

Universitat de Barcelona | Facultat de Belles Arts

Programa de Doctorat  
Espai Públic i Regeneració Urbana: Art, Teoria i Conservació del Patrimoni



# DESIGN DE CANDEEIROS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

para a Sustentabilidade do Espaço Público

SOFIA ISABEL RESSANO GARCIA VASQUES SEABRA ÁGUAS

Tesi de Doctorat | 2009





Facultat de Belles Arts

Programa de Doctorat

Espai Públic i Regeneració Urbana: Art, Teoria i Conservació del Patrimoni

# DESIGN DE CANDEEIROS DE ILUMINAÇÃO PÚBLICA

*para a Sustentabilidade do Espaço Público*

SOFIA ISABEL RESSANO GARCIA VASQUES SEABRA ÁGUAS

Tesi presentada per a la defensa del grau de doctor  
Director: Dr. Antoni Remesar

Trabalho co-financiado pelo POCI 2010 e pelo FSE – Fundo Social Europeu





## Resumo

---

O presente trabalho investiga os processos de design apropriados à eco-concepção de candeeiros de iluminação pública que possam contribuir para a sustentabilidade do espaço público urbano em geral.

A pesquisa realizada revela a necessidade de abordagens teóricas e práticas que auxiliem a tomada de decisões dentro duma perspectiva metodológica de desenvolvimento de produtos destinados ao espaço público urbano. Neste sentido, este trabalho propõe-se contribuir para esta problemática através de um modelo teórico que organiza a inclusão de critérios e estratégias de eco-design e, auxilia na compreensão da relação do objecto e do seu contexto local de implantação.

O estudo está organizado em duas partes. A primeira parte efectua uma revisão da literatura relativa aos três corpos teóricos de referência - mobiliário urbano e espaço público, design de candeeiros de iluminação pública e, design e ambiente – que permitirão desenvolver o modelo regulador da relação entres estas três áreas. A metodologia projectual para o desenvolvimento de produtos industriais é associada aos métodos de incorporação de critérios ambientais no desenvolvimento do projecto e aos processos de apreciação do contexto ambiental. A segunda parte materializa os conceitos teóricos investigados na criação de um modelo teórico - matriz conceptual - e respectiva aplicação prática, através de um software de avaliação de impactos ambientais e de um estudo de caso de um bairro de Lisboa. Os resultados obtidos testemunham a capacidade da matriz como suporte à tomada de decisões ao longo do desenvolvimento do projecto de um candeeiro de iluminação pública, assim como na estruturação e integração de critérios e estratégias de eco-design, e na percepção da relação do objecto com o seu contexto local.

A matriz conceptual apresentada pretende, assim, possibilitar a criação de soluções de design de candeeiros ambientalmente responsáveis, capazes de melhor se ajustarem às necessidades locais específicas em determinados contextos físico e socioculturais.

Palavras-chave: “Eco-design”, “Candeeiro”, “Iluminação Pública”, “Espaço Público”.

## Resumen

---

El presente trabajo investiga los procesos de diseño apropiados para la eco-concepción de farolas de alumbrado público que puedan contribuir a la sostenibilidad del espacio público urbano.

La investigación realizada revela la necesidad de abordajes teóricos y prácticos que ayuden a la toma de decisiones dentro de una perspectiva metodológica de desarrollo de productos destinados al espacio público urbano. En este sentido, este trabajo se propone contribuir a esta problemática mediante un modelo teórico que organiza la inclusión de criterios y estrategias de eco-diseño y, ayuda a la comprensión de la relación del objeto y de su contexto local de implantación.

El estudio está organizado en dos partes. En la primera parte se efectúa una revisión de la literatura relativa a los tres cuerpos teóricos de referencia - mobiliario urbano y espacio público, diseño de farolas de alumbrado público y, diseño y ambiente – que permitirán desarrollar el modelo regulador de la relación entre estas tres áreas.

La metodología proyectual para el desarrollo de productos industriales está asociada a los métodos de incorporación de criterios ambientales en el desarrollo del proyecto y a los procesos de apreciación del contexto ambiental.

La segunda parte materializa los conceptos teóricos investigados en la creación de un modelo teórico - **matriz conceptual** - y su respectiva aplicación práctica, a través de un software de evaluación de impactos ambientales y de un estudio de caso en un barrio en Lisboa. Los resultados obtenidos testifican la capacidad de la matriz como soporte a la toma de decisiones a lo largo del desarrollo del proyecto de una farola de alumbrado público, así como en la estructuración e integración de criterios y estrategias de eco-diseño, y en la percepción de la relación del objeto con su contexto local.

La matriz conceptual presentada pretende, así, posibilitar la creación de soluciones de diseño de farolas ambientalmente eficientes, capaces de ajustarse mejor a las necesidades locales específicas en determinados contextos físicos y socioculturales.

Palabras Claves: “Eco-diseño”, “Farola”, “Alumbrado Público”, “Espacio Público”.

## Abstract

---

This study investigates the processes of design suitable to the eco-design of streetlights, which can also contribute to the sustainability of urban public spaces in general.

The research conducted reveals the need for theoretical and practical approaches to assist decision making within a methodological perspective for developing products for the urban public space. In this sense, this work aims to contribute to this problem through a theoretical model that organizes the eco-design criteria and strategies, and helps in understanding the relationship of the object with its local context.

The work is organized in two parts. The first one performs a literature review of the three theoretical frames of reference – street furniture and public space, street lighting design and, design and environment - that will help to build up the representation of the relationship between these three areas. The design methodology for developing industrial products is linked to eco-design methods of incorporating environmental criteria in the design process and to the procedures to appraise the local contexts. The second part embodies the theoretical concepts studied, in the creation of a theoretical model - conceptual matrix - and its practical application, through software that calculates the environmental load of products and through a case study of a Lisbon's district. The results show the ability of the conceptual matrix to support decision making throughout the project's development of a streetlight, as well as in structuring the integration of eco-design criteria and strategies, and in the perception of the liaison of the object with its surroundings.

The conceptual matrix presented seeks to enable the creation of solutions for designing environmentally responsible streetlights, able to better fit local needs in certain specific physical and social contexts.

Keywords: "Eco-design", "Streetlight", "Public Lighting", "Public Space".



## Agradecimentos

---

Gostaria de agradecer ao director da tese, Professor Doutor Antoni Remesar, que aceitou orientar cientificamente este trabalho e cujo vasto conhecimento, orientação prática e rigor, foram indispensáveis para escrever o presente estudo. A sua tutoria soube equilibrar estímulo à investigação e sentido crítico, fundamentais para atingir os objectivos propostos.

Agradeço as contribuições da *Comisión Seguimiento de los Estudios de Doctorado del Programa Espacio Público y Regeneración Urbana*, nomeadamente do Professor Doutor Fernando Nunes da Silva e do Professor Doutor Pedro Brandão, cujas perspectivas, experiência e conhecimentos técnicos forneceram um recurso inestimável de informações para a conclusão desta investigação. Uma menção especial pelo contributo e incentivo dado pela Professora Doutora Helena Elias.

Aos vários professores do doutoramento, nomeadamente ao Professor Doutor Sergi Valera e ao Professor Doutor Tomeu Vidal, que me abriram os horizontes para temáticas tão especiais e importantes relativas ao espaço público.

Ao Dr. Jorge Carvalho e à Dra. Isabel Canhoto pela compreensão e apoio na compatibilização dos meus horários de docência com a prática da investigação.

Um agradecimento para todos os técnicos dos vários arquivos e bibliotecas consultadas, que me facilitaram documentação, nem sempre de fácil acesso, com grande interesse e disponibilidade para os objectivos em questão.

À Fundação para a Ciência e Tecnologia pela bolsa concedida, que permitiu realizar os estudos de doutoramento no estrangeiro.

Aos colegas de doutoramento agradeço a amizade e o apoio demonstrados ao longo destes anos, principalmente nos momentos de maior desalento em que sempre surgiu uma palavra de encorajamento. À Ana Bonifácio pela companhia em Barcelona, à

Sofia, à Rita, à Inês e ao Telmo pela troca de experiências, e, em especial à Silvia, por todo o companheirismo e entusiasmo.

A todos os meus amigos que se interessam pelo andamento da investigação, que suportaram as minhas ausências e também as presenças, foi muito importante sentir a sua atenção e incentivo.

À Alcinda por tomar conta da casa e da família, com alegria e devoção incondicionais.

Finalmente, e de uma forma muito especial, quero agradecer à minha família mais próxima, pelo seu constante entusiasmo e suporte incondicional. Aos meus pais que sempre me apoiaram e a quem devo o que sou hoje, à mana Rita pelo auxílio na tradução e a todos os outros que de certa forma contribuíram para o resultado final.

Ao meu marido António que me ajudou nos momentos mais difíceis, demonstrando entusiasmo e cumplicidade e que soube reconhecer o esforço exigido para o trabalho que agora termino. Aos meus filhos Catarina, Salvador e Francisco que aceitaram as minhas ausências físicas e de espírito com compreensão e carinho absoluto. Pela ajuda e motivação, por toda a confiança e afecto, dedico-vos, naturalmente, esta tese.



## Índice geral

Resumo	iii
Resumen	iv
Abstract	iv
Agradecimentos	vii
Índices	ix
Índice geral	x
Índice de tabelas	xv
Índice de gráficos	xvii
Índice de figuras	xviii
Índice de linha do tempo	xxi
Acrónimos	xxii
<b>CAPÍTULO UM   Introdução</b>	<b>1</b>
<b>1. Introdução ao problema de investigação</b>	<b>3</b>
1.1. Âmbito e definição do tema	3
1.2. Pergunta de investigação e objectivos	6
1.3. Metodologia de investigação	8
1.4. Estrutura da dissertação	10
<b>PARTE I</b>	
<b>Enquadramento Teórico</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO DOIS   Mobiliário Urbano e Espaço Público</b>	<b>15</b>
<b>1. Mobiliário urbano</b>	<b>17</b>
1.1. Definição de mobiliário urbano: noções gerais e globais	17
1.2. Identificação: mobiliário e equipamento urbano	21
1.3. Características e classificação do mobiliário urbano	23
1.4. Mobiliário urbano ao longo dos tempos	27
1.4.1. Primeiros elementos	27
1.4.2. Elementos da cidade medieval	29
1.4.3. Estruturação do mobiliário urbano	30
1.4.4. Mobiliário urbano moderno	32
1.4.5. Mobiliário urbano na actualidade	35
1.5. Design de mobiliário urbano	36
1.5.1. Requisitos projectuais de design de mobiliário urbano	38
1.5.2. Requisitos projectuais de design para a acessibilidade	41
1.5.3. Legislação portuguesa relativa à acessibilidade	42
1.5.4. Manuais para a acessibilidade no projecto de mobiliário urbano e de espaço público	45
<b>2. Espaço público</b>	<b>51</b>
2.1. Mobiliário urbano e espaço público	51
2.2. Problemática na definição espaço público	53
2.3. Morfologia do espaço público	55
2.4. Usos do espaço público	56
2.5. Relação do mobiliário urbano com o espaço público nos últimos 150 anos	57
2.5.1. Urbanização das cidades de novecentos	59
2.5.2. Modelo Haussmanniano	61
2.5.3. Modelo de Barcelona	65
2.5.4. Modelo de Viena	68
2.5.5. Vanguardas modernas	70
2.5.6. Urbanismo funcionalista e normativo	72

2.5.7.	Segunda metade do Século XX	77
2.5.8.	Algumas obras de referência: Lynch, Norberg-Schultz, Cullen e Jacobs	78
2.5.9.	Outros autores	83
2.5.10.	Mudança de mentalidade: conceito de sustentabilidade	85
2.5.11.	Realidade portuguesa	86
2.6.	Características do espaço público actual	89
2.7.	Compreensão do contexto local	93
2.8.	Projecto no seu contexto	94
2.8.1.	Identidade	95
2.8.2.	Continuidade e inclusão	96
2.8.3.	Qualidade do domínio público	97
2.8.4.	Facilidade de mobilidade	97
2.8.5.	Legibilidade	97
2.8.6.	Adaptabilidade	97
2.8.7.	Diversidade	98
<b>Síntese Conclusiva</b>		98
<b>C A P Í T U L O T R Ê S   Design de Candeeiros</b>		103
<b>1.</b>	<b>Importância dos candeeiros na construção do espaço público</b>	105
1.1.	Utilidade e determinantes dos candeeiros	105
1.2.	Breve introdução à génese e evolução da iluminação do espaço público da cidade de Lisboa	109
1.2.1.	Princípio da iluminação: o fim da escuridão com a iluminação a azeite	110
1.2.2.	Iluminação a gás	114
1.2.3.	Iluminação a electricidade	118
1.2.4.	Sociedade Companhias Reunidas Gaz e Electricidade	122
1.2.5.	1ª Guerra Mundial	127
1.2.6.	Coexistência dos vários sistemas de iluminação	129
1.2.7.	Contrato de concessão até 1975	131
1.2.8.	Evolução dos tipos de fontes de luz	137
1.2.9.	Dos anos 70 até à actualidade	140
1.2.10.	Instrumentos de gestão e regulamentação	145
1.3.	Panorâmica da evolução formal do candeeiro	148
1.4.	Gestão da iluminação no espaço público	157
1.5.	Características das instalações de candeeiros de iluminação do espaço público	158
<b>2.</b>	<b>Tipologias e constituição do candeeiro</b>	161
2.1.	Tipologia dos candeeiros	161
2.1.1.	Candeeiros de iluminação pedonal	162
2.1.2.	Candeeiros de iluminação viária	164
2.2.	Constituição dos candeeiros	165
2.2.1.	Luminárias ou armaduras	165
2.2.1.1.	Classificação geral das luminárias	174
2.2.1.2.	Especificações técnicas e normativas das luminárias	175
2.2.2.	Colunas ou postes	177
2.2.2.1.	Especificações técnicas e normativas das colunas	183
2.2.3.	Consolas	184
2.2.4.	Outras especificações técnicas e normativas	186
<b>3.</b>	<b>Conceitos base</b>	187
3.1.	Conceitos base	187
3.1.1.	Olho e luz	188
3.1.2.	Luz e cor	189
3.1.3.	Temperatura da cor	190
3.1.4.	Índice de restituição das cores	192
3.1.5.	Rendimento luminoso	193

3.1.6.	Tempo de vida útil das lâmpadas	194
3.1.7.	Luz e reflexão	195
3.1.8.	Luz e textura	196
3.1.9.	Transmissão da luz	197
3.1.10.	Refracção da luz	198
3.1.11.	Unidades fotométricas da luz	199
3.1.11.1.	Iluminância	199
3.1.11.2.	Luminância	200
3.1.11.3.	Aparência de cor dos materiais	201
3.2.	Tipologia de lâmpadas existentes	202
3.2.1.	Lâmpadas incandescentes	204
3.2.1.1.	Lâmpadas incandescentes convencionais	204
3.2.1.2.	Lâmpadas de halogéneo	205
3.2.2.	Lâmpadas de descarga de vapor de mercúrio de baixa pressão	206
3.2.2.1.	Lâmpadas fluorescentes	207
3.2.2.2.	Lâmpadas fluorescentes compactas e lâmpadas fluorescentes compactas electrónicas	207
3.2.3.	Lâmpadas de descarga de vapor de mercúrio de alta pressão	208
3.2.3.1.	Lâmpadas de mercúrio	208
3.2.3.2.	Lâmpadas de iodetos metálicos	209
3.2.4.	Lâmpadas de descarga de vapor de sódio	210
3.2.4.1.	Lâmpadas de descarga de vapor de sódio de baixa pressão	210
3.2.4.2.	Lâmpadas de descarga de vapor de sódio de alta pressão	211
3.2.5.	Lâmpadas de indução	212
3.2.5.1.	Lâmpadas de enxofre	213
3.2.5.2.	Lâmpadas fluorescentes de indução	214
3.2.6.	Outro tipo de lâmpadas	215
3.2.6.1.	Luz mista	215
3.2.6.2.	LED	216
3.2.6.3.	Fibra Óptica	218
3.2.6.4.	Lâmpadas de Néon	219
3.2.7.	Comparação dos tipos de lâmpadas	220
3.2.8.	Tipologia de lâmpadas utilizadas na iluminação do espaço público	223
3.2.9.	Tipologia de lâmpadas utilizadas na iluminação do espaço público de Lisboa	227
3.2.10.	Especificações técnicas e normativas das lâmpadas	229
3.3.	Plano de acção para a eficiência energética	230
<b>Síntese conclusiva</b>		232
<b>CAPÍTULO QUATRO   Design e Ambiente</b>		239
<b>1.</b>	<b>Eco-design</b>	241
1.1.	Conceitos gerais	241
1.2.	Definições	243
1.3.	Desenvolvimento das estratégias ambientais	248
1.4.	Necessidade de inovação	253
1.5.	Políticas ambientais de produto da União Europeia	256
<b>2.</b>	<b>Processo de design</b>	259
2.1.	Ambiente como requisito no desenvolvimento de produto	259
2.2.	Processo de design	260
2.2.1.	Problemática na definição de design	260
2.2.2.	Metodologias de design	262
2.3.	Características do processo de design	265
2.3.1.	Processo de design – Pahl e Beitz	270
2.3.2.	Processo de design – Brezet et al., 1997	278
2.3.3.	ISO TR 14062	280
2.4.	Comparação entre o processo de design clássico de Pahl e Beitz, o processo de design de Brezet et al., e a TR 14062.	285

