forte dos Reis Magos, na foz do estuário Potengi. Estes mangues se desenvolveram a partir da construção do guia corrente da Limpa, durante as obras de ampliação portuária em 1929, sobre uma praia estuarina do mesmo nome.

Do ponto de vista florístico, como acontece com outros ecossistemas de manguezal em todo o país, não há variação de espécies na área em estudo, encontrando-se as mesmas que existem em outros ambientes semelhantes. Dentre elas temos: a *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* e *Conocarpus erectus*, todos em associação, mas sem destaque acentuado em relação ao porte.

Estas espécies de árvores de mangue encontradas, sobretudo pela arquitetura de suas raízes, contribuem efetivamente como fixadores de sedimentos. É importante registrar que na área estudada a espécie *Rhizophora mangle* constitui 70% de todas as árvores de mangue e que a espécie *Conocarpus erectus* tem a menor incidência de todas citadas.

Além da vegetação, a fauna bentônica contribui para a fixação dos sedimentos.

O sedimento do manguezal em estudo é rico em organismos bentônicos e dentre eles encontramos dois representantes da fauna que atuam de alguma forma no processo de fixação do solo. Os anelídeos, representados pela Classe Potychaeta, são um desses grupos de animais que por sua capacidade de produzir tubos, assumem importância nesse processo de contenção do solo.

Os moluscos, por sua vez, são representados pelos bivalves, que assumem nesse ecossistema também a função de fixadores de sedimentos.

O manguezal usa uma engenharia perfeita para que o seu solo não sofra erosão que lhe destrua, através de componentes da sua flora e da sua fauna. Mas ao mesmo tempo em que se autoprotege, utiliza toda sua conformação característica para guarnecer a costa que lhe faz fronteira.

Os terrenos que se situam ao término do manguezal não suportariam as descargas fluviais ou o movimento das marés - caso ele não existisse - e pouco a pouco iriam sendo consumidos num processo de erosão inexorável. No entanto, com o manguezal a proteger a linha da costa, as águas não lhe chegam com violência.

6 – OCUPAÇÃO URBANA

A compreensão das repercussões ambientais originadas pelas intervenções antrópicas passa necessariamente pelo estudo da população da região afetada. É nesta perspectiva que se apresenta neste apartado uma breve evolução do espaço urbano de Natal, enfatizando principalmente a dinâmica da população, o nível de vida, a organização, a estrutura produtiva de serviços e o uso da ocupação da terra.

Os dados utilizados para a realização deste trabalho foram obtidos através de investigações bibliográficas e de trabalhos de campo. Para a caracterização da dinâmica populacional, o nível de vida e a organização social efetuaram-se sondagens e investigação em órgãos oficiais, bem como observações diretas nos bairros afetados.

As Tabelas 04 e 05 abaixo resumem a evolução demográfica recente da população residente na Região Metropolitana de Natal e nos seus municípios constituintes, no Estado do Rio Grande do Norte, no Nordeste e no Brasil como um todo.

Tabela 04 - População Residente

	POPULAÇÃO RESIDENTE								
	1996			1991			1980		
	Total	urbana	Rural	Total	urbana	Rural	Total	urbana	Rural
BRASIL	157079	123076831	33993332	146825500	110991000	35834500	119002700	80436400	38566300
NORDESTE	44768201	29191749	15575102	42497500	25776300	16721200	34812500	17566800	17245600
Rio Grande do Norte	2558660	1843486	715174	2415600	1669200	746300	1898200	1115200	783000
R.M. de Natal	921491	815427	106694	825805	726726	98079	554213	479929	74284
Natal	656037	656037	0	606877	606877	0	416898	416898	0
Extremoz	17814	10150	7664	14933	8181	6752	8791	3318	5473
CE-Mirim	57983	28766	29217	51938	25915	26023	40100	17076	23024
S.G. do Amarante	56825	9321	47504	45401	8240	36161	30797	5762	25035
Macaíba	46655	32816	14469	43403	28979	14424	31267	17053	14214
Panamirim	86177	78337	7840	63253	48534	14719	26360	19822	6538