2.5.	Correspondência entre os processos de eco-design e o processo ‘clássico’ de design	287
2.6.	Paradoxo do design	288
2.7.	Processo de design na prática profissional	292
<b>3.</b>	<b>Classificação das técnicas existentes para o eco-design</b>	<b>293</b>
3.1.	Introdução	293
3.2.	Multiplicidade de métodos e ferramentas	296
3.3.	Descrição de métodos e ferramentas	299
3.3.1.	Análise do ciclo de vida (ACV)	299
3.3.2.	ACV simplificadas	302
3.3.2.1.	Metodologias de ACV	303
3.3.2.2.	Bases de dados de ACV	304
3.3.2.3.	Ferramentas de ACV	305
3.3.3.	Orientações / listas de verificação / manuais	315
3.4.	Desenvolvimento isolado de métodos e ferramentas para a prática do eco-design	320
<b>4.</b>	<b>Estratégias de eco-design</b>	<b>321</b>
4.1.	Determinação de estratégias de eco-design	321
4.2.	Estratégias de eco-design Gertsakis et al., (1997)	328
4.2.1.	Etapa 1 – Extração de matérias-primas	328
4.2.2.	Etapa 2 - Produção	330
4.2.3.	Etapa 3 – Distribuição	331
4.2.4.	Etapa 4 - Utilização	332
4.2.5.	Etapa 5 - Fim de Vida	334
	<b>Síntese Conclusiva</b>	<b>336</b>
 <b>P A R T E II</b>		
	<b>Design de iluminação pública: uma matriz conceptual</b>	<b>343</b>
 <b>C A P Í T U L O C I N C O   Matriz conceptual</b>		
<b>1.</b>	<b>Matriz conceptual</b>	<b>347</b>
1.1.	Matriz conceptual: especificação do domínio de aplicação e operacionalização	347
1.2.	Prioritizar as estratégias de eco-design	348
1.3.	McDonaldization do mobiliário urbano	351
1.4.	A estética do objecto e o contexto local – integração do artefacto no local	354
1.5.	Matriz conceptual	356
1.5.1.	Prioridade das estratégias de eco-design (perspectiva do ciclo de vida)	362
1.5.2.	Integração do artefacto no contexto	367
1.6.	Matriz conceptual e inovação de produto	370
	<b>Síntese conclusiva</b>	<b>371</b>
 <b>C A P Í T U L O S E I S   Validação empírica da matriz conceptual</b>		
<b>1.</b>	<b>Validação empírica da matriz conceptual: o software ECO-it 1.3 e o estudo de caso do bairro de Santa Catarina</b>	<b>377</b>
1.1.	Etapa 1 - Selecção do método de avaliação: o software ECO-it 1.3	377
1.2.	Impactos ambientais considerados	379
1.3.	Descrição dos indicadores	380
1.4.	Funcionamento da ferramenta de avaliação	382
1.5.	Selecção da tipologia dos produtos	384
1.5.1.	Tipos de lâmpadas avaliadas	384
1.5.1.1.	Resultados da avaliação das lâmpadas com o software ECO-It 1.3	386
1.5.2.	Tipos de balastros avaliados	387
1.5.2.1.	Resultados da avaliação dos balastros com o software ECO-it 1.3	391
1.5.3.	Tipos de luminárias avaliadas	392
1.5.3.1.	Resultados da avaliação à luminária com o software ECO-it 1.3	392

1.5.4.	Tipos de suportes avaliados	393
1.5.4.1.	Resultados da avaliação aos suportes com o software ECO-It 1.3	394
1.5.4.2.	Resultados da avaliação às bases com o software ECO-it 1.3	396
1.5.5.	Resultados dos impactos ambientais totais	397
1.6.	Etapa 2 - Selecção das estratégias de eco-design	398
1.7.	Etapa 1 - Apreciação do contexto local	401
1.8.	Etapa 2 - Características de design	412
1.9.	Etapa 3 - Integração dos requisitos de design	414
1.10.	Etapa 4 - Avaliação do eco-design	414
1.11.	Resultados instrumentais	415
<b>Síntese conclusiva</b>		416
<b>C A P Í T U L O S E T E   Conclusões e discussão de resultados</b>		419
<b>1.</b>	<b>Resultados e contribuições da investigação</b>	421
1.1.	Conclusões teóricas	422
1.2.	Conclusões práticas	430
1.3.	Contribuições da investigação	432
<b>Bibliografia</b>		435
<b>I.</b>	<b>Fontes primárias</b>	436
1.1.	Arquivo Fotográfico de Lisboa	436
1.2.	Arquivo Histórico do Arco Cego	445
1.3.	Biblioteca Nacional	447
1.4.	Centro de Documentação do Museu da Electricidade	448
1.5.	Fundação Calouste Gulbenkian – Biblioteca de Arte	448
1.6.	Gabinete de Estudos Olisiponenses	448
1.7.	Hemeroteca Digital	449
1.8.	Museu da Cidade	449
<b>II.</b>	<b>Fontes secundárias</b>	449
1.1.	Livros e artigos	449
1.2.	Publicações periódicas	466
1.3.	Catálogos industriais	467
1.4.	Documentos normativos	468
1.5.	Sites da internet	469
<b>Anexos</b>		471
Anexo I: Qualificação das luminárias de Iluminação Pública		472
Anexo II: Quadros da avaliação de impacte ambiental		477

## Índice de tabelas

Tabela 1: Classificação de mobiliário urbano (J. Serra, 1998)	24
Tabela 2: Classificação de mobiliário urbano (Lee <i>et al.</i> , 2001)	25
Tabela 3: Classificação de mobiliário urbano (Remesar <i>et al.</i> , 2005)	26
Tabela 4: Conceito dos requisitos de design (Hong, 2001)	40
Tabela 5: N.º de candeeiros existentes nos três tipos de iluminação (adaptado de Cordeiro, 2003).	130
Tabela 6: Número de Lâmpadas e Voltagens existentes entre Janeiro e Dezembro de 1936 (ACM, 1936).	134
Tabela 7: Tipo e número de equipamentos existentes entre Dezembro de 1935 e 1936 (ACM, 1936).	134
Tabela 8: Número de Candeeiros e respectiva classificação entre 1929 e 1956. Castro Nery em Revista Municipal, Ano XVIII, nº 73, 2º Trimestre de 1957.	136
Tabela 9: Tipologia de focos de iluminação entre 1929 e 1956. Castro Nery em Revista Municipal, Ano XVIII, nº 73, 2º Trimestre de 1957.	138
Tabela 10: Cronograma dos sistemas de iluminação do espaço público em Lisboa (adaptado de Cordeiro, 2006)	145
Tabela 11: Legenda da fig. 25 (adaptado de Industrias de Iluminación Roura)	171
Tabela 12: Legenda da fig. 26 (adaptado do catálogo do modelo Hestia da Schröder)	172
Tabela 13: Características da luminária modelo Hestia (adaptado do catálogo do modelo Hestia da Schröder)	172
Tabela 14: Dimensões Coluna Condor (Acedido em: 29 de Setembro de 2008, em: <a href="http://www.schreder.com/10-6-23-66/product/detail.aspx">http://www.schreder.com/10-6-23-66/product/detail.aspx</a> )	182
Tabela 15: Eficiência Luminosa de algumas fontes de luz (DGEG, 2008).	193
Tabela 16: Tempo de vida útil das lâmpadas (DGEG, 2008)	195
Tabela 17: Aparência de cor dos materiais consoante o tipo de lâmpada (adaptado de Philips, 2005)	202
Tabela 18: Tabela comparativa de diversos tipos de lâmpadas da OSRAM	221
Tabela 19: Tipologia de lâmpadas utilizadas na iluminação pública: comparação da temperatura de cor, Ra, vida, eficácia e distribuição de potência espectral (adaptado de Philips, 2008)	225
Tabela 20: Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética	231
Tabela 21: Definição, âmbito e enquadramento da terminologia em eco-design	245
Tabela 22: Resumo dos Processos de Desenvolvimento da UE na Direcção de Políticas Ambientais de Produto (adoptado e acrescentado de CFSD, 2002)	258
Tabela 23: Comparação entre os processos de Design de TR 14062 (ISO, 2000), Eco-design (Brezet <i>et al.</i> , 1997) e de Pahl e Beitz (1998)	286
Tabela 24: Ferramentas mais utilizadas na prática do Eco-Design (Janin, 2000)	295
Tabela 25: Ferramentas e Métodos de Ecodesign (Caluwe, 1997)	297
Tabela 26: Ferramentas de Análise do Impacto Ambiental do Produto (Butel-Bellini <i>et al.</i> , 1999)	298
Tabela 27: Ferramentas de Melhoria da Concepção Ambiental do Produto (Butel-Bellini <i>et al.</i> , 1999)	298
Tabela 28: Matriz comparativa das características das ferramentas Gabi 4, Simapro 7 e Team 4.0	309

Tabela 29: Matriz comparativa das características das ferramentas Umberto 5, Eco-it, ECOScan e AUDIT	311
Tabela 30: Matriz comparativa das características das ferramentas EIOLCA, eVerdEE e IDEMAT	313
Tabela 31: Estratégias de Ecodesign (Keoleian e Menerey, 1993)	323
Tabela 32: Estratégias de Ecodesign (Brezet e Hemel, 1997)	324
Tabela 33: Estratégias de Ecodesign (Thompson, 1999)	326
Tabela 34: Estratégias de Ecodesign com Perspectiva de Ciclo de Vida (Gertsakis et al., 1997).	327
Tabela 35: Matriz de aferição dos Impactos ambientais dos principais componentes	365
Tabela 36: Matriz de Seleção das Estratégias de Ecodesign	367
Tabela 37: Matriz de Aferição das Características do Contexto Local	368
Tabela 38: Matriz de Aferição dos Requisitos de Design de Contexto	369
Tabela 39: Dados da extracção e produção de materiais da Lâmpada HPS 70W (Kemna <i>et al.</i> , 2005)	385
Tabela 40: Dados da extracção e produção de materiais da Lâmpada HPM 125W (Kemna <i>et al.</i> , 2005)	385
Tabela 41: Dados da extracção e produção de materiais da Lâmpada CMH 70W (Kemna <i>et al.</i> , 2005)	386
Tabela 42: Resultados da Análise aos Impactos Ambientais das Lâmpadas com o software ECO-it	387
Tabela 43: Dados da extracção e produção de materiais do Balastro Electromagnético para Lâmpada Vapor de Mercúrio de Alta Pressão HPM 125 W	388
Tabela 44: Dados da extracção e produção de materiais do Balastro Electromagnético para Lâmpada Vapor de Sódio de Alta Pressão HPS 70W	389
Tabela 45: Dados da extracção e produção de materiais do Balastro Electrónico para Lâmpada Vapor de Sódio de Alta Pressão HPS 70W	389
Tabela 46: Dados da extracção e produção de materiais do Balastro Electromagnético para Lâmpada de Iodetos Metálicos CMH 70W	390
Tabela 47: Dados da extracção e produção de materiais do Balastro Electrónico para Lâmpada de Iodetos Metálicos CMH 70W	390
Tabela 48: Resultados da Análise aos Impactos Ambientais dos Balastros com o software ECO-it	391
Tabela 49: Dados da extracção e produção de materiais da luminária em alumínio	392
Tabela 50: Resultados da Análise aos Impactos Ambientais da Luminária com o software ECO-it	393
Tabela 51: Resultados da Análise aos Impactos Ambientais dos Suportes com o software ECO-it	394
Tabela 52: Resultados da Análise aos Impactos Ambientais das Bases com o software ECO-it	396
Tabela 53: Matriz de avaliação dos impactos ambientalmente importantes no ciclo de vida dos vários componentes do candeeiro	397
Tabela 54: Matriz de Seleção das Estratégias de Ecodesign	400
Tabela 55: Matriz de Aferição das Características do Contexto Local	411
Tabela 56: Matriz de Aferição dos Requisitos de Design de Contexto	413

## Índice de gráficos

Gráfico 1: Potência instalada em Lisboa entre 1980 e 2005 (adaptado de Ferreira, S., <i>Sessão Ponto de Encontro</i> de 30 de Março de 2006)	141
Gráfico 2: Energia consumida em Lisboa entre 1988 e 2005 (adaptado de Ferreira, S., <i>Sessão Ponto de Encontro</i> de 30 de Março de 2006)	142
Gráfico 3: Lâmpadas de Vapor de Sódio e de Vapor de Mercúrio instaladas em Lisboa entre 1980 e 2005 (adaptado de Ferreira, S., <i>Sessão Ponto de Encontro</i> de 30 de Março de 2006)	143
Gráfico 4: Tipo de lâmpadas existentes no município de Lisboa entre 1980 e 2005 (adaptado de Ferreira, S., <i>Sessão Ponto de Encontro</i> de 30 de Março de 2006)	228
Gráfico 6 : Representação dos requisitos a considerar no desenvolvimento de produto (Luttropp, 1999)	260

## Índice de figuras

Figura 1: Diagrama metodológico	8
Figura 2: Obstruções: formas altas na superfície de circularão (U.N., 1999).	46
Figura 3: Obstruções com uma plataforma elevada de 0.10 m. (U.N., 1999).	46
Figura 4: Pavimento táctil colocado a pelo menos 0,60m a toda a volta da base de projecção (U.N., 1999)	46
Figura 5: Áreas de descanso a intervalos de 100-200m. (U.N., 1999).	47
Figura 6: 1.20m de espaço livre ao lado de um banco para permitir o acesso a uma cadeira de rodas (U.N., 1999)	47
Figura 7: Especificações para assentos e bancos públicos (U.N., 1999).	47
Figura 8: Altura e profundidade para mesas públicas (U.N., 1999).	47
Figura 9: Especificações para cabinas de telefone públicas (U.N., 1999)	48
Figura 10: Entradas do correio colocadas entre 0.90 e 1.20m de altura (U.N., 1999)	48
Figura 11: Bebedouros com cerca 0.90m de altura (U.N., 1999).	48
Figura 12: Símbolo Internacional de Acessibilidade (U.N., 1999).	49
Figura 13: Símbolo Internacional de Acessibilidade com informação direccional (U.N., 1999).	49
Figura 14: Meios de orientação e aviso (Aragall, 2003)	50
Figura 15: Pormenores dos candeeiros originais dos anos 40 na Freguesia de São João de Deus	108
Figura 16: Abate dos candeeiros originais dos anos 40 e a sua substituição por novos postes de iluminação em chapa galvanizada	109
Figura 17: Tabela nº 1 do Decreto de 10 de Março de 1847 a assinalar as ruas que já se encontram canalizadas (Costa, 1996).	116
Figura 18: “Mappa demonstrativo da iluminação a gaz, pela Câmara Municipal de Lisboa, desde o seu começo em Junho de 1848”. (R.U.L., (45) 2.ª série, vol. I, p. 532).	117
Figura 19: Tabela com indicação do número de candeeiros e gastos com a iluminação a gás “No dia 31 de Agosto de 1849”. (R.U.L., (45) 2.ª série, vol. I, p. 532).	118
Figura 20: <i>Centenário de Camões. Occidente</i> , 1 de Julho de 1880, vol. III, nº 61, p. 109	120
Figura 21: Luz directa (adaptado de Philips, 2005)	163
Figura 22: Luz indirecta (adaptado de Philips, 2005)	163
Figura 23: Luz difusa (adaptado de Philips, 2005)	164
Figura 24: Luz direccional (adaptado de Philips, 2005)	164
Figura 25: Luz de orientação (adaptado de Philips, 2005)	164
Figura 26: Armadura com aparelhagem auxiliar incorporada (luminária MC, Schröder, 2005).	168
Figura 27: Armadura com aparelhagem auxiliar incorporada ( luminária Z, Schröder, 2005).	169
Figura 28: Desenho da luminária YSP da Industrias de Iluminación Roura	171
Figura 29 : Desenho da luminária modelo Hestia da Schröder	172

Figura 30: Desenho da luminária fechada para VSA 50/70 Tipo LF-1 da Companhia Energética de Goiás (Rodrigues, L., Machado, D., Almeida, I., 2006).	173
Figura 31: Desenho da luminária para lâmpadas a vapor de sódio de 70 e 100W da agência CPFL Energia (CPFL, 2008)	174
Figura 32: Terminologia das colunas de iluminação (EDP, 2007).	177
Figura 33: Desenho da coluna cônica Mixtas da Industrias de Iluminación Roura	180
Figura 34: Desenho da coluna Báculos Mixtos da Industrias de Iluminación Roura	181
Figura 35: Desenhos de coluna Condor	182
Figura 36: Desenho da consola Guardamar da Industrias de Iluminación Roura	185
Figura 37: Desenhos da Consola Condor com luminária Hestia	185
Figura 38: Visões fotópica, mesópica e escotópica (Candura, 2003)	189
Figura 39: Espectro de luz visível	190
Figura 40: Temperatura da cor na escala de Kelvin	191
Figura 41: Temperatura da cor (adaptado de Philips, 2008)	192
Figura 42: Índice de Restituição das cores (adaptado de Philips, 2008)	192
Figura 43: Cálculo do Rendimento Luminoso (EDP, 2002).	194
Figura 44: Efeito da reflexão da luz em diferentes materiais (adaptado de Philips, 2005)	196
Figura 45: Efeito da direcção da luz em betão bruto (adaptado de Philips, 2005)	197
Figura 46 : Transmissão da luz em materiais diferentes (adaptado de Philips, 2005)	198
Figura 47: Efeito da refração da luz em diferentes tipos de vidro (adaptado de Philips, 2005)	198
Figura 48: Iluminância e distância à superfície (adaptado de Philips, 2005)	200
Figura 49: Luminância e diferentes cores (adaptado de Philips, 2005)	201
Figura 50: Tipologia de Lâmpadas	203
Figura 51: Lâmpada Philips Standard 100W E27 240V A55 CL 1CT	204
Figura 52: Lâmpada Philips Traffic Halogen 12058 50W GY6.35 12V UNP	206
Figura 53: Lâmpada Philips MASTER TL-D HF Super 80 16W/840 1SL	207
Figura 54: Lâmpada Philips MASTER PL-S	208
Figura 55: Lâmpada Philips SL-Electronic	208
Figura 56: Lâmpada Philips HPL Comfort 400W/534 E40 HG 1SL	209
Figura 57: Lâmpada Philips HPI-T PLUS 400W/643 E40 SLV	210
Figura 58: Lâmpada Philips SOX Plus 135W BY22d 1SL	211
Figura 59: Lâmpada Philips MASTER SON-T PIA Plus 600W/220 E40 1SL	211
Figura 60: Lâmpada de enxofre desenvolvida pela Technical University of Eindhoven / Philips	213
Figura 61: Lâmpada Philips MASTER QL 85W/840 Twist Base SLV	214
Figura 62: Lâmpada Philips ML 160W E27 235-245V SLV	216
Figura 63: Subsistema LED da Philips Intuos LMS 1x4 4W 20-24VDC RGBA 8Dx50	216
Figura 64: Luminária ISME de LED Schröder	217
Figura 65: Luminária AZO com LED da Schreder	217

Figura 66: Desenho e corte da Luminária Ziplux Lamp com fibra óptica	219
Figura 67: Lâmpada de néon	220
Figura 68: Evolução da Estratégias de Design que incorporam preocupações ambientais	253
Figura 69: Modelo em Quatro Fases (Charter e Chick, 1997)	254
Figura 70: Quatro Tipos diferentes de Inovação em Eco-design (Brezet, 1997)	254
Figura 71: Processo de design (French, 1985)	267
Figura 72: Relação de Modelos para melhoria do Processo de design (adaptado de Oosterman, 2001).	269
Figura 73: Processo de Design (G. Pahl e W. Beitz, 1998) (versão inglesa)	271
Figura 74: Estrutura de funções (G. Pahl e W. Beitz, 1998)	274
Figura 75: Processo de Eco-Design (adoptado de Brezet <i>et al.</i> , 1997)	278
Figura 76: Integração dos aspectos ambientais no processo de concepção de produto segundo a norma ISO 14062 (versão inglesa)	281
Figura 77: A relação entre “Liberdade de Acção”, “Conhecimento do Produto” e “Custos de Alteração” (adaptado de Ullman, 2003; Lindahl, 2005).	289
Figura 78: Graus de Liberdade de Design nas Fases do Processo de Design de Pahl e Beitz	291
Figura 79: Estrutura de Análise do Ciclo de Vida (ISO 14040, 1997)	300
Figura 80: Matriz MET para a Análise Ambiental de Produtos (Brezet <i>et al.</i> , 1997)	316
Figura 81: Estrutura ECM (Wimmer <i>et al.</i> , 2001)	316
Figura 82: Análise às partes do produto (Wimmer <i>et al.</i> , 2001)	317
Figura 83: Análise à função do produto (Wimmer <i>et al.</i> , 2001)	318
Figura 84: Análise ao produto completo (Wimmer <i>et al.</i> , 2001)	318
Figura 85: Roda de Estratégias de Ecodesign (Brezet e Hemel, 1997)	325
Figura 86: Matriz conceptual para o eco-design de candeeiros de iluminação do espaço público	359
Figura 87: Etapa 1 – Avaliação do Produto da Prioridade das Estratégias de Eco-design da Matriz Conceptual	378
Figura 88: Etapa 2 – Estratégia de Design da Prioridade das Estratégias de Eco-design da Matriz Conceptual	398
Figura 89: Etapa 1 – Apreciação ao Contexto Local da Integração do Artefacto no Contexto da Matriz Conceptual	401
Figura 90: Ortofotomapa do bairro de Santa Catarina (Seixas <i>et al.</i> , 2005)	404
Figura 91: Etapa 2 – Características de Design da Integração do Artefacto no Contexto da Matriz Conceptual	412

## Índice de linha do tempo

Linha de Tempo 1: Desenhos originais e cópias marion dos projectos de candeeiros a azeite, gás e electricidade para Lisboa – 1780/1950	149
Linha de Tempo 2: Candeeiros a azeite e a gás na cidade de Lisboa até 1889	151
Linha de Tempo 3: Candeeiros a gás e a electricidade na cidade de Lisboa até à década de 30 de novecentos (cont.)	153
Linha de Tempo 4: Candeeiros a electricidade na cidade de Lisboa entre a década de 30 e 70 de novecentos (cont.)	155

**ACM** - Anuário da Câmara Municipal de Lisboa

**ACV** - Avaliação do Ciclo de Vida

**AML** - Anais do Município de Lisboa

**AML- AC** - Arquivo Municipal de Lisboa - Arco Cego

**AML- AF** - Arquivo Municipal de Lisboa - Arquivo Fotográfico

**BT** - Baixa Tensão

**CCE** - Comissão das Comunidades Europeias

**cd/m<sup>2</sup>** - candela por metro quadrado

**CELMA** – Federation of National Manufactures Associations for Luminaires and Electrotechnical Components for Luminaires in the European Union

**CEN** – Comité Européen de Normalisation

**CIE** - Commission Internationale de l’Eclairage

**CML** - Câmara Municipal de Lisboa

**CRGE** - Sociedade Companhias Reunidas de Gaz e Electricidade

**DG** - Diário do Governo

**DGEG** - Direcção Geral de Energia e Geologia

**DIP** - Divisão de Iluminação Pública

**DN** - Diário de Notícias

**EDP** – Energias de Portugal

**ELC** – European Lamp Companies Federation

**EN** - European Standards

**IESNA** - Illuminating Engineering Society of North America

**IMUS** - Intensidade de Material por Unidade de Serviço

**IRC** ou **R<sub>a</sub>** - Índice de Restituição de Cores

**ISO** - International Organization for Standardization

**ISR-UC** - Instituto de Sistemas e Robótica da Universidade de Coimbra

**IV** - infravermelho

**K** - Kelvin

**LED** - Light Emitting Diode

**lm/W** - lúmen por Watt

**LRC** - Lighting Research Center,

**Lx** - Lux

**MET** - Material cycle, Energy use e Toxic emission

**nm** - nanómetros

**NP** - Norma Portuguesa

**Oc** - Occidente

**PIP** - Política Integrada de Produto

**RM** - Revista Municipal

**RUL** - Revista Universal Lisbonense

**SETAC** - Society of Environmental Toxicology and Chemistry

**UV** - ultravioleta

**W** - Watt





*“El orden á los sentidos, la luz es la primera necesidad del hombre”*  
(Cerdà, 1859)

## **1. Introdução ao problema de investigação**

### **1.1. Âmbito e definição do tema**

A maioria da população mundial vive e trabalha em centros urbanos. Nunca, na história da humanidade, a cidade foi submetida a um ritmo tão alucinante de profundas transformações, visíveis tanto a nível físico como a nível económico, social, cultural e ambiental. Estas metamorfoses geraram resultados finais que ainda não foram inteiramente compreendidos. Como consequência, o desafio urbano constitui-se, talvez, como uma das maiores e cruciais componentes da agenda do desenvolvimento humano sustentável, e reclama formas concretas de harmonização de critérios de equidade social, qualidade ambiental, vitalidade económica, pluralismo e integração cultural e, distribuição espacial equilibrada das comunidades e actividades humanas.

Num universo actualmente dominado pela influência do pós-fordismo e da globalização, pelas problemáticas da sustentabilidade ambiental, social, cultural e económica, as cidades têm necessidade de renovar o seu papel crítico na construção do mundo contemporâneo. Estas forças trouxeram modificações substanciais nos padrões de cultura e nos comportamentos dos indivíduos e grupos, que inevitavelmente se reflectem na concepção do espaço público das cidades. Como cultura estamos actualmente a reconsiderar a importância das actividades e dos encontros públicos, ou seja o valor da vida pública. Como tal, *“o espaço público, espaço das relações entre as pessoas e entre elas e os sítios”* (Brandão, 2003) representa uma componente fundamental dentro da forma da metrópole e a sua conservação reveste-se de grande importância no quotidiano das cidades, pois estes espaços necessitam de responder a uma variedade de necessidades sociais, económicas, ambientais e culturais das suas comunidades.

Para Pol e Valera (1999), a “*ciudad, como referente geográfico y simbólico, incluye una gran variedad de espacios públicos que la caracterizan y que constituyen su imagen (parques, calles, edificios públicos, pero también esculturas, mobiliario urbano, puentes, etc.)*”. Neste contexto, o espaço público não deverá ser estudado apenas através das suas estruturas verdes ou subterrâneas, das suas ruas, praças, jardins ou praias. Um olhar a qualquer rua ou avenida, revela a extensão da necessidade de colocação de diferentes elementos para fornecer serviços essenciais, conforto e segurança às pessoas. Tais artefactos são geralmente referidos como *mobiliário urbano* e, em conjunto com outras áreas do ambiente urbano construído, são actualmente alvo de interesse na sua integração no desenvolvimento sustentável da rede urbana.

Existem variadíssimos elementos que configuram o campo do mobiliário urbano: uns subsistem desde tempos imemoriais, outros, mais recentes, são fruto da sociedade moderna, mas todos eles assentaram ou assentam numa lógica de funcionalidade e de prestação de serviço ao cidadão. Dentro da vasta gama de mobiliário urbano encontramos a iluminação pública, que tem mantido ao longo dos tempos a sua função primeira. Quando surgiu a iluminação pública mudou profundamente a paisagem e a existência da cidade, tanto a nível da sua dimensão urbana e arquitectónica, como na sua perspectiva estética e visão histórica, social e cultural. Emergiu como uma inovação da técnica, desenvolveu-se ao longo dos tempos e sedimentou-se, até se transformar no actual elemento caracterizador de discursos formais e vivências funcionais da cidade.

Pode, aliás, afirmar-se que a qualidade do ambiente urbano é, em parte, determinada pelo desenho e funcionalidade dos artefactos de iluminação pública nele implantado. Cada vez mais, as ruas e praças das cidades são o lar de milhares de candeeiros de iluminação pública. Como elementos omnipresentes no quotidiano das cidades são componentes essenciais do espaço público. Desempenham um papel crítico na segurança, economia, vida e estética das cidades, tornando a vida nocturna possível.

Influenciam o fluxo de bens, serviços e pessoas e ajudam a definir traços da identidade<sup>1</sup> local, características referentes ao ambiente, aos comportamentos, à paisagem urbana, à história e memória de cada espaço público. Como elementos arquitectónicos conformam a nossa percepção do espaço público, fornecem sinais de segurança, ordem e de permanência funcionando como agentes facilitadores da convivência social e do intercâmbio de experiências individuais e colectivas dos cidadãos. Enquanto entidades figurativas e geradoras de forma e das vivências subsequentes à respectiva apropriação<sup>2</sup> dos espaços, funcionam como elementos interactivos entre o utilizador e o ambiente construído.

Mas *“todo projeto industrial, desenvolvimento urbano ou oferta de serviço implica modificações em seu entorno, um impacto ambiental que pode afetar mais do que o local físico”* (Pol, 2003). Naturalmente, o desenvolvimento de elementos de iluminação pública com reduzido impacto ambiental configura-se como um dos desafios para alcançar uma sociedade sustentável. Os projectistas têm uma grande responsabilidade na definição de soluções baseadas nos objectivos e orientações do desenvolvimento sustentável. Além disso, foi reconhecido pela indústria que o eco-design não só proporciona oportunidades para melhorar os aspectos ambientais de um produto, mas também para aumentar a sua competitividade. Consequentemente, um estudo sistemático do design e integração dos candeeiros de iluminação pública na malha urbana das cidades, adequadamente relacionado com os usos, actividades e funções dos

---

<sup>1</sup> Neste trabalho a identidade é compreendida dentro da perspectiva de Valera (s.d.) que afirma que a *“identidad de lugar es considerada como una subestructura de la identidad de self y consiste en un conjunto de cogniciones referentes a lugares o espacios donde la persona desarrolla su vida cotidiana y en función de los cuales el individuo puede establecer vínculos emocionales y de pertenencia a determinados entornos”*. Para este autor a *“relación entre individuos y grupos con el entorno no se reduce sólo a considerar este último como el marco físico donde se desarrolla la conducta sino que se traduce también en un verdadero “diálogo” simbólico en el cual el espacio transmite a los individuos unos determinados significados socialmente elaborados y éstos interpretan y reelaboran estos significados en un proceso de reconstrucción que enriquece ambas partes”*.

<sup>2</sup> A apropriação do espaço é, neste estudo, entendida segundo a perspectiva de Moreno e Pol (1999) que consideram dois componentes básicos neste processo, *“una componente comportamental que supone ‘acción-transformación’ y otra de ‘identificación simbólica’ que supone una identificación del sujeto con el espacio que incluye procesos afectivos, cognitivos e interactivos”*.

vários espaços urbanos, é um pré-requisito essencial para um desenvolvimento sustentável e integrado da paisagem urbana.

A revisão da literatura demonstrou que a bibliografia que trata as questões de design de candeeiros de iluminação pública, ou a temática da sua contribuição para a sustentabilidade do espaço público é parca. Este campo encontra-se pouco estudado, com material bibliográfico e teórico muito escasso e na maior parte das vezes com uma relação marginal com o tema em estudo. Neste sentido, houve a necessidade de partir de estudos mais abrangentes relativos à problemática do espaço público urbano e do mobiliário urbano em geral, assim como do design ecológico de produto, para depois avançar e extrapolar para o design específico de candeeiros de iluminação do espaço público na actualidade. Existem variadíssimos estudos sobre iluminação no espaço público, mas centrados nos equipamentos energeticamente eficientes (basicamente focados nos tipos de lâmpadas e balastos utilizados) e nos sistemas de gestão inteligentes, com o objectivo de alcançar economias de energia importantes e reduzir o impacto negativo que o consumo de energia, associado à iluminação do espaço público, tem sobre o ambiente. Mas um candeeiro não se esgota na lâmpada e balastro, é também composto pelo poste ou coluna, que aliás representa uma presença física bastante visível no espaço público, e também pelas armaduras, globos, difusores, etc. É precisamente o candeeiro enquanto objecto em si em todas as suas expressões, que é abordado nos termos desta investigação. Como tal, a metodologia projectual para o desenvolvimento de produtos industriais é associada aos métodos de eco-design (incorporação de critérios ambientais no desenvolvimento do projecto) e aos processos de análise do contexto ambiental, com o objectivo de se obter uma abordagem analítica mais eficaz no desenvolvimento de projectos de candeeiros de iluminação que contribuam para a sustentabilidade do espaço público em geral.

## **1.2. Pergunta de investigação e objectivos**

O objectivo desta investigação é o de proporcionar uma abordagem teórica e prática para beneficiar a eco-concepção de candeeiros de iluminação para a sustentabilidade do espaço público urbano. A incidência especial sobre a questão da concepção é justificada

porque 80-90% dos custos económicos e ambientais de um produto são determinados nas fases de projecto, antes da produção (Design Council, 1997). Como observado anteriormente, a investigação disponível nesta área centra-se fundamentalmente nas questões energéticas, obviando a questão física do objecto em si e a sua relação com o ambiente envolvente. Para além disto, estes estudos são omissos nos requisitos necessários ao processo de desenvolvimento de produtos em geral, e particularmente para o espaço público, obrigando os projectistas a recorrer a adaptações de metodologias existentes com objectivos diferentes. O âmbito da investigação foi definido e, em seguida, foi formulada a seguinte pergunta de investigação:

**Como pode a abordagem ao design de candeeiros de iluminação pública ser realizada, de tal modo que reduza os impactos ambientais do produto e que contribua para sustentabilidade do espaço público urbano em geral?**

Para responder a esta questão é necessário explorar os campos do mobiliário urbano e espaço público, do design de candeeiros de iluminação pública e do design e ambiente e, combinar estes três corpos de conhecimento para criar uma nova abordagem. Esta abordagem terá depois de ser ilustrada e explorada num caso prático.

Os seguintes objectivos de investigação foram, assim, articulados:

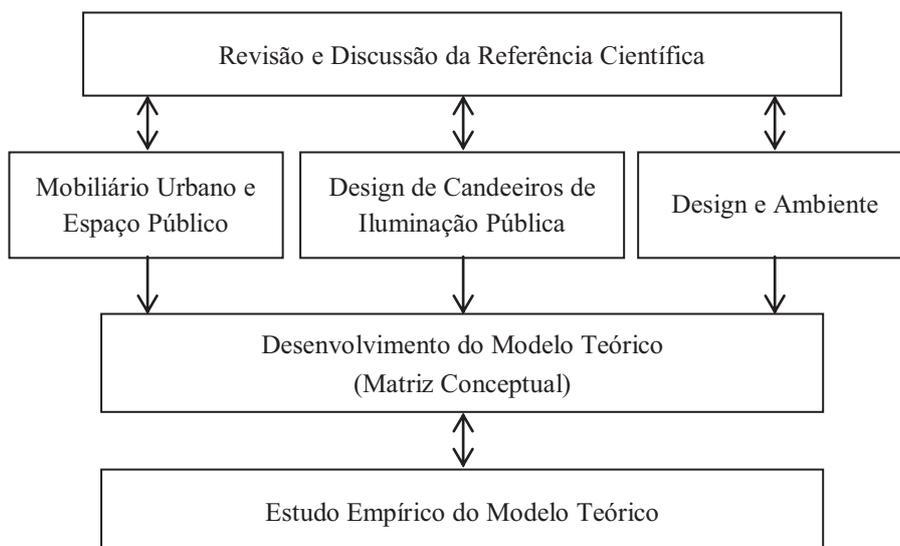
- Descrever o conceito de mobiliário urbano e explorar a sua relação com o espaço público onde é instalado;
- Examinar a utilidade da iluminação pública e que papel teve ao longo dos tempos, para perceber a sua actual importância social, cultural, ambiental e económica;
- Definir as características de um projecto de um candeeiro de iluminação pública, que género de impactos ambientais representa e que tipo de estratégias de eco-design requer;
- Expressar o que é necessário para ligar as várias perspectivas das três áreas investigadas;
- Desenvolver uma abordagem que é teoricamente adequada para analisar e estruturar o processo de design de candeeiros;

- Aplicar a abordagem na prática de forma a fundamentar num contexto real os conceitos técnicos e teóricos de toda a investigação e perceber se os resultados são válidos e generalizáveis, e se correspondem às expectativas teóricas do modelo proposto.