Tabela 05 - Taxas de crescimento anual

	TAXAS ANUAIS (% a.a.)					
	1991 – 2000			1980-1991		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
BRASIL	1,36	2,09	-1,05	1,93	2,97	-0,67
NORDESTE	1,05	2,52	-1,41	1,83	3,55	-0,28
Rio Grande do Norte	1,16	2,01	-0,85	2,22	3,73	-0,44
R.M. de Natal	2,22	2,33	1,70	3,69	3,84	2,56
Natal	1,57	1,47	-	3,47	3,47	-
Extremoz	3,59	4,41	2,57	4,93	8,55	1,93
CE-Mirim	2,23	2,11	2,34	2,38	3,87	1,12
S.G. do Amarante	4,59	2,50	5,61	3,59	3,31	3,40
Macaíba	1,46	2,52	0,06	3,03	4,94	0,13
Parnamirim	6,38	10,05	-11,84	8,28	8,48	7,66

Percebe-se que o dinamismo demográfico da R.M de Natal, expresso por taxas médias geométricas anuais superiores ao Estado, ao Nordeste e obviamente ao País, nos dois períodos considerados, representa um grande desafio do ponto de vista da provisão de infra-estrutura e serviços urbanos, bem como de conservação ambiental e qualidade de vida, sem esquecer das carências acumuladas historicamente, sobretudo para os segmentos mais pobres.

A mera extrapolação das tendências atuais, sem considerar os efeitos indutores do aproveitamento pleno das oportunidades motrizes do desenvolvimento sustentado do Estado – Fruticultura, Pólo Gás-Sal e Turismo, implicará uma população total para a Grande Natal da ordem de 1,6 milhões de habitantes em 2020, quase dobrando a população atual.

O agravamento dos problemas de favelização, degradação ambiental e congestionamento, só podem ser evitados mediante ações integradas dos Governos do Estado e dos Municípios Metropolitanos, envolvendo, entre outras medidas e programas de natureza econômica e social, o ordenamento do crescimento urbano. Por outro lado, o pleno aproveitamento das potencialidades econômicas do estado, passa necessariamente pela provisão de infra-estrutura econômica e social adequada, competitiva do ponto de vista empresarial, ao seu principal pólo urbano, lugar central de funções estratégicas para o desenvolvimento da fruticultura, do conjunto de atividades industriais do próprio Pólo Gás Sal e do turismo. Tal provisão de infra-estrutura só será eficaz e competitiva, atraindo o indispensável aporte do investimento privado e evitando custos extraordinários, na medida em que o aparato institucional e administrativo disponha de um instrumento moderno e estável de controle dos

processos de uso e ocupação do solo, que estão na origem da definição das demandas de infra-estrutura urbana.

As zonas costeiras urbanas do País têm historicamente concentrado, em espaços reduzidos, um grande número de atividades fundamentais à sociedade, relacionadas com a produção, o comércio, o abastecimento, a defesa da soberania e a recreação, entre outras.

Tal concentração inicial que deu origem à denominação de “civilização do caranguejo” aos períodos iniciais da formação da sociedade brasileira, pode ser explicada pelas peculiaridades da distribuição dos recursos naturais no território e pelas características do processo de colonização e favoreceu, por força das economias de aglomeração e em função de fatores políticos, o processo de concentração urbana recente e a formação de regiões metropolitanas no entorno de vários pólos urbanos do litoral, como é o caso de Natal. Essas áreas apresentam uma estrutura frágil diante dessas intervenções, devido à sua complexidade ambiental, que reúne vários processos físicos como ventos, ondas, correntes, precipitações intensas de curta duração, marés, erosão, etc. Esse quadro de fragilidade reforça a importância de um processo eficaz de disciplinamento do uso e da ocupação do solo, necessário em qualquer sociedade por força de exigências de funcionalidade e eficiência dos sistemas urbanos, notadamente os de transportes e de saneamento, caracterizados por grandes indivisibilidades.

6.1 – O Porto e a Região Metropolitana de Natal

O Rio Grande do Norte vive um momento de realização de grandes investimentos e incremento da sua economia, hoje fortemente apoiada nas atividades do turismo e nas atividades relacionadas ao Pólo Gás-Sal e à fruticultura.

Estes investimentos têm se caracterizado por transformações na estrutura viária e rodoviária, tanto no que diz respeito à articulação regional da capital com o restante do Estado, como às mudanças na estrutura viária interna da cidade de Natal. Visam basicamente dotar a região metropolitana de uma infra-estrutura compatível com a escala regional, como pólo de distribuição e dinamização da economia estadual.