A questão de investigação desta tese apela a uma análise a três campos teóricos de referência diferentes. Como tal, o que é adquirido com esta abordagem perde-se em profundidade, porquanto este estudo não ambiciona fornecer uma descrição exaustiva das áreas que abarca, mas difundir novas abordagens sobre fundamentos conhecidos, combinando diferentes campos teóricos. A intenção é fornecer um quadro de debate que seja suficientemente relevante para apoiar os argumentos e as conclusões apresentadas, partindo do princípio que pode ser sempre desenvolvido e ampliado.

### 1.3. Metodologia de investigação

A questão e os objectivos acima apresentados indicam que a pesquisa tem um carácter heurístico. Isto deve-se à investigação existente sobre o tema principal – design de candeeiros de iluminação pública - ser limitada. Neste sentido, apresenta dois focos: a construção de um modelo teórico e a sua validação empírica. A metodologia de investigação encontra-se descrita sob a forma de diagrama na figura 1.



**Figura 1:** Diagrama metodológico

O estudo baseou-se numa revisão da literatura sobre o mobiliário urbano e espaço público, o design de iluminação pública e o design e ambiente, abrangendo uma pesquisa exploratória em fontes bibliográficas, publicações periódicas, legais e estatísticas. As fontes primárias englobaram a procura em fontes de referências dos arquivos da Câmara Municipal de Lisboa (CML), entre eles o Arquivo Histórico do Arco Cego (AML-AC), no qual foram consultados documentos como actas, alvarás, anais, decretos, despachos, pareceres, processos e ofícios relativos à introdução, administração e desenvolvimento do sistema de iluminação pública na cidade de Lisboa. Mas também imagens de desenhos originais e cópias Marion de projectos de candeeiros de iluminação pública, assim como imagens de pranchas e catálogos de empresas estrangeiras. No Arquivo Fotográfico (AML-AF) foram pesquisadas imagens relativas à evolução formal e técnica dos candeeiros de iluminação pública dos espaços públicos de Lisboa. No Gabinete de Estudos Olisiponenses, na Biblioteca Nacional, na Biblioteca de Arte da Fundação Calouste Gulbenkian e na Hemeroteca Digital foram investigados documentos oficiais da Câmara Municipal de Lisboa, das várias empresas de electricidade e diversas publicações periódicas e científicas. De salientar o acervo histórico do Centro de Documentação do Museu da Electricidade, nomeadamente os despachos, pareceres e informação visual sobre a temática em estudo. Esta consulta a fontes primárias revelou elementos indispensáveis para centrar a problemática relativa à génese e compreensão do tema do trabalho e permitiu a construção da linha visual da evolução técnica e formal dos candeeiros.

A pesquisa nas fontes secundárias incluiu principalmente a consulta a base de dados de artigos da Biblioteca do Conhecimento On-line, em centros de documentação universitários, nas referências bibliográficas dos artigos consultados, em livros, revistas, catálogos, conferências e jornais. Esta pesquisa permitiu o conhecimento do estado actual e da evolução recente da investigação sobre os três corpos teóricos de referência que possibilitou, numa fase exploratória, uma conceptualização de trabalho sobre o candeeiro de iluminação pública e a delimitação do âmbito da investigação, facultando a colocação dos pressupostos da teoria.

A revisão da literatura constitui a base para a fase seguinte do estudo. A segunda parte desta investigação consiste no desenvolvimento de um modelo teórico para abordar o design de candeeiros de iluminação pública para a sustentabilidade do espaço público. Num primeiro momento, procede-se à apresentação deste modelo e na fase seguinte à sua operacionalização, contraste e validação através da realização de um estudo empírico com o software ECO.it 1.3 e o estudo de caso do bairro de Santa Catarina. Existem várias definições para caracterizar um estudo de caso, mas Yin (1994) define o seu âmbito como *“an empirical inquiry that investigates a contemporary phenomenon within its real-life context, especially when the boundaries between phenomenon and context are not clearly evident”*. A exploração de apenas um estudo de caso justifica-se pela necessidade de um nível suficientemente elevado de pormenor, e segundo Yin (1994), um único estudo de caso é capaz de confirmar, contestar ou propagar a teoria na condição de que esta tenha especificado um conjunto claro de proposições, bem como as circunstâncias em que as enunciações são verdadeiras. Para além disto, se a investigação assentar numa fundamentação teórica legítima, há mais latitude para a validade dos resultados em todo o contexto em que a teoria foi testada.

#### **1.4. Estrutura da dissertação**

Este estudo está organizado de acordo com os objectivos estabelecidos neste capítulo.

O capítulo 2 caracteriza as várias interpretações e perspectivas existentes na bibliografia e discute a referência científica relativa ao campo do mobiliário urbano e do espaço público. A primeira parte descreve os conceitos, enunciações e respectivo enquadramento do mobiliário urbano. Revisa os requisitos projectuais de design e as questões associadas à acessibilidade. A segunda parte aborda as noções e desenvolvimentos do espaço público e a sua relação com o mobiliário urbano. Enuncia os objectivos de design urbano, que irão estabelecer o enquadramento para a definição das características que aportarão os fundamentos para as contribuições da investigação descritas no final. Este capítulo constitui o primeiro quadro teórico de referência deste estudo.

O capítulo 3 investiga os conhecimentos específicos ao design de candeeiros de iluminação pública e estabelece o segundo quadro teórico de referência deste trabalho. Encontra-se estruturado em três secções: a primeira centra-se na relação entre o candeeiro e o espaço público, no estudo da evolução técnica e formal da iluminação pública na cidade de Lisboa e na caracterização dos requisitos necessários às instalações de candeeiros de iluminação pública na actualidade. A segunda secção discute as tipologias e constituição dos candeeiros, a definição e delimitação de termos e as especificações técnicas e normativas destes objectos. A última secção sintetiza uma série de princípios directa e/ou indirectamente relacionados com o design de candeeiros e as características da luz em si e os materiais.

O capítulo 4 contextualiza o terceiro e último quadro teórico de referência deste estudo, e encontra-se dividido em quatro secções. A primeira centra-se na delimitação de termos e nos aspectos de design e ambiente em geral, com uma especial incidência nas fases do ciclo de vida do produto. Analisa as tendências recentes de eco-design e a necessidade de inovação, e descreve as políticas ambientais europeias de desenvolvimento de produto. A segunda secção caracteriza o processo de design *clássico* de Pahl e Beitz (1998) e os processos de eco-design de Brezet *et al.*, (1997) e da ISO TR 14062 e estabelece a relação entre eles. Ilustra as condições que devem ser introduzidas no processo *clássico* de design para adoptar os requisitos ambientais e, o paradoxo de design proveniente da incorporação de critérios ambientais nas fases iniciais de design de um novo produto. A terceira parte fornece uma visão geral das ferramentas e métodos mais comuns de eco-design que permitirá seleccionar aquela que irá servir para a avaliação dos impactos ambientais dos candeeiros de iluminação pública e a sua aplicação real. A última parte deste capítulo descreve as estratégias mais comuns dentro do campo do eco-design e identifica as estratégias que podem ser integradas no processo de design dentro duma lógica de ciclo de vida.

O capítulo 5 adapta a investigação que interliga os três quadros teóricos de referência apresentados nos capítulos 2, 3 e 4 e apresenta uma das conclusões desta investigação, o modelo teórico - matriz conceptual - para uma abordagem ao design de candeeiros de

iluminação para a sustentabilidade do espaço público, que traduz os conceitos teóricos desenvolvidos ao longo deste estudo.

O capítulo 6 ilustra a selecção e validação empírica do modelo teórico - matriz conceptual - através da utilização do software ECO-it 1.3 e do estudo de caso do bairro de Santa Catarina, com apresentação dos resultados e respectiva discussão.

O capítulo 7 apresenta uma revisão global do trabalho de investigação e discute as principais conclusões. Argumenta a natureza da contribuição da presente investigação, as suas realizações e fragilidades.

## Enquadramento Teórico

---





Este capítulo introduz e contextualiza o tema do objecto central deste trabalho. Analisa o primeiro corpo de conhecimento necessário para explorar a relação entre o candeeiro de iluminação, o espaço público urbano e o desenvolvimento sustentável. Centra-se na definição e delimitação de termos e na determinação do conceito de mobiliário urbano e espaço público e respectivo enquadramento, estabelecendo uma das áreas do marco teórico desta investigação. Descreve as várias interpretações e perspectivas existentes na bibliografia e discute a referência científica existente neste domínio. Na primeira parte, dedicada aos conceitos e definições do mobiliário urbano, é também realizada uma breve referência histórica, desde os primeiros artefactos urbanos até à representatividade actual, que situa cronologicamente a temática em estudo. Esta parte inicial termina com uma revisão dos requisitos projectuais de design do mobiliário urbano, incluindo o conjunto de factores relativos às questões da acessibilidade no projecto. A segunda fracção deste capítulo aborda os conceitos, enunciações e desenvolvimentos do espaço público, essencial para compreender os seus fundamentos e a sua relação com o mobiliário urbano. É efectuada uma síntese histórica dos últimos 150 anos até à enunciação das características do espaço público actual. A revisão dos objectivos de design urbano irá constituir o enquadramento para a definição do conjunto de características, que irá facultar os fundamentos para as contribuições da investigação descritas nos capítulos finais.

## 1. Mobiliário urbano

### 1.1. Definição de mobiliário urbano: noções gerais e globais

A determinação conceptual do vocábulo mobiliário urbano é importante para a definição do marco teórico desta investigação. Se a noção de mobiliário urbano é recente, a sua definição ainda não está totalmente estabelecida. Para Remesar *et al.*, (2005) o “*conceito de mobiliário urbano que hoje parece tão claro e evidente ao deambular em qualquer cidade é relativamente moderno, e aparece associado à emergência do espaço público*”. Já o grupo JC Decaux<sup>3</sup> afirma-se como o criador, em 1964, desta expressão<sup>4</sup>, apesar da existência do mobiliário urbano remontar às primeiras cidades da antiga Mesopotâmia (Carmona, 1985).

De acordo com Màrius Quintana Creus (1998) na introdução do livro *Elementos Urbanos. Mobiliario y Microarquitectura* de J. Serra, o termo mobiliário “*nunca me ha parecido muy correcto*”, podendo gerar ambiguidades se entendido literalmente, e restringido à ideia de mobilar ou decorar a cidade. Também afirma que este vocábulo remete para o passado, quando “*el amueblamiento urbano nacía de un urbanismo clasicista*”, o adornar da cidade estava estreitamente ligado ao planeamento urbano, e o mobiliário em si era uma resposta a necessidades urbanas elementares.

---

<sup>3</sup> JC Decaux é um grupo industrial francês, criado por Jean-Claude Decaux, especializado no fabrico e instalação de mobiliário urbano e publicidade exterior, colocada sobre diversos apoios de mobiliário urbano, dos quais se destaca a paragem de autocarro. A sua sede está localizada em Neuilly-sur-Seine, um subúrbio adjacente a Paris.

<sup>4</sup> Consultar o site da empresa em <http://www.jcdecaux-mu.fr/> (acedido a 25 de Novembro de 2008)

Como, hoje em dia, o espaço público está repleto de uma crescente variedade de objectos que respondem à complexidade da actual vida urbana, Quintana (1998) propõe “*contribuir a arraigar de forma más universal y comprensible el término Elementos Urbanos*”. Afirma que este vocábulo abrange todos os “*objetos que se utilizan y se integran en el paisaje urbano, y deben ser comprensibles para el ciudadano*” (Quintana, 1998) e comporta também equipamentos como os quiosques ou outras microestruturas, sem os colocar sobre a alçada genérica de mobiliário. Para este autor “*uso, integración y comprensión son pues conceptos básicos para la valoración de todo el conjunto de objetos que encontramos en los espacios públicos de la ciudad*” (Quintana, 1998). Apesar do facto das cidades serem actualmente locais diferentes, de o planeamento urbano ser uma actividade multidisciplinar e das metrópoles serem extremamente complexas, não se pode considerar que cada vez que se coloca um banco ou um candeeiro num lugar estamos apenas a decorar a cidade. Para além disto, a expressão ‘mobiliário urbano’ expressa mais do que a antiga ideia de decoração urbana, pode ser imediatamente ligada aos objectos que são integrados nos nossos espaço públicos e remete para a questão da funcionalidade, hoje premissa essencial na ocupação do espaço público.

Para Boyer e Rojat-Lefebvre (1994) o mobiliário urbano tornou-se, depois dos anos 70, um elemento constituinte essencial da paisagem urbana e implica “*des enjeux fonctionnels très importants pour l’usager; des enjeux esthétiques prépondérants dans la composition de l’espace; des enjeux techniques dont l’objectif est d’assurer un meilleur service ; enfin, des enjeux commerciaux, les montants de certains marchés étant très élevés*”.

Também Sablet (1990) na obra *Le mobilier urbain et sa mise en scène dans l’espace public* de Boyer et al., denuncia o termo mobiliário urbano que, na sua percepção, é demasiado restritivo e “*inadapté du fait du caractère immobile de dés objets*”. Prefere a expressão “*composant urbain*” que corresponde ao conceito de “*outil d’aménagement de l’espace collectif dont l’assemblage avec d’autres permet de mettre en scène cet espace*”, acrescentando que “*équiper l’espace n’est pas l’aménager*”.

Com efeito a maior parte das definições de mobiliário urbano são gerais e referem-se a tudo e qualquer coisa como se pode observar nas seguintes definições: “*objects placed along streets or roads for various uses, including benches, directional signs, garbage cans, mailboxes, streetlights, etc*”<sup>5</sup>; “*objects in street for public use: objects that are placed in the street for public use, e.g. mailboxes, benches, and streetlights*”<sup>6</sup>; “*ensemble des installations placées sur le voie publique de façon décorative ou utilitaire*”<sup>7</sup>; “*conjunto de instalaciones facilitadas por los ayuntamientos para el servicio del vecindario, como bancos, papeleras, marquesinas, etc.*”<sup>8</sup>. As enunciações que são mais específicas provocam antinomias, são mais ou menos restritivas ou definem o âmbito de aplicação do mobiliário urbano de maneira diferente.

A complexidade deste conceito deriva do grande número de equipamentos e objectos e das diversas funções que estes têm que cumprir. Neste sentido, vários autores têm necessidade de elencar os equipamentos e objectos que fazem parte do mobiliário urbano. Para Carmona (1985) o “*mobilier urbain tout ce qui meuble la rue, tout ce qui, à l’intérieur d’une ville ou d’une agglomération, se trouve érigé en bordure des voies, sur les trottoirs, ou sur la voie publique elle-même*”, e termina esta definição com uma enumeração dos objectos que o compõem “*un lampadaire, une fontaine, une enseigne, un banc public, des feux de signalisation, des panneaux indicateurs, voilà autant d’exemples de mobiliers urbains*”, mas que não abrange toda a extensão do mobiliário urbano que a sua obra refere.

Merlin e Choay (1998) também abordam este conceito de forma geral, ao considerarem o mobiliário urbano como “*l’expression utilisée par analogie pour désigner les objets légers et déplaçables, mais non mobiles qui, dans les agglomérations, complètent l’ensemble des immeubles et de la voirie pour la commodité et le confort extérieur des*

---

<sup>5</sup> Dictionary.com (<http://dictionary.reference.com>, acessido a 25 de Novembro de 2008)

<sup>6</sup> Encarta (<http://encarta.msn.com>, acessido a 25 de Novembro de 2008)

<sup>7</sup> Dictionnaire Reverso (<http://dictionnaire.reverso.net>, acessido a 25 de Novembro de 2008)

<sup>8</sup> Diccionario de la Lengua Española, Real Academia Española (<http://buscon.rae.es/draeI/> acessido a 25 de Novembro de 2008)

*habitants*”. Não enumeram os equipamentos e objectos, mas delimitam-nos através do seu carácter removível e não móvel, e da associação ao espaço construído e exterior. Salientam o carácter jurídico do mobiliário urbano, ao afirmar que completam o conjunto dos imóveis. Consideram ainda a questão da utilidade do mobiliário urbano - conveniência e conforto, ou seja, a questão da prestação de serviço ao cidadão, que as definições anteriores não mencionam. Referem também os destinatários destes equipamentos – os habitantes, excluindo outro tipo de utilizadores como os turistas e, conseqüentemente, alguns dos painéis informativos exclusivos ao turismo.

As definições encontradas nos documentos dos vários serviços municipais são as mais próximas da realidade actual do mobiliário urbano que, apesar de serem enunciações vagas, são suficientemente globais. O Regulamento Geral de Mobiliário Urbano e Ocupação da Via Pública de Lisboa utiliza no seu artigo 3º alínea 1 o termo ‘mobiliário urbano’ e define-o como *“todo o elemento ou conjunto de elementos que, mediante instalação total ou parcial na via pública, por si ou instrumentalmente, se destine a satisfazer uma necessidade social ou a prestar um serviço, a título sazonal ou precário”* (Câmara Municipal de Lisboa - CML, 1991). Aliás, no geral quase todas as câmaras municipais do país, independentemente do tamanho da sua área metropolitana, utilizam esta expressão ou, também, a de ‘equipamento urbano’.