De acordo com o Plano Estratégico Natal Terceiro Milênio, a população da Região Metropolitana deve chegar a 1,4 milhões até o ano 2.015, demandando a criação de uma estrutura viária de atendimento ordenado para esta população, como também aos fluxos

turísticos previstos de 1,1 milhões de pessoas em 2003 e cerca de 1,6 milhões em 2.010.

No que se refere aos transportes coletivos, circulam hoje na Grande Natal, diariamente, quase um milhão de passageiros, predominando o transporte pelo modo rodoviário. De acordo com a STTU, nas linhas intramunicipais de Natal circulavam em 1999 cerca de 370 mil passageiros por dia em média, estimando-se que nas linhas intermunicipais eram transportados entre 400 e 500 mil passageiros por dia.

Embora o Plano Estratégico Natal Terceiro Milênio enfatize a decadência do modal ferroviário, chama a atenção para que a correta utilização das linhas Norte – 38,5 km de extensão e 12 estações – e da linha sul – 17,7 km e 7 estações – permitiriam o atendimento de parte significativa da demanda intermunicipal e intra-municipal da região metropolitana, sobretudo por Natal apresentar linhas e estações implantadas no tecido urbano, cortando áreas densamente ocupadas e facilitando o acesso a áreas centrais.

Nesse contexto, a articulação viária do porto com os sistemas de rodovias, no âmbito metropolitano, através das BR-226, BR-304, BR-101 e BR-406, bem como o acesso ferroviário interligado ao sistema ferroviário do Nordeste, faz com que a demanda por infra-estrutura compatível com a circulação da produção, induza a transformações urbanas ao longo dos eixos viários, e, sobretudo, no entorno imediato à área das operações portuárias.

O aumento do transporte de cargas e as obras de ampliação do porto, além de significativa transformação na estrutura viária local e no entorno imediato, acarreta também a necessidade de algumas remoções de populações ribeirinhas, ao mesmo tempo em que interfere no processo de revitalização da Ribeira, em virtude da sobreposição do interesse histórico às atividades comerciais e portuárias.

Nesse contexto, vários ajustes têm ocorrido na estrutura viária da cidade e da região metropolitana, com a intenção de viabilizar a circulação e acessibilidade adequada a essa nova ordem de crescimento, onde a atividade turística e a circulação da produção constituem-se em eixos estruturantes dessas transformações.

O posicionamento da segunda ponte sobre o Rio Potengi, por exemplo, exigirá retificações na estrutura viária do entorno mais imediato às suas cabeceiras, com reflexos na estrutura viária da Zona Norte, no bairro da Redinha, como também e, principalmente, no entorno da cabeceira localizada no lado sul, no triângulo formado pela enseada do Rio Potengi com o Oceano Atlântico, no bairro de Santos Reis.

Deste lado (sul), encontramos uma área bastante complexa, onde o corredor turístico vindo da orla, encontra-se com o corredor portuário, vindo do rio. A presença da Fortaleza dos Reis Magos e o seu sítio histórico, circundado pela área militar e por importantes núcleos residenciais formados pelos bairros de Santos Reis, Rocas e Praia do Meio, tendem a sofrer transformações na sua configuração urbana.

Nessa área da cidade vêm sendo propostos ajustes no sistema viário, com o intuito de adequar a sua estrutura tanto ao corredor turístico, com a construção da Segunda ponte sobre o Potengi, como ao corredor portuário, em virtude das obras de ampliação do porto.

Nesse sentido, estão propostas alterações como o prolongamento da Avenida Duque de Caxias, ligando-a à Avenida Café Filho, que por sua vez ligar-se-á a cabeceira da nova ponte. A Avenida Café Filho já vem sendo objeto de algumas retificações no seu traçado para concordância com o traçado da nova ponte.

Paralelamente, obras como o binário entre a Avenida Café Filho e a Rua do Motor e o prolongamento da Avenida Floriano Peixoto, têm a finalidade de otimizar a circulação de veículos na orla marítima, e com isso, estimular o estabelecimento da atividade turística naquela área.

Observa-se, no entanto, que ao longo da formação dos bairros dessa área da cidade, notadamente aqueles localizados próximos ao triângulo formado pelo rio e pelo mar, as suas características de núcleos residenciais de baixa renda têm sido mantidas ao longo dos anos, em virtude da legislação urbanística restringir a verticalização na orla marítima e definir zonas de preservação histórica às margens do Rio Potengi.

6.2 – Dinâmica Populacional do entorno do Porto

O Porto localiza-se na Zona Leste da cidade que abriga 17,4% da população de Natal e dos doze bairros que formam o seu conjunto. Os bairros de Ribeira e Cidade Alta apresentam uma população total de 8.093 habitantes, contra os 114.453 habitantes da Zona Leste e os 656.037 da população total de Natal (IBGE – 1996).

Se analisarmos a evolução da população nos dois bairros entre os anos de 96/2002, o bairro de cidade Alta, que em 96 tinha uma população de 7.548 habitantes, passou a 6.254 habitantes em 2002, apresentando uma variação percentual negativa, da ordem de -17,1%. Já o bairro da Ribeira não apresenta uma variação considerável, ficando em torno de 0,7%,

com uma população em 1996, na ordem de 1.826 habitantes, e em 2002, na ordem de 1.839, (Tabela 06).

Podemos destacar que a variação negativa na população residente do bairro de Cidade Alta pode se caracterizar por um processo de evasão, decorrente da substituição do uso residencial pelo comercial, institucional e de serviços, bem como pela queda da qualidade de vida no centro da cidade, em função de diversos fatores, dentre eles, a ausência de regulamentação do bairro como Área de Operação Urbana.

A quase permanência da estabilidade no nível de variação percentual do crescimento populacional da Ribeira pode ser atribuída à vocação predominantemente comercial e de serviços que o bairro apresenta. A dinamização da atividade portuária, sobretudo com as atividades geradas a partir da instalação de novos equipamentos, como o moinho, o novo frigorífico e toda a infra-estrutura necessária à operação dos produtos oriundos do Pólo Gás-Sal, contribuirá para que considerável contingente de mão-de-obra se desloque de outros bairros em busca de trabalho, gerando assim uma demanda por habitações situadas mais próximas da área portuária e seu entorno.

Da mesma forma, podemos observar que a população residente nessa área da cidade, avaliada em função do número de domicílios ocupados, demonstra que o bairro de Cidade Alta apresenta um maior número de domicílios, 1.580, enquanto a Ribeira, 514, o que demonstra claramente que a Ribeira constitui-se, desde os primórdios de fundação da cidade, em um pólo de comércio e serviços, enquanto que o bairro de Cidade Alta, por ter sido o núcleo inicial de ocupação, conservou-se em alguns trechos específicos como área residencial, em função das condições topográficas e de acesso, que impediram uma transformação de uso mais intensa (Tabela 07).

Cabe ainda destacar que a população do bairro de Cidade Alta está assentada em uma área de 94,10 ha, apresentando uma densidade 91,63 hab/ha, enquanto que a do bairro da Ribeira está assentada em uma área de 60,50 ha, e apresenta uma densidade de 46,21 hab/ha. Tais dados permite-nos, mais uma vez, identificar a Cidade Alta como uma área de características mais residenciais do que a Ribeira, ao mesmo tempo em que também permite-nos confirmar que essas áreas residenciais, embora o bairro apresente uma maior extensão, encontram-se concentradas em bolsões específicos, conferindo ao bairro uma densidade mais elevada em relação ao bairro da Ribeira (Tabela 08).

No que diz respeito à concentração populacional, a Zona Norte, separada do restante

da cidade pelo Rio Potengi, concentra 31,4% da população natalense, apresentando uma população da ordem de 206.115 habitantes, e um crescimento no período 96/2002 da ordem de 40,3%. Ocupa uma área de 5.768,66 ha, com uma densidade demográfica de 29,13 hab/ha e um total de 47.956 domicílios ocupados.

Nesse contexto, o bairro da Redinha e o bairro das Salinas, com 9.084 habitantes e 1.026 habitantes, respectivamente, são enfocados nesse estudo em função da sua localização geográfica e sua posição importante em relação ao Porto, ao Rio e ao corredor turístico na orla, integrada à discussão da ligação com a Zona Norte da cidade. Percebe-se uma variação no período 91/96 de índices elevados, sobretudo na Zona Norte como um todo, o que confirma essa área da cidade como uma área de expansão urbana.

Por outro lado, uma análise da Zona Norte revela que existe uma tendência de crescimento mais acentuada dos bairros localizados na extremidade norte da região, mais próximos aos limites dos municípios de Extremoz e São Gonçalo do Amarante, em virtude do baixo custo dos terrenos ali localizados, e da construção de conjuntos habitacionais que se instalaram na periferia da Zona Norte de Natal.