Remesar *et al.*, (2005) partindo de um ponto de vista estrutural também distingue entre mobiliário urbano e equipamento urbano. No primeiro caso, engloba *“o conjunto de elementos móveis que ocupam o espaço público e que podemos definir como o conjunto de objectos e artefactos, de propriedade pública ou privada, instalados no espaço público e colectivo e vinculados a uma função utilitária, simbólica e/ou serviços oferecidos à colectividade (circulação, iluminação, conforto, publicidade, etc.)”*. No segundo caso e referenciando o que Nuno Portas designa por *“projecto urbano horizontal”*, Remesar enquadra *“os elementos que definem a relação entre as infra-estruturas e o espaço urbano e que têm o solo como cenário (pavimento, interfaces com as redes de serviços e transporte subterrâneo, etc.)”*.

De facto, estas últimas definições aproximam-se mais da realidade contemporânea, ao abordar a questão da propriedade pública e privada do mobiliário e equipamento urbano. Actualmente muitos dos elementos colocados no espaço público já não são realidade totalmente pública, de prestação exclusiva de serviços ao cidadão, pois são instalados e mantidos por empresas privadas que, através de concessões realizadas com as câmaras municipais (que chegam a durar 20 a 25 anos), exploram em regime de exclusividade as suas superfícies publicitárias. Ou seja, a questão da prestação do serviço ao cidadão, deixa de ser exclusiva e é suplantada, nalguns casos, totalmente pela questão publicitária.

Todas as definições acima enunciadas demonstram efectivamente a complexidade inerente ao tratamento a dar ao mobiliário urbano e à relação estreita que este tem com o espaço público. Neste sentido, os termos ‘mobiliário urbano’ e ‘equipamento urbano’ foram adoptados neste trabalho devido à sua natureza específica e precisa, assim como para permitir a extensão da sua aplicabilidade ao tema em estudo: o candeeiro de iluminação do espaço público, pois é um elemento de mobiliário urbano com uma forte relação com o equipamento urbano das infra-estruturas subterrâneas, de propriedade e responsabilidade pública mas instalado e mantido por uma empresa privada.

## **1.2. Identificação: mobiliário e equipamento urbano**

Das diversas intervenções legislativas sobre matérias relativas ao espaço público, retira-se que a sua gestão é configurada como uma das mais relevantes e significativas atribuições e competências conferidas a cada câmara municipal. Neste sentido, é normal existirem diferentes interpretações relativamente ao que é considerado mobiliário ou equipamento urbano.

Tomando mais uma vez como referência o Regulamento Geral de Mobiliário Urbano e Ocupação da Via Pública de Lisboa, que não difere grandemente dos outros regulamentos camarários portugueses consultados, podemos verificar no artigo 3º alínea 3 que se considera mobiliário urbano “*as esplanadas, quiosques, bancas, pavilhões, cabines, vidrões, palas, toldos, sanefas, estrados, vitrinas, expositores, guarda-ventos,*

*bancos, papeleiras, sanitários amovíveis, coberturas de terminais, pilaretes, balões, relógios, focos de luz, suportes informativos, abrigos, corrimões, gradeamentos de protecção e equipamentos diversos utilizados pelos concessionários de serviço público e outros elementos congéneres” (CML, 1991). Na alínea 4 do mesmo artigo considera-se também mobiliário urbano, “quaisquer outros elementos ocupando a via pública, ainda que destituídos da função referida na parte final do n.º 1” (CML, 1991).*

Outros regulamentos de câmaras municipais de áreas metropolitanas de menor dimensão separam entre mobiliário urbano e equipamento urbano. No primeiro caso, o mobiliário urbano engloba *“todas as peças instaladas ou apoiadas no espaço público que permitem um uso, prestam um serviço ou apoiam uma actividade, designadamente, quiosques, esplanadas, palas, toldos, alpendres, floreiras, bancos e abrigos de transportes públicos”* (Câmara Municipal da Trofa – CMT, 2002). No segundo caso, o equipamento urbano abrange o *“conjunto de elementos instalados no espaço público com função específica de assegurar a gestão das estruturas e sistemas urbanos, nomeadamente, sinalização viária, semaforica, vertical, horizontal e informativa (direcciona e de pré aviso), candeeiros de iluminação pública, armários técnicos, guardas metálicas e pilaretes”* (CMT, 2002). A consulta a outros regulamentos<sup>9</sup> verificou a mesma situação, existindo poucas diferenças na redacção dos respectivos artigos.

Para os municípios, apesar das diferenças de nomenclatura e independentemente do seu carácter funcional, é consensual que todos os elementos colocados no espaço público são comumente apelidados de mobiliário urbano e/ou equipamento urbano, e têm o objectivo de fornecer serviços de informação, segurança, circulação, conforto,

---

<sup>9</sup> Consultar entre outros os seguintes regulamentos: Regulamento Municipal de Ocupação do Espaço Público, Mobiliário Urbano e Publicidade da Câmara Municipal de Ílhavo (2000) ([www.cm-ilhavo.pt/getfile.php?id\\_file=998](http://www.cm-ilhavo.pt/getfile.php?id_file=998)); Regulamento Municipal de Ocupação do Espaço Público, Mobiliário Urbano e Publicidade da Câmara Municipal de Pombal (2002) ([http://www.cm-pombal.pt/doc\\_online/regulamentos/regul\\_publici.pdf](http://www.cm-pombal.pt/doc_online/regulamentos/regul_publici.pdf)) Regulamento de Ocupação da Via Pública, Mobiliário Urbano e da Publicidade do Município de Sintra (2001) <http://www.cm-sintra.pt/Anexo/632424232667343750Reg%20Publicid%20Ocupa%C3%A7%C3%A3o%20Via%20P%C3%BABl%20e%20Mobili%C3%A1rio%20Urbano.pdf> Regulamento de Ocupação do Espaço Público, Mobiliário Urbano e Publicidade da Câmara Municipal de Vila Real de Santo António (2000) <http://www.cm-vrsa.pt/NR/rdonlyres/25C55DB0-D9A9-4096-8D28-684E4FEB7581/0/RegOcupa%c3%a7%c3%a3o Espa%c3%a7oP%c3%bablico.pdf>

protecção, recreação e outras necessidades do cidadão, possuindo usos e funções diversas, que vão surgindo conforme as necessidades.

### 1.3. Características e classificação do mobiliário urbano

Como observado, o mobiliário e equipamento urbano abrange um grande número de elementos dentro da paisagem urbana, com diferentes configurações e níveis formais determinados pelas necessidades dos seus utilizadores. Todos estes elementos satisfazem uma série de características básicas motivadas por requisitos funcionais, de uso, ergonómicos, estruturais, estéticos, etc.

Segundo Carmona (1985) as características inerentes ao mobiliário urbano podem ser definidas pelos conceitos de funcionalidade e idoneidade da instalação; solidez e duração; facilidade de reparação; facilidade de manutenção e estética. Já para Westphal (2004) o design de mobiliário urbano deve considerar:

- *“Lo público y lo colectivo – debe ser reconocido y comprendido por todos, sin distinción y su uso podrá hacerse individual o colectivamente.*
- *Relación con los usuarios – los principales beneficiarios no poseen ninguna facultad al momento de elegir, ya que la decisión sobre los objetos de uso público no recae directamente sobre ellos.*
- *Relación con el espacio donde se inserta – se debe complementar y apoyar la actividad que se desea realizar, sin interferir en la diversidad de actividades y objetos que se ofrecen en el espacio público.*
- *Relación con el sistema – el mobiliario debe poseer un carácter sistémico, es decir, funcionar a su vez de manera individual y como un todo. Las reglas que gobiernan la instalación del mobiliario deben leerse bajo este criterio”.*

Quaisquer destas características determinadas por Carmona ou Westphal justificam a implantação do mobiliário urbano no espaço público, no entanto, são os requisitos funcionais e de uso os factores transversais às duas abordagens, e aqueles que se encontram em quase todos os autores consultados. Isto leva a que, no geral, as classificações do mobiliário e equipamento urbano encontradas, estejam agrupadas em

famílias de acordo com as suas funções e usos. Esta classificação funcional é utilizada para categorizar os elementos de acordo com a sua função principal na rede de espaços públicos e, também, numa base da sua relação com os utilizadores (cidadãos).

Serra (1998) agrupou diversos elementos de acordo com o seu uso, desenvolvendo oito grupos debaixo do título de ‘função urbana’, para incluir alguns dos itens que podem ser encontrados nas zonas urbanas (tab. 1).

<i>Función urbana</i>	<i>Contenidos</i>
<i>Elementos de Urbanización y Limitación</i>	<i>Vados, barandillas, cerramientos.</i>
<i>Elementos de Descanso</i>	<i>Bancos, sillas, banquetas.</i>
<i>Elementos de Iluminación</i>	<i>Columnas, farolas, apliques, balizas, focos.</i>
<i>Elementos de Jardinería y Agua</i>	<i>Jardineras, alcorques, protectores, fuentes (descarta los tiestos, rejas, imbornales, pozos de registro y tapas).</i>
<i>Elementos de Comunicación</i>	<i>Señalización, información, publicidad.</i>
<i>Elementos de Servicio Público</i>	<i>Cabinas, marquesinas bus, aparcamientos de bicicletas, vigilancia de playas, juegos infantiles.</i>
<i>Elementos Comerciales</i>	<i>Quioscos de prensa y flores, paradas exteriores de mercados, quioscos de bebidas e helados.</i>
<i>Elementos de Limpieza</i>	<i>Papeleras, contenedores.</i>

**Tabela 1:** Classificação de mobiliário urbano (J. Serra, 1998)

Serra (1998) não incluiu elementos como o pavimento, degraus, grelhas de drenagem, tampas de registo, vedações temporárias, postes, abrigos, pérgolas, mesas, semáforos luminosos, sinalização viária, etc., pois considera que têm um carácter técnico e logo, específico de cada cidade.

No entanto, como alguns destes elementos têm uma grande representatividade no espaço público das cidades portuguesas, torna-se necessária uma classificação mais holística de forma a integrar mais itens. Lee *et al.*, (2001) compararam e reclassificaram várias nomenclaturas, adoptando uma postura complexa (tab. 2).

<i>Large</i>	<i>Medium</i>	<i>Small</i>	<i>Contents</i>
<i>Traffic function</i>	<i>Pedestrian facilities</i>	<i>Information facilities</i>	<i>Pedestrian light</i> <i>Pedestrian information map</i>
		<i>Safety facilities</i>	<i>Pedestrian safety</i> <i>Disabled person safety</i>
			<i>Bollard, Walling</i> <i>Guard-rail</i>
			<i>Raised block,</i> <i>Guidance system</i>
			<i>Packing</i>
		<i>Pedestrian access facilities</i>	<i>Access facility</i> <i>Bus shelter, Taxi stop, Bicycle stand, Footbridge for urban roads, Pedestrian crossing</i>
	<i>Car facilities</i>	<i>Information facilities</i>	<i>Signal flag, Road sign, Road information map</i>
		<i>Control facilities</i>	<i>Speed control</i> <i>Traffic control</i>
			<i>Hump, Crank</i> <i>Shorten roadway</i>
		<i>Parking facilities</i>	<i>Parking meter, Road parking lot</i>
<i>Guidance facilities</i>		<i>Regional info. sign, Total info. sign</i>	
<i>Space function</i>	<i>Information facilities</i>	<i>Information facilities</i>	
		<i>Outdoor advertising signs, Sign posting, Clock</i>	
	<i>Convenience facilities</i>	<i>Resting facilities</i> <i>Service facilities</i> <i>Landscape facilities</i>	
		<i>Bench, Shelter</i> <i>Waste bin, Water, Kiosk, Telephone booth</i> <i>Vegetation, Flower box, Planter</i>	
	<i>Environmental facilities</i>	<i>View facilities</i>	
		<i>Sculpture, Symbolic monument, Flagpole</i>	
	<i>Basic urban facilities</i>	<i>Urban protection facilities</i>	<i>Hydrant, Water tap</i>
		<i>Urban basic facilities</i>	<i>Manhole, Telegraph pole, Signal flag</i>
		<i>Street lighting facilities</i>	<i>Street lighting lanterns</i>
		<i>Footpath facilities</i>	<i>Pedestrian light, Feet light</i>

**Tabela 2:** Classificação de mobiliário urbano (Lee *et al.*, 2001)

Os elementos apresentados nos conteúdos variam na classificação de acordo com a sua extensão: ‘pequena’, ‘média’ ou ‘grande’. Por sua vez estas dependem do tipo de serviço ‘pedestre’, ‘automóvel’, de ‘informação’, de ‘conveniência’, ‘ambiental’,

‘urbano básico’ e de ‘iluminação’. Finalmente são agrupados em duas grandes funções: de ‘tráfego’ e de ‘espaço’.

Remesar *et al.*, (2005) adoptam uma abordagem mais abrangente e adequada a uma classificação de mobiliário urbano de acordo com o contexto da cidade portuguesa. Consideram seis grandes grupos onde inserem os diversos elementos de mobiliário e equipamento urbano (tab. 3).

<i>Agrupamento</i>	<i>Elementos</i>
<i>Elementos de Estruturação de Rua</i>	<i>Pavimentos, Passeios e Lancis.</i>
<i>Elementos de Redes e Sistemas Urbanos</i>	<i>Tampas de Registo e Sumidouros, Armários Técnicos, Iluminação Pública, Contentores Resíduos Sólidos Urbanos (Contentores de Zona), Contentores Urbanos (Habitação e Comércio), Marcos do Correio e Cabines Telefónicas.</i>
<i>Elementos de Gestão e Mobilidade Urbana</i>	<i>Pilaretes, Frades e Barreiras, Postes Sinalizadores de Transportes Colectivos, Abrigos de Transportes Colectivos, Estruturas para Acessos Verticais (Acessos Transportes Colectivos, Parques de Estacionamento), Sinalização (Controlo de Acessos), Sinalização não Normalizada e Parqueamento de Bicicletas.</i>
<i>Elementos de Conforto Urbano</i>	<i>Bancos, Bebedouros, Quiosques e Bancas, Papeleiras, Protectores de Árvores, Caldeiras para Árvores, Floreiras, Toldos para Esplanadas, Telescópios e Parques Infantis.</i>
<i>Elementos de Informação e Publicidade</i>	<i>Mupis e Colunas</i>
<i>Elementos Específicos</i>	<i>Mobiliário Praias</i>

**Tabela 3:** Classificação de mobiliário urbano (Remesar *et al.*, 2005)

Tanto Serra, como Lee e Remesar utilizam o critério de classificação - a função - para qualificar o mobiliário urbano, pois permite abranger a extensíssima quantidade de funções e usos destes equipamentos. Mas também colocam o mobiliário urbano como um instrumento técnico e funcional e não como um simples elemento decorativo e

supérfluo. Neste sentido, é o elemento que estrutura o espaço público, que se torna a substância da rua.

#### **1.4. Mobiliário urbano ao longo dos tempos**

Este trabalho não tem a pretensão de efectuar uma análise histórica e cronológica profunda do mobiliário urbano, mas entende-se que o conhecimento do passado ajuda à compreensão da actualidade. Neste sentido, é apresentada uma síntese do seu desenvolvimento e evolução como premissa para a conceptualização do objectivo desta investigação.

Como referido anteriormente e contrariamente à maioria dos objectos que o compõem, o conceito do mobiliário é relativamente novo - cerca de 30 ou 40 anos (Serra, 1998). Se por um lado o espaço público teve papéis diferentes ao longo da história também, o que actualmente se designa por mobiliário urbano, teve funções utilitárias e simbólicas de natureza diversa ao longo dos tempos. Alguns destes equipamentos apresentam a mesma função até ao presente, outros perderam a sua função primeira e, ou foram transformados, ou simplesmente desapareceram. Artefactos como as cabinas telefónicas estão ainda em utilização, mas com uma clara tendência a serem cada vez menos procurados devido à generalização da utilização do telemóvel, outros como as fontes perderam a sua função primeira e tornaram-se monumentos públicos<sup>10</sup>.

##### **1.4.1. Primeiros elementos**

É com o advento dos primeiros aglomerados populacionais na Mesopotâmia que surgem também os primeiros artefactos no seu espaço público. Estes locais foram o resultado culminante de uma sedentarização da população e de uma revolução agrícola, que originou a concentração de população em aglomerados amuralhados. Sem nenhum

---

<sup>10</sup> Para uma abordagem ao desenvolvimento do mobiliário urbano no espaço público consultar Remesar *et al.*, *Do Projecto ao Objecto. Manual de Boas Práticas de Mobiliário Urbano em Centros Históricos*. Centro Português de Design. 2005 (pp. 24 a 36).

modelo urbano a seguir, estas cidades foram-se desenvolvendo em paralelo à consolidação do modo de vida urbano. Surgem novas actividades no espaço público que fizeram emergir a instalação de equipamentos como as barracas para o comércio e sobretudo os limites e marcos que serviam para “*individualiser les terres appartenant à une divinité pour les distinguer des terres civiles*” (Carmona, 1985).

No período Galaico-Romano as cidades crescem e o mobiliário presente no seu espaço público acompanha esta evolução. Os marcos vêem a sua utilização estender-se a vários locais das cidades: servem para marcar a transição entre zonas, mas também auxiliam na protecção dos espaços destinados aos peões, em locais com uma circulação abundante e com ruas estreitas. Para além disto, são também usados para inscrever indicações diversas de direcção, de localização ou mesmo comemorativas.