No caso específico da Redinha e das Salinas, a variação de 38,0% e 94,0% respectivamente, deve-se basicamente à sua localização junto ao principal corredor de penetração da Zona Norte, a Avenida João Medeiros Filho, do aumento dos investimentos em infra-estrutura urbana, como drenagem e pavimentação da área, e, sobretudo, na Redinha, à retomada da nova ligação com a Zona Leste, através do serviço de travessia de balsas, o que tem estimulado o uso residencial naquela área (Tabela 09).

Do lado norte, a Redinha apresenta-se com 1.934 domicílios, frente aos 224 domicílios do bairro das Salinas, embora estes dois bairros apresentem-se como os menos ocupados em relação à Zona Norte como um todo (Tabela 10).

Tal fato diz respeito primeiro a que a maior parte do bairro de Salinas é formado por uma área ambiental, com 839,03 ha e uma densidade de 0,72 hab/ha, o que tem restringido a sua ocupação, e que a Redinha, até pouco tempo atrás, devido às dificuldades de ligação e transporte com o restante da cidade, era local de veraneio e moradia de população de baixa renda (Tabela 11).

No que diz respeito à classe de renda, o censo demográfico de 2002 realizado pelo IBGE constatou que em Natal 133.994 chefes de domicílio, dos quais 31,20% declararam-se

sem rendimentos ou auferindo até 1 salário mínimo. Do total, 55,3% declararam-se entre 1 e 2 salários mínimos, e no outro extremo, 2,9% estavam acima de 20 salários. Significa dizer que em Natal, em 91,30,9% das pessoas viviam com menos de 1 salário mínimo e 9,8% com mais de 10 salários mínimos.

Na Cidade Alta 32,3 % da população auferem até 1 salário mínimo contra os 10,7% que declaram rendimentos acima de 10 salários mínimos, ao passo que na Ribeira 13,5% percebem até um salário mínimo contra os 32,7% com mais de 10 salários mínimos. Percebe-se também que tanto em Salinas como na Redinha predomina uma população cujos rendimentos não ultrapassam os cinco salários mínimos (Tabela 12).

Tabela 06- Evolução da População Rio Potengi - Zona Leste.

BAIRRO / REGIÃO	1996	2002	VARIAÇÃO 96/2002
Cidade Alta	7.548	6.254	-17,1%
Ribeira	1.926	1.839	0,7%
Zona Leste	128.772	114.453	-11,1%
Natal	606.887	656.037	8,1%

Fonte: IBGE - 2002

Tabela 07 - População - Domicílios Ocupados Rio Potengi - Zona Leste.

BAIROS	POPULAÇÃO	DOMICÍLIOS OCUPADOS
CIDADE ALTA	6.254	1.580
RIBEIRA	1.839	514
TOTAL	8.093	2.094

Fonte: IBGE / 2002 - PMN, Plano Diretor

Tabela 08 - Densidade Demográfica / Área Territorial Rio Potengi - Zona Leste.

BAIROS	DENSIDADE (HAB/HA)	ÁREA (HA)
CIDADE ALTA	91,63	94,10
RIBEIRA	46,21	60,50
TOTAL	8.093	2.094

Fonte: PMN / IPLANAT – Perfil dos Bairros / 2002

Tabela 09 - Evolução da População Rio Potengi - Zona Norte.

BAIRRO/REGIÃO	1996	2002	VARIAÇÃO96/2002
REDINHA	6.581	9.084	38,0%
SALINAS	529	1.026	94,0%
ZONA NORTE	146.935	206.115	40,3%
NATAL	606.887	656.037	8,1%

Fonte: IBGE

Tabela 10 - População - Domicílios Ocupados Rio Potengi - Zona Norte.

BAIROS	POPULAÇÃO	DOMICÍLIOS OCUPADOS
REDINHA	9.084	1.934
SALINAS	1.026	224
TOTAL	10.110	2.158

Fonte: IBGE / 2002 - PMN, Plano Diretor

Tabela 11 - Densidade Demográfica / Área Territorial Rio Potengi - Zona Norte.

BAIROS	DENSIDADE (HAB/HA)	ÁREA (HA)
REDINHA	9,58	786,86
SALINAS	0,72	839,03

Fonte: PMN / IPLANAT – Perfil Dos Bairros / 2002

Tabela 12 - Classe de Renda por Chefe de Domicílio Rio Potengi - Zona Leste e Zona Norte.

Região/ Bairros	Sem rendimento	Até 1 SM	De 1 a 2 SM	De 2 a 5 SM	De 5 a 10 SM	De 10 a 20 SM	Mais de 20 SM
NATAL	3.723	38.024	32.313	30.804	16.170	9.028	3.932
LESTE	859	7.734	5.959	6.806	4.094	2.703	1.484
Cidade Alta	40	556	280	428	340	149	49
Ribeira	11	48	45	108	81	70	73
NORTE	835	10.175	9.865	7.792	1.731	337	55
Redinha	49	603	353	225	56	15	10
Salinas	6	91	12	5	-	-	-

Fonte: IBGE – Censo Demográfico / 2002

6.3 - Transformações Urbanas

Enquanto na beira mar a atividade turística tende a se instalar e aumentar a disputa pelas áreas residenciais de baixa renda ali existentes, na Ribeira e na Cidade Alta, o turismo tende a desenvolver-se conjuntamente com as atividades portuárias e, em alguns trechos, com a residencial.

No entanto, a atividade turística nessa área constitui-se de atividades ligadas tanto à presença do rio, suas belezas naturais, passeios de barcos, bem como com o turismo cultural possível em função da riqueza do patrimônio arquitetônico ali existente. A margem direita do Rio Potengi, desde a enseada, apresenta pontos interessantes para o desenvolvimento da atividade turística, ligadas à presença do rio e ao patrimônio histórico dos bairros em questão.

A partir das transformações nessa área da cidade, em função das obras de ampliação do porto e da construção da nova ponte, são identificados pontos sensíveis, passíveis de intervenção, formando, dessa forma, um conjunto urbano cujo tratamento pretende reabilitar esse trecho histórico da cidade, a partir do estímulo à atividade turística e o uso residencial, e sua convivência com as atividades portuárias.

Assim, para a Comunidade do Areado e Passo da Pátria, localizadas ao lado da Pedra do Rosário, é proposta a relocação de algumas residências para uma área livre da favela, liberando o entorno do ponto turístico, para tratamento paisagístico e viabilização de ancoragem de barcos de passeio. Ao mesmo tempo propõe a criação de uma calçada, entre as casas e o rio, fazendo a ligação da comunidade com o novo parque criado a partir das relocações.

Da Pedra do Rosário, em Cidade Alta, desenvolve-se um deck de madeira, margeando o Rio, acompanhado pela linha férrea, até outro importante ponto, o Cais da Tavares de Lira, já no bairro da Ribeira, hoje o ancoradouro de barcos de passageiros que faz a ligação entre a Ribeira e a Redinha, do outro lado do rio. O deck continua margeando o rio por trás dos casarões antigos da Rua Chile até encontrar um mirante construído ao lado do Porto, e parte integrante do Largo da Rua Chile.

Finalmente, com o prolongamento da Av. Duque de Caxias, é proposto um novo tratamento para o conhecido Canto do Mangue, local de concentração dos pescadores, ao lado da Favela do Maruim, que com as obras de ampliação do porto, será removida.

Para o Canto do Mangue é proposta a relocação de pequenos bares para o outro lado da via, liberando dessa forma a visual para o rio. O Canto do Mangue integrar-se-á ao espaço

do futuro Museu da Aviação e ao Terminal de Balsas que faz a travessia para a Zona Norte, no bairro da Redinha.

Traz como idéia básica que esse trecho assuma, na estrutura da cidade, o elo de ligação entre o tecido urbano e o Rio Potengi, apresentando uma diversidade de atividades que possibilitam a sua exploração do ponto de vista turístico. Ao mesmo tempo, além do acervo histórico e arquitetônico que apresenta, constitui-se como importante ponto de passagem entre áreas da cidade, além de apresentar importantes núcleos residenciais estabelecidos no seu entorno.

A sua proximidade com a orla marítima faz com que se estabeleçam relações de vizinhança, tratadas a partir de uma abordagem de escala e interdependência constantes. Nesse sentido, sob a ótica da habitação, a compreensão dos bairros da Ribeira e Cidade Alta, aponta para a necessidade de se estimular o uso residencial como elemento fundamental para a revitalização e reabilitação desses dois bairros históricos da cidade.