A Roma antiga fez surgir novos equipamentos ao atribuir um papel importante à saúde pública, através das termas e dos banhos públicos, lugares de descanso e de prazer extremamente luxuosos, centro de toda a vida social, onde se falava de política e se fechavam negócios. O mobiliário urbano é um instrumento desta salubridade através dos numerosos poços, fontes e das primeiras latrinas públicas, que vêm responder às exigências higiénicas e de conforto individual. Estas latrinas eram bastante lucrativas, pois os seus proprietários cobravam tanto pela sua utilização como depois vendiam as fezes e a urina para a adubagem dos terrenos. O Imperador Vespasiano, ao perceber o carácter lucrativo destes equipamentos, tributou os seus proprietários com um imposto sobre a urina (Carmona, 1985). Segundo Serra (1998) deu origem ao debate em torno do tema ‘livre de encargos’ relativo aos serviços públicos que ainda hoje se encontra presente na nossa sociedade. No entanto, estas edificações eram integradas em construções já existentes ou eram construídas de forma permanente e, por conseguinte não removível, o que não corresponde à definição actual de mobiliário urbano. Também as fontes e os bebedouros públicos assumiram um lugar de relevo nestas sociedades, pois tinham a função explícita de distribuir água pela população, que não tinha, ainda, água canalizada em casa. Actualmente parte destes “*produtos históricos ultrapassam a dimensão puramente funcional para se converterem em ‘obras de arte pública’*” (Remesar, 2004). Igualmente o comércio fomentou o aparecimento de numerosas

barracas nas praças e ruas e a presença de insígnias para assinalar as diversas actividades comerciais, como se pode observar nos vestígios encontrados em Pompeia.

Outros dos elementos que povoava o espaço público da antiguidade e que quase desapareceu com o desenvolvimento e a modernização do sistema da justiça e da sociedade, é o pelourinho ou picota (esta última, a designação mais antiga e popular), onde os escravos fugitivos ou os mercadores acusados de roubar eram castigados, em praça pública, como demonstração de poder. Segundo alguns historiadores, no séc. XV e na primeira metade do séc. XVI, os pelourinhos deixam de estar associados à execução da justiça e adquirem um carácter prioritariamente simbólico e artístico, funcionando como símbolo da autonomia e da jurisdição de um concelho e como símbolo da presença do poder régio, que *“reforçam o poder local”* (Remesar *et al.*, 2005).

#### **1.4.2. Elementos da cidade medieval**

O desenvolvimento das cidades medievais não é acompanhado pelo aparecimento de muitos elementos de mobiliário urbano novos. A maior parte dos equipamentos anteriormente referidos subsiste, e assiste-se sobretudo a um desenvolvimento dos marcos, das barracas e das insígnias. Estas últimas desenvolvem-se de forma anárquica o que gera situações de conflito, pois os comerciantes, para atrair a atenção dos seus possíveis clientes, fixavam estes elementos perpendicularmente à fachada para uma maior facilidade de leitura. A sua forma variava entre painéis em madeira com comprimentos variados até estruturas metálicas mais ou menos complexas, de carácter agressivo ou humorístico e bastante coloridos (Carmona, 1985). Estes elementos continuam presentes na actualidade e são símbolos identificativos de algumas cidades como Hong-Kong ou Las Vegas, cujas ruas e fachadas de edifícios se encontram cobertos por painéis iluminados num claro-escuro de milhares de luzes extremamente brilhantes e apelativas. Ou em Times Square, em Nova Iorque, onde estes elementos conseguem dar contornos e definição ao lugar.

Para além destas insígnias surgem, pela primeira vez em grandes cidades como Paris, placas nas ruas, sem qualquer harmonização pois podiam indicar qualquer coisa e, também, números sobre algumas portas. Aparecem também bancos mas, no geral, directamente integrados na construção dos edifícios. A principal inovação dá-se na iluminação do espaço público. A insegurança das cidades à noite coloca problemas às autoridades das cidades na Idade Média, e em algumas cidades são colocados “*elementos muito rudimentares de iluminação, basicamente para sustentar archotes e destinados, principalmente, a funções de vigilância da cidade, em especial nas muralhas*” (Remesar *et al.*, 2005). No fim da Idade Média dá-se uma generalização da iluminação, nomeadamente em Paris, através de uma deliberação do Parlamento que obriga os habitantes a manter à sua custa uma vela à janela da sua residência, mas não se pode falar de mobiliário urbano público de iluminação.

#### **1.4.3. Estruturação do mobiliário urbano**

A partir de oitocentos começam a emergir tentativas de estruturar o mobiliário urbano com modelos esteticamente mais atraentes e diversificados. De salientar a generalização e regulamentação da utilização de placas de rua, que partindo de Paris e Versalhes, se propagam a outras cidades.

Também o crescimento associado ao “*aumento da actividade comercial de proximidade, segregada da actividade tradicional de grémio*” (Remesar *et al.*, 2005) gera o aparecimento de numerosas edículas, pequenas lojas no espaço público, que invadem as ruas, avenidas e muros das cidades. As insígnias continuam em franca expansão, ainda sem qualquer tipo de regulamentação, assim como os marcos que se expandem continuamente numa tentativa de controlar a crescente circulação de veículos. Dá-se a “*introdução de vias destinadas a peões (passeios) e a veículos (estrada)*” (Remesar *et al.*, 2005) que pressupõem a progressiva pavimentação dos espaços.

Mas a primeira tentativa de ordenação do mobiliário urbano nas cidades dá-se com a introdução da iluminação do espaço público<sup>11</sup>. Até final do século XVII, é bastante raro e esporádico encontrar qualquer tipo de elemento de iluminação. De facto, as ruas são escuras e inseguras, apenas iluminadas por archotes que guiavam algum transeunte noctívago ou por alguma luz que perpassava uma qualquer janela duma habitação. Os primeiros elementos a surgir no espaço público eram constituídos por umas lanternas de vidro com velas lá dentro, geralmente localizadas nas janelas dos seus proprietários, que tinham a responsabilidade da sua manutenção e reposição. Mais tarde, já no século XVIII, surge a iluminação a azeite que veio substituir as velas, em lanternas suspensas nas fachadas das principais ruas e praças das cidades. Estes primeiros candeeiros eram constituídos por lanternas de suspensão penduradas na extremidade de umas hastes de ferro horizontais, ou tinham um sistema de roldanas para as fazer subir e descer para manutenção. A partir do século XIX, com a introdução do sistema a gás, a iluminação do espaço público generalizou-se e tornou-se um vector importante na modernização das cidades. França torna-se uma fábrica conceptual com uma indústria pungente que ajuda a disseminar os seus modelos, nomeadamente para Portugal, onde tem uma grande influência no desenvolvimento técnico e também no desenho dos candeeiros de iluminação do espaço público. O século XX é sinónimo da consolidação da iluminação eléctrica, que assume o carácter definitivo de serviço público ao cidadão. O desenvolvimento tecnológico do sistema de distribuição de energia eléctrica e o contínuo melhoramento do consumo energético das lâmpadas facilitaram e baixaram os custos de implantação da iluminação no espaço público, promovendo a generalização indistinta dos candeeiros que passaram a fazer parte do quotidiano da paisagem das cidades.

---

<sup>11</sup> Para uma abordagem ao desenvolvimento da iluminação pública numa cidade, consultar as primeiras secções do capítulo 3, onde é realizada uma abordagem a este tema.

#### 1.4.4. Mobiliário urbano moderno

É verdadeiramente no século XIX que é alcançada a racionalização do mobiliário urbano. É nesta altura que se dá o ponto de viragem definitivo na produção do mobiliário urbano moderno, associado à noção de embelezamento urbano e a uma preocupação com a qualidade de vida urbana. É a partir desta época que se pode realmente falar de mobiliário urbano no sentido actual deste termo, mesmo sabendo que ainda não era assim denominado.

Neste período, alguns elementos do mobiliário urbano são abandonados ou substituídos por outros conceitos, como por exemplo, os marcos que, com a criação dos passeios sobrelevados, vêem a sua utilização reduzida; ou como as fontes que perdem a sua utilidade com a chegada da água canalizada a todos os lares, assumindo um carácter mais decorativo. Aliás desde o renascimento que estes últimos artefactos vinham a assumir um carácter duplo, por um lado “*arquitectónico e funcional*” e por outro “*um valor simbólico importante através da introdução de peças escultóricas*” (Remesar *et al.*, 2005). As insígnias vão perder o protagonismo a favor dos cartazes e os números e as placas de ruas são ornamentados e organizados de forma mais racional.

Surgem os bancos e as colunas Rambuteau<sup>12</sup>, e a iluminação do espaço público permanece uma prioridade em relação ao resto do mobiliário urbano, mas é necessário esperar pelo aparecimento de ruas e passeios pavimentados para se dar a sua generalização. As estratégias urbanas, principalmente de Haussmann em Paris, mas também de Cerdà em Barcelona e de Wagner em Viena, permitiram o desenvolvimento de novos objectos e arquétipos de mobiliário urbano, sinónimos de qualidade do espaço público. A transformação das ruas estreitas e mal pavimentadas, fedorentas e insalubres

---

<sup>12</sup> Claude-Philibert Barthelot, Comte de Rambuteau (1781-1869) foi *Chambellan* de Napoleão em 1809 e nomeado Prefeito do Sena em 1833 que, na época, incluía Paris. Cedo começou a implementar uma série de melhorias destinadas a decongestionar a ultrapassada rede de ruas da capital: rasgou a *Rue Rambuteau*, ligando *Les Halles* ao bairro Marais. Terminou os *Champs-Élysées*, o *Arc de Triomphe* na *Place de l'Étoile* e a *Place de la Concorde*, e restaurou a *Notre-Dame* e a *Sainte-Chapelle*. Mandou construir a *colonne de Juillet* na *place de la Bastille*, várias fontes, redes de esgotos, iluminação pública a gás, arborização ao longo das ruas e também alguns urinóis. As colunas por ele colocadas nos espaço público – colunas Rambuteau - destinavam-se a publicidade a espectáculos e peças de teatro. Por vezes incorporavam um urinol. O seu trabalho marcado pelas teorias higienistas, abriu caminho para a transformação de Paris efectuada posteriormente por Haussmann.

em ruas modernas e sistematicamente ordenadas, propiciou o território ideal para o desenvolvimento do mobiliário urbano como é hoje conhecido. Os cidadãos invadem as novas praças e alamedas, que se configuram como lugares de encontro por excelência e, o mobiliário urbano é criado com o objectivo de responder às novas necessidades, pondo em cena o espaço público destas recentes realidades urbanas.

Georges-Eugène Haussmann (1809-1891)<sup>13</sup> confia a Jean Charles Adolphe Alphand<sup>14</sup> (1817-1891) e ao arquitecto Jean-Antoine-Gabriel Davioud<sup>15</sup> (1824 - 1881), “*mão executora do pensamento de Alphand*”, a “*sistematização e, sobretudo, a normalização do repertório de elementos de mobiliário urbano*” (Remesar *et al.*, 2005) que, em conjunto, dotam a cidade de uma gama completa de mobiliário urbano com um estilo único e original. Surgem variadíssimos tipos de artefactos no espaço público, como as fontes, bancos, quiosques de jornais e de bebidas, coretos em parques públicos, sanitários e outro tipo de pequenas edificações (Carmona, 1985). Todas estas tipologias vão espriar-se pela Europa fora, nomeadamente através das Exposições Universais e de catálogos e livros, dos quais a obra *Les Promenades de Paris* publicada por Alphand em 1867/73 se assume como um dos mais importante meios de transmissão do modelo parisiense. Para além disto, a indústria inglesa e particularmente a indústria francesa eram tão pungentes na altura que, a sua produção extravasava os seus limites territoriais, e chegava inclusive a Lisboa. Companhias como Sommevoire (1836), Wassy (1839) e Bar-le-Duc (1852), mais tarde adquiridas por Antoine Durenne (1822-1895), foram,

---

<sup>13</sup> Advogado, funcionário público, político e administrador francês, foi nomeado Prefeito por Napoleão III. É responsável pela remodelação do espaço urbano de Paris e pelo planeamento da cidade durante 17 anos, contanto, para tal, com a colaboração de vários arquitectos e engenheiros. Envolto na necessidade de conter o crescimento das jornadas proletárias e impor a nova ordem social e política, Haussmann planeou uma nova cidade, através da requalificação dos parques existentes e da criação de outros, construindo vários edifícios públicos, aperfeiçoando também o sistema de distribuição de água e criando a grande rede de esgotos, iniciada em 1861 entre La Villette e Les Halles, supervisionada pelo engenheiro Belgrand (Consultar a secção 2.5.2 – O Modelo Haussmanniano para uma leitura da sua intervenção em Paris).

<sup>14</sup> Engenheiro e projectista francês. Trabalhou com Haussmann no re-desenho de Paris, tornando-se responsável por muitos dos parques de Paris e pelas reconhecidas publicações *Les Promenades de Paris* (1867-73) e *L'Art des Jardins* (1886) (Consultar a secção 2.5.2)

<sup>15</sup> Arquitecto francês, também se destaca como inspector geral das obras arquitectónicas. Entre as suas obras mais significativas encontram-se a fonte de Saint-Michel na Place de Saint-Michel, o antigo Palais du Trocadéro demolido em 1937 e, os dois teatros na Place du Chatelet, o Théâtre du Chatelet e o Théâtre de la Ville (Consultar a secção 2.5.2).

juntamente com a empresa Val d'Osne<sup>16</sup>, líderes na produção industrial e dominadores estéticos e formais da época.

Outro dos fenómenos que motivou o desenvolvimento de novos equipamentos foi a vulgarização do transporte público. Esta circunstância deu origem às paragens de autocarro, primeiro, constituídas por um simples poste, mais tarde substituído pelo abrigo, e também pelas entradas do metropolitano, cujos exemplares desenhados em 1900 por Hector Guimard (1867-1942) para a primeira linha de metropolitano de Paris, ainda hoje são uma referência. Associados a esta situação surgiram também os pontos de venda de bilhetes.

Outros dos equipamentos que surgiu no século XIX foi a coluna Morris, originalmente concebida pela *La Société Fermière des Colonnes Morris* em França, a qual deve o seu nome. Gabriel Morris, impressor de publicidade, ganhou em 1868 a concessão para a implantação destas colunas em Paris como forma de ordenar a afixação de cartazes no espaço público. Diversos autores apontam o alemão Litfass Ernst (1816 - 1874) como o inventor destas colunas, que as introduziu em Berlim a partir de Dezembro de 1854 para lutar contra a afixação selvagem de cartazes. É uma coluna de secção cilíndrica onde se afixavam anúncios a concertos e teatros, e que marca o início da expansão da publicidade no espaço urbano, cujo paradigma se inicia na década de 1960, quando a JC Decaux modifica o equilíbrio entre a publicidade e o mobiliário urbano, através da introdução de painéis publicitários nas paragens de autocarro. Foi o primeiro passo para oferecer aos municípios mobiliário urbano a custo quase zero, o que originou uma mudança na gestão municipal do mobiliário urbano e um apertado controlo sobre os espaços publicitários para fins de aluguer. A partir daqui generalizou-se a instalação da publicidade no espaço público e o aparecimento de equipamentos (entenda-se meros suportes à publicidade) como os Mupis, os relógios e alguns painéis electrónicos.

---

<sup>16</sup> A. Durenne e Val d'Osne associaram-se em 1931 fundando a GHM.

#### 1.4.5. Mobiliário urbano na actualidade

A segunda parte do século XX assinala a última transformação do mobiliário urbano e o aparecimento da própria enunciação, tal como é hoje entendida. Esta última mudança operada no mobiliário urbano deve-se essencialmente:

- Ao desenvolvimento de novos métodos produtivos, com tecnologias de ponta e ao aparecimento de novos materiais, nomeadamente os plásticos que vieram revolucionar o design e a construção destes equipamentos;
- Ao desenvolvimento de novas tecnologias de transporte e de telecomunicação que propiciaram a criação e o desenvolvimento de artefactos específicos como o abrigo de autocarro, as cabinas telefónicas, a multiplicação de elementos de sinalização, os armários técnicos, os protectores dos peões, etc.
- À transformação das necessidades sociais e urbanas que geraram novas necessidades na utilização do espaço público - ainda que as antigas persistam - como por exemplo a necessidade crescente de parques infantis, de serviços públicos, etc.

Estes factores estimularam a industrialização e a produção em massa de numerosos elementos de mobiliário urbano, influenciando igualmente todo o seu conceito. Actualmente os municípios escolhem os vários equipamentos através de catálogos, apostando cada vez menos em propostas formais e desenhos únicos. Assiste-se assim a uma homogeneidade e padronização do mobiliário urbano que se estende a todas as cidades, vilas e aldeias dos vários países do mundo, e que se reflecte num contributo para a modernização indiferente ao utilizador.

Presentemente temos de enfrentar não apenas a internacionalização das práticas do design e da arquitectura, mas a globalização do espaço urbano em si. A cidade já não é simplesmente um artefacto sobre a qual os projectistas de várias partes do mundo exercem a sua profissão; a cidade tornou-se cada vez mais um contentor moldado e modificado por actores internacionais como os investidores empresariais, os interesses financeiros transnacionais, os mercados comuns transfronteiriços e as organizações

nacionais e inter-governamentais (Herzog, 1997). Para acomodar as forças da globalização, a cidade foi forçada a se reinventar, e uma das respostas traduz-se na *“normalização do vocabulário do mobiliário urbano”* que *“transcende a função utilitária, e se converte na referência simbólica da mudança entre a forma da cidade e os seus usos”* (Remesar *et al.*, 2005).

Aliás, na análise de Lecea (2000) [2006], depois de várias etapas de desenho e produção de mobiliário em Barcelona *“el proceso de estos 20 años recoge una nueva mirada a la ciudad como proyecto global, a la necesidad de analizar su tradición y de incorporar las consecuencias que se derivan de nuevas exigencias de confort y de accesibilidad, y de asumir nuevas tecnologías en el tratamiento de los materiales, en un proceso que seguramente no se acaba de cerrar nunca y que tiene que ser respetuoso y coherente con la ciudad ya construida”*.

### 1.5. Design de mobiliário urbano

*“(...) o designer industrial pode dar um grande contributo em quase todos os aspectos da visão que a engenharia e o marketing deveriam legitimamente ter: desde a ergonomia e o design de novos métodos de produção (...) a novas formas de analisar e de conduzir (ou interpretar) a pesquisa de mercado. Não são as meras capacidades de esboçar, dar forma e colorir que transformam o designer industrial num recurso tão valioso, mas a habilidade multifacetada de contribuir para o trabalho de outras áreas, e de a estimular, interpretar e sintetizar”* (Lorenz, 1986/1991).

Como anteriormente observado, o mobiliário urbano surge nos espaços públicos urbanos por motivos, de certo modo, relacionados com factores económicos, sociais e culturais, ambientais, físicos e também estéticos de um determinado conceito histórico-filosófico da sociedade. Como aglutinador de actividades sociais, o mobiliário urbano facilita a convivência social e o intercâmbio de experiências individuais e colectivas através das suas funções básicas de uso, estéticas e simbólicas. Neste sentido, o design dos elementos de mobiliário urbano advém de factores como:

**Factores Sociais e Culturais:** o design deste tipo de elementos deverá derivar da análise atenta ao local nas suas vertentes natural, construída e social. É

importante assegurar uma boa relação afectiva e simbólica com os utilizadores e a imagem da cidade. Deverá ainda procurar criar um ambiente aprazível que respeite a diversidade de utilizadores.

**Factores Físicos:** o design do mobiliário urbano deverá procurar reforçar o elo de ligação entre o local específico do projecto e o ambiente envolvente. Estes objectos deverão reflectir o carácter do ambiente construído, estarem bem integrados e promoverem uma configuração ordenada. Cada contexto urbano encerra características que requerem uma reflexão cuidada no design e implantação do mobiliário no espaço público, de forma a respeitar a topografia/geografia, a paisagem/vegetação e a tradição/contexto local.

**Factores Ambientais:** a temperatura, a precipitação, o vento e a própria iluminação deverão ser parâmetros chave no design e implantação do mobiliário urbano no espaço público. Por exemplo, é importante conseguir determinar a necessidade de definir medidas de redução de sombra e brilho em áreas extensas de pavimento ou nas superfícies das paredes, que reflectam ou irradiem quantidades excessivas de luz, ou pelo contrário tirar partido desta mesma reflexão. Ou, quando possível, implantar os objectos de forma a criar percursos mais resguardados das condições climáticas do local. Ou assegurar que, por exemplo, os elementos de descanso drenam bem e são construídos em materiais não absorventes para promoverem uma secagem rápida.

**Factores Económicos:** o design dos elementos de mobiliário urbano deverá procurar melhorar a eficiência energética, a manutenção, a fácil montagem e desmontagem, a durabilidade (a resistência ao uso, ao vandalismo e ao graffiti) e a capacidade de reparação. Efectivamente é na fase de uso que são geralmente atingidos os custos mais elevados do ciclo de vida útil do produto, nomeadamente devido a gastos energéticos mas também derivado dos processos de manutenção e reparação.

No entanto, quando comparado com outros “*ciclos de los procesos urbanos*”, o “*mobiliario urbano, sin embargo, tiene una vida más corta, igual como sucede con el*

*mobiliario de las casas, y sus ciclos funcionales, culturales y productivos son apreciables desde una generación de una forma mucho más evidente que en cualquier otro de los elementos de la ciudad* (Lecea, 2000 [2006]), que determina uma abordagem ao projecto adequada a esta questão.

### **1.5.1. Requisitos projectuais de design de mobiliário urbano**

Face aos factores apresentados, percebe-se que os requisitos de design dos elementos de mobiliário urbano abrangem várias valências e áreas profissionais, nomeadamente o design urbano, o design de equipamento, a psicologia, a sociologia, a antropologia, a ergonomia, a engenharia de produto, etc. Mas, para além desta interdisciplinaridade projectual, também existe actualmente uma globalização a nível da produção e implantação destes artefactos no espaço público.

Actualmente, os elementos de mobiliário urbano disponíveis na União Europeia são instalados transversalmente e indiscriminadamente nas suas cidades. Como tal, componentes desenhados em Itália são colocados em Barcelona, componentes desenhados em Barcelona são aplicados em Lisboa, etc. Presentemente muitas cidades estão a instalar componentes e produtos produzidos em massa, saídos em geral do risco de designers célebres, sem qualquer preocupação com o ambiente e contexto local onde são implantados. Os critérios utilizados baseiam-se principalmente em ‘bom design’ e segurança, mais do que na criação de uma ‘marca’ ou em parâmetros locais de identidade. Esta padronização que pretende acima de tudo a organização e a estética urbana, traz consigo o perigo da homogeneidade cultural, pois os elementos de mobiliário urbano instalados em Lisboa, Madrid e Estocolmo são os mesmos, tendo uma linguagem única e universal que não caracteriza a cultura de qualquer dos locais.

Apesar da globalização nas práticas do design do mobiliário urbano, algumas municipalidades europeias contemplam nas suas estratégias urbanas, considerações acerca do design, localização e gestão do mobiliário urbano. Estas estratégias são acima de tudo recomendações que relacionam cada elemento urbano com outras infra-estruturas e componentes urbanos, como edifícios, pontes, ruas, praças, entre outros e

com o seu contexto cultural e social. Basicamente, são tentativas de fundirem o mobiliário urbano com a identidade das suas cidades.

A revisão da literatura demonstrou que, dentro duma perspectiva metodológica de desenvolvimento de produto, não existem princípios ou requisitos específicos para o design do mobiliário urbano em geral<sup>17</sup>. É possível encontrar algumas recomendações nalguns documentos municipais, mas não existem bases metodológicas sistemáticas para o design de mobiliário urbano, tanto dentro das áreas metodológicas do design urbano como na esfera do design de produto.

Face à heterogeneidade e diversidade encontradas nos vários documentos dos diferentes municípios, relativas às recomendações para o design do mobiliário urbano, optou-se por ajustar e organiza-las como a seguir se enuncia. Como tal, o design do mobiliário urbano deve:

- Ser funcional, seguro e resistente ao vandalismo e aos graffiti;
- Ser acessível às pessoas com incapacidades e necessidades especiais;
- Permitir a integração de outras funcionalidades no sentido de reduzir a anarquia e a duplicação no espaço público;
- Utilizar tecnologias de produção e de instalação sustentáveis;
- Ser unificado dentro duma perspectiva geral de design concertada;
- Atingir a excelência técnica;
- Considerar a compatibilidade com contextos especiais, como recintos cívicos, edifícios históricos, áreas comerciais, de escritórios ou residenciais, entre outros;
- Ser capaz de incorporar componentes específicos para determinados locais, através de mudanças insignificantes;
- Limitar o número de painéis publicitários a certos elementos de mobiliário urbano;

---

<sup>17</sup> Remesar *et al.* (op. cit.) é um exemplo de um manual de recomendações de mobiliário urbano. Dedicado exclusivamente aos centros históricos património mundial da UNESCO, pressupõem regras especiais para este tipo de locais, mas não aborda as questões metodológicas de desenvolvimento de produto.

- Permitir que os painéis para os conteúdos publicitários sejam interactivos e inovadores para acomodar os requisitos de determinados bairros e usos adjacentes;
- Permitir que cada tipo de estrutura exista em vários tamanhos e configurações de forma a acomodar os constrangimentos colocados por diferentes condições, como por exemplo, passeios com dimensões e/ou inclinações distintas e diferentes tipos de utilizadores;
- Ter a flexibilidade para ir de encontro às aspirações das comunidades em quererem diferenciar o seu mobiliário urbano dos outros bairros.

Podem destacar-se, de entre os requisitos gerais a considerar no projecto de design do mobiliário urbano, a **funcionalidade**, a **elevada duração** e **resistência** a condições adversas – meteorológicas e vandalismo, a **ergonomia** e a **expressão formal** e a **manutenção mínima**.

Para além destas recomendações, foi possível aceder a uma interpretação abrangente e complementar dos requisitos necessários ao projecto de mobiliário urbano. Como se mostra na tabela 4, Hong (2001) ajustou e organizou estes requisitos de design através da integração de vários factores sociais e culturais, físicos, ambientais e económicos.

<i>Service</i>	<i>Form of service to user</i>
<i>Functionality</i>	<i>Variety of function that urban furniture has</i>
<i>Securable</i>	<i>Space easiness of taking a personal space when the user receives the service</i>
<i>Relativity to Life</i>	<i>Relativity to urban furniture in general life</i>
<i>Necessity to Life</i>	<i>Necessity of urban furniture in general life</i>
<i>Frequency of Using</i>	<i>Immediate frequency of receiving urban furniture in general life</i>
<i>Frequency of Direct Using</i>	<i>Urban furniture is touched or not when it is used</i>
<i>Non-nuisance</i>	<i>Urban furniture is annoying or not</i>
<i>Convenience</i>	<i>Convenience of the urban furniture</i>
<i>Amenity</i>	<i>Amenity which the urban furniture has</i>
<i>Influence to the Surroundings</i>	<i>Influence of the urban furniture to surroundings</i>
<i>Monumentality</i>	<i>Monumentality of the urban furniture</i>
<i>Symbolic</i>	<i>Symbolic nature of the urban furniture</i>
<i>Conspicuous</i>	<i>Conspicuousness of the urban furniture</i>
<i>Identity</i>	<i>Identity of the urban furniture</i>
<i>Barrier-freeness</i>	<i>Urban furniture is considered barrier-free or not</i>

**Tabela 4** : Conceito dos requisitos de design (Hong, 2001)

### 1.5.2. Requisitos projectuais de design para a acessibilidade

Como observado o mobiliário urbano tem que ser durável e resistente às condições atmosféricas, ao vandalismo e à deterioração geral entre outros requisitos. Mas também deverá proporcionar um ambiente livre de barreiras arquitectónicas e ser suficientemente versátil de forma a prover equitativamente as necessidades de todas as pessoas. Passeios obstruídos, equipamentos inacessíveis e ausência ou design impróprio são alguns dos problemas mais comuns encontrados no mobiliário urbano. Dificuldades de orientação resultado de sinalética ilegível ou inexistente, acidentes pedonais, fruto de elementos mal posicionados, incómodos devido à ausência de equipamentos acessíveis são algumas das circunstâncias mais comuns relativas a esta problemática.

De facto, as necessidades das pessoas com necessidades especiais<sup>18</sup> coincidem com as da maioria (SOLIDERE, ESCWA, 2003)<sup>19</sup>. Segundo este manual, projectar para a maioria implica projectar para pessoas com diferentes capacidades e incapacidades. Aliás, poucos são os que conseguem manter-se saudáveis e fisicamente aptos durante toda a vida: uma criança, uma pessoa com uma perna ou braço partido, uma mãe com um carrinho de bebé, um idoso, etc., experimenta, de certa forma, alguma incapacidade. Neste sentido, a promoção efectiva da acessibilidade é um elemento fundamental na qualidade de vida das pessoas, sendo um meio imprescindível para o exercício dos direitos que são conferidos a qualquer membro de uma sociedade democrática.

É ao Estado que compete garantir e assegurar os direitos das pessoas com necessidades especiais, ou seja, das pessoas que se confrontam com barreiras ambientais, impeditivas de uma participação cívica activa e integral, resultantes de factores permanentes ou

---

<sup>18</sup> Do conjunto das pessoas com necessidades especiais fazem parte aquelas com mobilidade condicionada, incluindo as que estão em cadeiras de rodas, as incapazes de andar ou que não conseguem percorrer grandes distâncias, as com dificuldades sensoriais, tais como os invisuais, amblíopes ou com deficiências auditivas, e ainda aquelas que, em virtude do seu percurso de vida, se apresentam transitariamente condicionadas, como as grávidas, as crianças e os idosos.

<sup>19</sup> SOLIDERE, ESCWA (2003). *Accessibility for the Disabled. A Design Manual for a Barrier Free Environment*. Urban Management Department of the Lebanese Company for the Development and Reconstruction of Beirut Central District (SOLIDERE); United Nations Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA). (Acedido em: 17 Jan. 07, em: <http://www.un.org/esa/socdev/enable/designm/index.html>).

temporários, sejam as deficiências de ordem intelectual, emocional, sensorial, física ou comunicacional.

Projectar e construir lugares acessíveis passa, assim, por compreender os ciclos de vida e as necessidades que os seres humanos atravessam durante a sua existência, *i.e.* desde que nascem, passando pela infância, a adolescência, a fase adulta e finalmente pela terceira idade. Desenhar mobiliário urbano acessível passa por respeitar as necessidades futuras dos cidadãos e projectar para elas, passa também pela standardização e pelo pragmatismo, mas passa acima de tudo pelo desejo de integrar plenamente na sociedade os portadores de incapacidades; de forma a terem uma vida activa na sua colectividade e conseguirem, autonomamente, estudar e trabalhar, permitindo assim às suas famílias mais tempo livre e maior independência. Uma cidade acessível oferece maior liberdade, maior cidadania e democracia aos seus cidadãos.

### **1.5.3. Legislação portuguesa relativa à acessibilidade**

De acordo com o Recenseamento Geral realizado à população portuguesa em 2001 (Censos, 2001)<sup>20</sup> existiam por cada 100 jovens 104 idosos, valor que atinge os 400 idosos em algumas freguesias. Estes valores têm tendência a agravar-se pois o índice de envelhecimento tem vindo a crescer devido ao aumento da esperança de vida. Consequentemente, o crescimento da percentagem de população idosa tem aumentado e a percentagem de jovens na população tem vindo a declinar, resultante dos diminutos níveis de fecundidade. Relativamente ao número de pessoas com algum tipo de deficiência, existem cerca de 636 059, das quais 163 569 pessoas com deficiência visual, 84 172 com deficiência auditiva e 156 246 pessoas com incapacidade motora (Censos, 2001). Estes números por si só, mais que justificam a presença de normas e leis para a plena inclusão na sociedade de pessoas com qualquer tipo de incapacidade.

---

<sup>20</sup> Fonte: INE, Recenseamento Geral da População e Habitação, 2001. (Acedido em: 22 de Jan. 07, em: [http://www.ine.pt/prodserv/censos/index\\_censos.htm](http://www.ine.pt/prodserv/censos/index_censos.htm))

Em Portugal as leis e normas que promovem a integração das pessoas com incapacidades estão vigentes há cerca de uma década, mas o que foi alcançado até à data está longe de responder às necessidades dos cidadãos com incapacidades. O principal factor da ineficiência destes regulamentos deve-se à sua fraca eficácia sancionatória, que impões apenas coimas de baixo valor, permitindo que persistam as desigualdades impostas pela existência de barreiras urbanísticas e arquitectónicas.

A Constituição da República Portuguesa<sup>21</sup> trata, no seu artigo 13º a questão da igualdade. O princípio da igualdade consagra que *"todos os cidadãos têm a mesma dignidade social e são iguais perante a lei"* e *"ninguém pode ser privilegiado, beneficiado, prejudicado, privado de qualquer direito ou isento de qualquer dever em razão de ascendência, sexo, raça, língua, território de origem, religião, convicções políticas ou ideológicas, instrução, situação económica, condição social ou orientação sexual"* (C.R.P., 7ª revisão constitucional, 2005)<sup>22</sup>. Mas esta lei fundamental não fica por aqui e consagra aos cidadãos, outros direitos, tais como o direito à qualidade de vida, à cultura, à educação, à participação, direito ao trabalho, à segurança, etc.

O artigo 71º da Constituição da República Portuguesa trata, ainda, em especial os direitos dos cidadãos portadores de deficiência física ou mental, consagrando, assim, mais uma vez a plenitude dos seus direitos: *"os cidadãos portadores de deficiência física ou mental gozam plenamente dos direitos e estão sujeitos aos deveres consignados na Constituição, com ressalva do exercício ou do cumprimento daqueles para os quais se encontrem incapacitados"* (C.R.P., 7ª revisão constitucional, 2005)<sup>23</sup>. O Estado está obrigado a realizar uma política nacional de prevenção e tratamento, reabilitação e integração dos cidadãos portadores de deficiência e de apoio às suas famílias, sensibilizando a sociedade para os deveres de respeito e solidariedade.

---

<sup>21</sup> A revolução de 25 de Abril de 1974 restituiu aos Portugueses os direitos e liberdades fundamentais. No exercício destes direitos e liberdades, a Assembleia Constituinte, reunida na sessão plenária de 2 de Abril de 1976 elaborou a Constituição da República Portuguesa.

<sup>22</sup> [http://www.portugal.gov.pt/Portal/PT/Portugal/Sistema\\_Politico/Constituicao/](http://www.portugal.gov.pt/Portal/PT/Portugal/Sistema_Politico/Constituicao/) (Acedido em: 11 Fev. 07).

<sup>23</sup> [http://www.portugal.gov.pt/Portal/PT/Portugal/Sistema\\_Politico/Constituicao/](http://www.portugal.gov.pt/Portal/PT/Portugal/Sistema_Politico/Constituicao/) (Acedido em: 11 Fev.07).

A 22 de Maio de 1997 é promulgado o Decreto-lei n.º 123/97 que, não é mais do que uma mera concretização e execução do constitucionalmente consagrado. Este diploma torna obrigatória a adopção de um conjunto de normas técnicas básicas de eliminação de barreiras arquitectónicas em edifícios públicos, equipamentos colectivos e via pública para melhoria da acessibilidade das pessoas com mobilidade condicionada, criando condições de exercício efectivo para uma cidadania vivida na sua plenitude.

Por sua vez, a alínea d) do artigo 3.º da Lei de Bases da Prevenção, Habilitação, Reabilitação e Participação das Pessoas com Deficiência (Lei n.º 38/2004, de 18 de Agosto) determina *“a promoção de uma sociedade para todos através da eliminação de barreiras e da adopção de medidas que visem a plena participação da pessoa com deficiência”*.