O bairro de Rocas, também por sua vez, caracteriza-se por ser uma grande área residencial, um bairro interior, passagem entre o corredor turístico e o centro histórico urbano, comercial e cultural, que ora se forma entre Ribeira e Cidade Alta. Apresenta uma ocupação predominantemente horizontal, com residências unifamiliares, em processo de transformação e verticalização.

O trecho da Ribeira à Cidade Alta, áreas de operação urbana, sofrem um processo de ocupação distinto dos bairros localizados à beira-mar. Nesses, a atividade turística tende a alavancar as transformações no espaço urbano, naqueles, por localizarem-se às margens do Rio Potengi, a transformação e consolidação do porto de Natal tende a alterar a configuração espacial das áreas do entorno, com significativo impacto nas zonas de preservação histórica, mantidas pela legislação em vigor.

Da mesma forma, nesse trecho, as áreas residenciais, que encontram-se localizadas na Zona de Preservação Histórica e próximas à Zona Especial Portuária, mesclam-se entre a atividade comercial e de serviços instaladas na área central de Natal, e às atividades portuárias, próximas às margens do Rio Potengi. O apelo turístico, cultural, e, sobretudo, as transformações decorrentes da ampliação do porto, fazem com que exista também nesse trecho, a exemplo do que ocorre com a Praia do Meio, Rocas, Santos Reis e Mãe Luiza, uma linha de tensão entre essas atividades e a moradia, a ponto da Lei de Operação Urbana tentar estimular o uso residencial no bairro da Ribeira, com o intuito de torná-lo mais vivo e dinâmico.

Essa “tensão” se revela a partir das transformações do espaço construído, que, como que moldado pelas mudanças de uso, tem as suas tipologias alteradas, e conseqüentemente, a paisagem do bairro e da cidade. Ao mesmo tempo, considerando o momento de urbanização que esse trecho da cidade apresenta, pode-se dizer que existe uma espécie de saturação no crescimento horizontal, existindo, portanto, a tendência à verticalização. Aliado a essa tendência de verticalização nas áreas residenciais, sobretudo nos limites com os bairros que alavancam as transformações do entorno, normalmente corredores de circulação, o estabelecimento do uso misto tende a se consolidar como alternativa de sobrevivência de grande parte da população aí residente.

Os ajustes no sistema viário, em função da otimização do tráfego que atenda tanto ao desenvolvimento da atividade turística na orla, bem como à expansão da atividade portuária às margens do Rio Potengi, seja hoje a origem das transformações urbanas da área em questão.

Algumas propostas do poder público de retificação do sistema viário estão sendo estudadas para essa área da cidade, sobretudo aquelas que envolvem desapropriações e até mesmo a relocação de um contingente considerável de pessoas. A prática tem sido apenas a da desapropriação e indenização, com a conseqüente “expulsão” das famílias para outros bairros, via de regra para as zonas Oeste, Norte ou até mesmo para outros municípios da região metropolitana.

O caso da Rua do Motor, no bairro da Praia do Meio, e o caso da remoção da Favela do Maruim, no bairro da Ribeira, juntamente com as propostas de ajustes para o sistema viário desse trecho da cidade, são exemplos típicos do que passa a ocorrer com maior freqüência, em virtude das transformações que ora se anunciam.

Conforme citado anteriormente, em função de melhorar as condições de acessibilidade ao Porto, e devido à localização da 2ª Ponte sobre o Rio Potengi, existe para essa área a proposta de prolongamento da Av. Duque de Caxias em direção à Av. Presidente Café Filho (beira-mar), a fim de encontrar o novo traçado que leva à cabeceira da nova ponte. Essa proposta visa facilitar o escoamento da produção vinda do norte do Estado e que chegaria ao porto, pela proximidade à nova ponte, e não mais pela ponte de Igapó, na zona oeste da cidade.

Ao mesmo tempo deparamo-nos com uma nova proposta de urbanização para esse trecho da orla, através da mudança no traçado da Av. Pres. Café Filho, que, afastando-se da

praia, cria uma enorme área de lazer, relocando as barracas e equipamentos de ginástica, para uma área lindeira a favela do Vietnã, essa última sem um programa de urbanização previsto.

Se considerarmos que a renda média da população residente na Praia do Meio, Rocas, Santos Reis, e Redinha, do outro lado do rio, concentra-se entre 0 a 5 salários mínimos, perceberemos o desafio em conjugar o avanço da atividade turística e portuária com a manutenção da população na área, através de programas de urbanização que prevejam remoções e novos empreendimentos habitacionais.