Decorridos dez anos sobre a promulgação do Decreto-Lei n.º 123/97 e no desenvolvimento do regime jurídico estabelecido na Lei n.º 38/2004, foi elaborado um novo diploma, o Decreto-Lei n.º 163/2006 de 8 de Agosto. Este decreto revoga o anterior e define o regime da acessibilidade aos edifícios e estabelecimentos que recebem público, via pública e edifícios habitacionais. As principais razões que justificam a revogação do anterior decreto prendem-se, claramente, com a constatação da insuficiência das soluções propostas pelo Decreto-Lei n.º 123/97.

As alterações mais significativas introduzidas por este novo diploma prendem-se com a actualização das normas técnicas e respectiva introdução de novas soluções, consentâneas com a actual evolução técnica, social e legislativa. Foram ainda melhorados os mecanismos fiscalizadores, dotando-os de uma maior eficácia sancionatória, e aumentou-se os níveis de comunicação e de responsabilização dos diversos agentes envolvidos, assim como o alargamento do âmbito de aplicação das normas técnicas de acessibilidades aos edifícios habitacionais.

Paralelamente a estes documentos legislativos, existem diversas iniciativas regulamentadoras por parte das diferentes Câmaras Municipais. Por exemplo, a Câmara Municipal de Lisboa tem desde 1981 dois regulamentos – as Posturas Municipais 141/81 e 142/81 – que definem normas e conceitos de acessibilidade e *“eliminação de*

*barreiras arquitectónicas*”, que ainda hoje subsistem como instrumentos auxiliares de trabalho de projectistas e intervenientes no espaço público. Já nesta década, aprovou o Edital n.º 29/2004 que determina o Regulamento para a Promoção da Acessibilidade e Mobilidade Pedonal. Este estabelece “*parâmetros de acessibilidade física que, conjuntamente com outros parâmetros indispensáveis à prática de planeamento e projecto, contribuirão para a sua qualidade e conseqüente melhoria do espaço urbano, de modo a não haver discriminação negativa independentemente das aptidões físicas, sensoriais ou cognitivas dos cidadãos*” (Edital n.º 29/2004)<sup>24</sup>.

É justo reconhecer a estes diversos documentos o grande mérito de se preocuparem com os conceitos e problemas da acessibilidade. Constituem um despertar da consciência para a importância da supressão das barreiras arquitectónicas e urbanísticas, mas na maioria dos casos não são suficientes. A introdução de mobiliário urbano no espaço público e no que se refere apenas às questões da acessibilidade, não se podem coadunar apenas com meras indicações de implantação ou de requisitos ergonómicos. Os equipamentos terão que ter em consideração, logo no início do seu desenvolvimento projectual, todos os requisitos de design necessários à acessibilidade.

#### **1.5.4. Manuais para a acessibilidade no projecto de mobiliário urbano e de espaço público**

O manual *A Design Manual For A Barrier Free Environment* (United Nations, 1999) nomeia algumas das considerações técnicas e dos requisitos de design a ponderar quando se projecta para o ambiente urbano. Introduce várias soluções para os problemas no design de um espaço exterior acessível. Mas trata basicamente questões das obstruções na via pública, com referência apenas às distâncias e dimensões ideais, como se pode observar por exemplo nas fig. 2, 3 e 4.

---

<sup>24</sup> [http://www.cm-lisboa.pt/?id\\_categoria=90&id\\_item=3986](http://www.cm-lisboa.pt/?id_categoria=90&id_item=3986) (Acedido em: 16 Fev. 07)

**Critérios de Design**

**Obstruções**

As obstruções deverão ser implantadas fora da zona de circulação, quando possível.

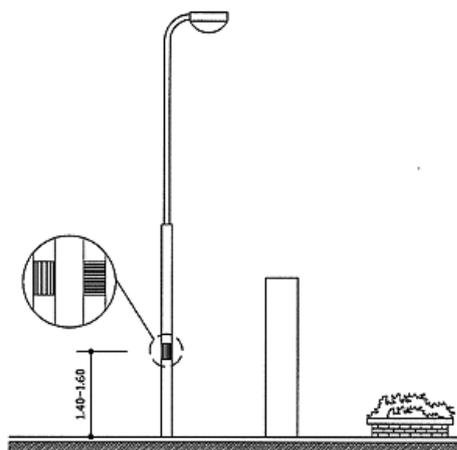
As obstruções na zona de circulação deverão ser facilmente detectadas e, quando possível, implantadas ao longo de uma linha contínua.

Elementos salientes deverão ser evitados.

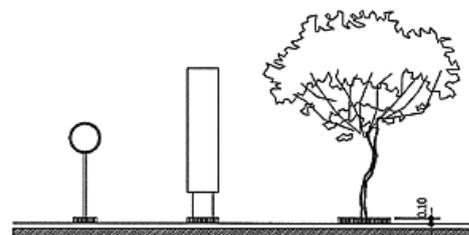
A zona mínima livre de circulação deverá ser de 0,90m.

As obstruções na zona de circulação deverão incorporar algum dos seguintes requisitos de design, para poderem ser detectados pela bengala de um invisual:

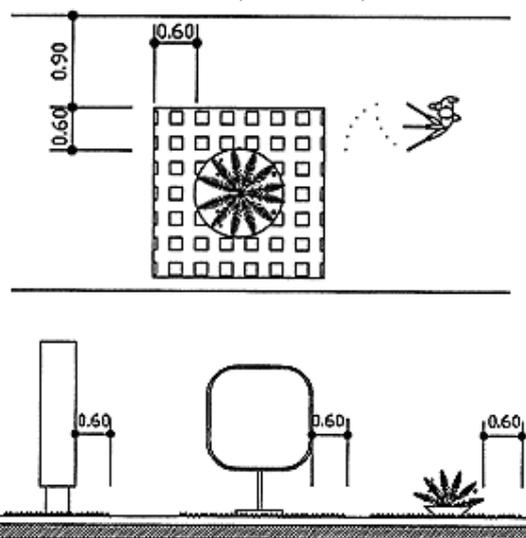
- Colocação de uma marca directa na superfície do equipamento (fig. 2).
- Colocação de uma plataforma elevada de 0.10 m (fig. 3).
- Utilização de marcas tácteis no pavimento a rodear a obstrução. Deverão ser colocadas até à distância de 0.60 m fora da área de projecção, na base do obstáculo. (fig. 4).



**Figura 2:** Obstruções: formas altas na superfície de circulação (U.N., 1999).



**Figura 3:** Obstruções com uma plataforma elevada de 0.10 m. (U.N., 1999).

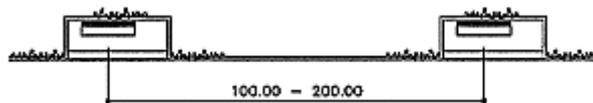


**Figura 4:** Pavimento tátil colocado a pelo menos 0,60m a toda a volta da base de projecção (U.N., 1999)

Ou salienta alguns dos requisitos de design específicos para o equipamento como o das áreas de descanso (fig. 5, 6, 7 e 8), as cabinas de telefone (fig. 9), os marcos de correio (fig. 10), os bebedouros (fig. 11) e a sinalética (fig. 12 e 13).

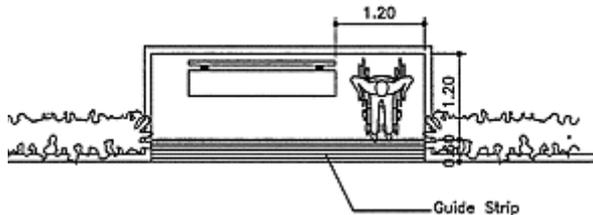
### Áreas de Descanso

Deverão existir áreas de descanso a intervalos regulares entre 100.00 m e 200.00 m. Poderá ser útil colocar mais áreas a intervalos mais frequentes quando se trata de longas zonas inclinadas (fig. 5).



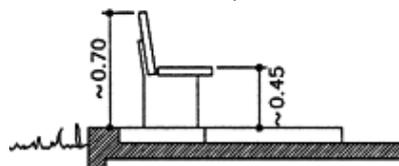
**Figura 5:** Áreas de descanso a intervalos de 100-200m. (U.N., 1999).

Áreas de descanso com bancos deverão ter um espaço lateral adjacente com 1.20m no mínimo para uma cadeira de rodas (fig. 6).



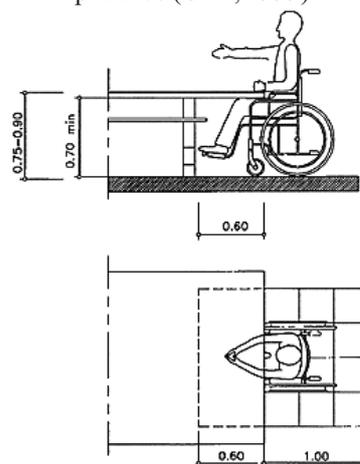
**Figura 6:** 1.20m de espaço livre ao lado de um banco para permitir o acesso a uma cadeira de rodas (U.N., 1999)

Os assentos públicos deverão estar aprox. 0.45m acima do nível do pavimento, com o encosto a aprox. 0.70m acima do nível do pavimento (fig. 7).



**Figura 7:** Especificações para assentos e bancos públicos (U.N., 1999).

A altura das mesas deverá situar-se entre 0.75m e 0.90m, e a profundidade mínima debaixo da mesa deverá ser de 0.60m, de modo a receber uma cadeira de rodas em todos os lados (fig. 8).



**Figura 8:** Altura e profundidade para mesas públicas (U.N., 1999).

### Telefones Públicos

A área mínima livre em frente a cabina telefônica deverá ter 1.20m x 0.85m, permitindo uma abordagem paralela ou frontal (fig. 9).

A ranhura da moeda deverá ser colocada a uma altura confortável entre 0.90m e 1.20).

A corda do telefone deverá ter de comprimento pelo menos 0.75m.

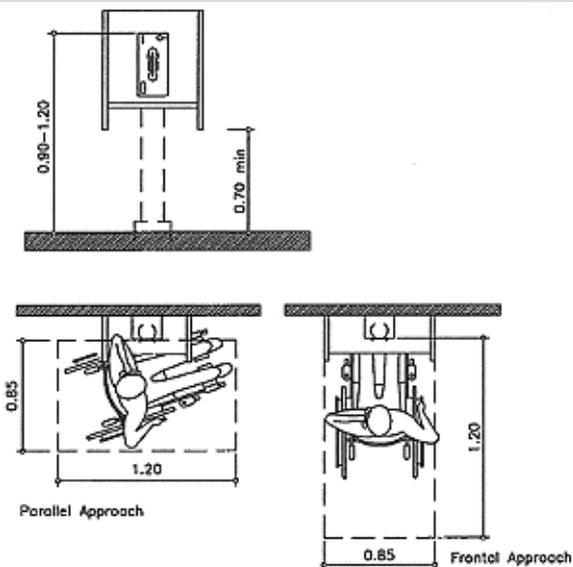


Figura 9: Especificações para cabinas de telefone públicas (U.N., 1999)

### Marcos de Correio

A ranhura para a entrada do correio deverá ser colocada a uma altura acessível entre 0.90m e 1.20m (fig. 10).



Figura 10: Entradas do correio colocadas entre 0.90 e 1.20m de altura (U.N., 1999)

### Bebedouros

Os bebedouros poderão ter duas torneiras a diferentes alturas, uma acessível a utilizadores de cadeiras de rodas com cerca de 0.85m de altura e outra colocada a uma altura aproximada de 0.90m. (fig. 11).

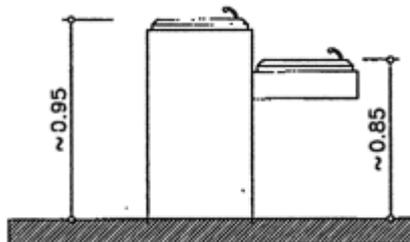


Figura 11: Bebedouros com cerca 0.90m de altura (U.N., 1999).

### Sinalética

Os espaços acessíveis deverão ser identificados com o símbolo intencional de acessibilidade (fig. 12).



**Figura 12:** Símbolo Internacional de Acessibilidade (U.N., 1999).

Deverão ser utilizadas direcções gráficas ou escritas para indicar claramente o tipo e a localização dos equipamentos disponíveis (fig. 13).

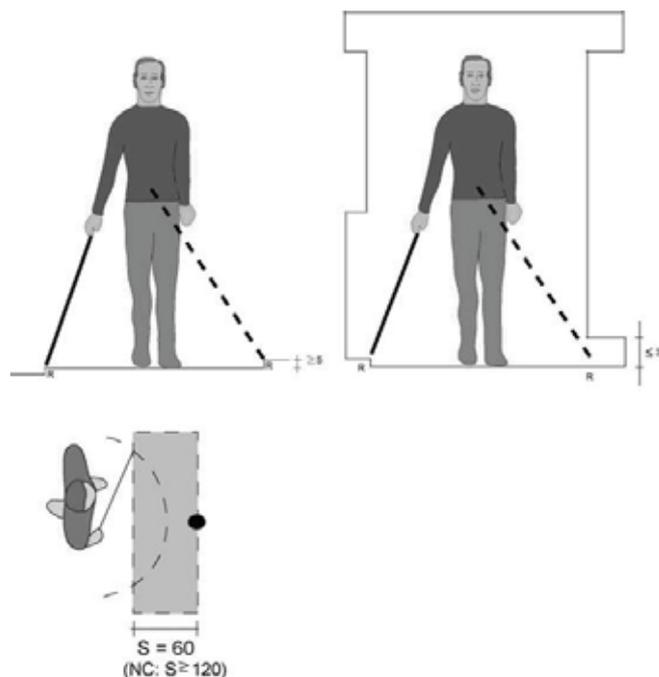


**Figura 13:** Símbolo Internacional de Acessibilidade com informação direccional (U.N., 1999).

Outro dos manuais que aborda a questão do mobiliário urbano é o *Do Projecto ao Objecto*, onde Remesar *et al.*, (2005) afirmam que o design para todos deve contemplar uma abordagem abrangente e ser encarado como a possibilidade do utilizador poder fruir inteiramente da sua cidade. Acrescentam ainda que “os elementos e artefactos devem cumprir com os requisitos necessários para que todos os utilizadores possam usufruir do espaço público, acedendo a ele na sua dimensão física, sensorial, simbólica, social e económica”. Mas não são definidos quais os requisitos de design específicos para projectar mobiliário urbano acessível.

Aragall (2003) defende que os elementos de mobiliário urbano “têm de estar alinhados com o passeio ou colocados na berma do mesmo (junto da rua) e além disso, devem estar assentes no chão para que as pessoas com deficiência visual os possam detectar com a bengala”. Aponta vários aspectos a considerar no design de elementos como os

bancos, parquímetros, contentores de lixo, sinalética informativa, elementos de protecção em praças e ruas pedonais, informação e visibilidade fraca, que focam essencialmente questões ergonómicas e de funcionalidade e processos de orientação e aviso.



**Figura 14:** Meios de orientação e aviso (Aragall, 2003)

Como exemplo desta abordagem, pode-se observar na figura 14 uma proposta para indicadores detectáveis que assinalam claramente o caminho a seguir e evitam os obstáculos existentes. As pessoas, especialmente as com deficiência visual deverão ter: R = indicadores detectáveis do caminho a seguir, e S = áreas delineadas, de aviso contra a existência de objectos obstaculizantes na via pública como os referentes ao mobiliário urbano ou a escadas (NC: critério dos Países Nórdicos) (Aragall, 2003).

Todos estes manuais abordam a necessidade dos cidadãos, independentemente da sua idade, género, raça, religião e cultura, poderem compreender e usufruir equitativamente do espaço público em igualdade de oportunidades económicas, sociais, culturais e de lazer.

## 2. Espaço público

### 2.1. Mobiliário urbano e espaço público

*“(...)Toda a cidade é histórica, é o espaço que contem o tempo. Cada uma das partes ou zonas da cidade tem um património de conjuntos e edifícios, de vazios e percursos, de monumentos e de símbolos que são referências da sua identidade que devem, em parte, ser conservados e reconvertidos, para contribuir tanto para se guardar a memória como se dar um impulso para a evolução da cidade” (Borja e Muxí, 2000)*

O mobiliário urbano tem uma forte ligação com o ambiente onde está inserido, os espaços públicos. Sendo formado por um conjunto de objectos e microestruturas que habitam e compõem o espaço público, tem sobre este bastante influência, participando, facilitando ou dificultando o acesso e a mobilidade das pessoas e dos veículos assim como a própria possibilidade de uso e grau de sociabilização. Os seus elementos configuracionais tais como a linha, a superfície, a textura, a cor, a forma, o volume, os materiais, etc., permitem intervenções que podem contribuir para definir traços da identidade do local, características referentes ao clima, aos comportamentos, à paisagem urbana, à história e memória de cada espaço público. Para Pol e Valera (1999) *“el mobiliario urbano, los bancos, las farolas, las fuentes, las papeleras etc., es uno de los elementos más 'activos' de la interacción entre el entorno y el ciudadano”*.

Neste sentido, é necessário conhecer e saber interpretar os lugares para se alcançar uma abordagem integrada no design sustentável do mobiliário urbano, nomeadamente dos candeeiros de iluminação do espaço público. Aliás, os candeeiros enquanto objectos de iluminação do espaço público para além de pertencerem à esfera do design de produto *per si*, também estão intrinsecamente relacionados com o design do espaço público e com o sistema de infra-estruturação urbana. São elementos visíveis dia e noite e a sua aparência influencia definitivamente o design e a ambiência geral dos locais, estabelecendo uma forte relação entre a paisagem urbana, os utilizadores e os próprios candeeiros de iluminação do espaço público. Para além de que, sem iluminação o espaço nocturno não seria vivenciado e existiria como o é presentemente.

A gestão do espaço público e dos seus equipamentos são uma oportunidade de construção de uma cidadania mais activa, e uma das competências fundamentais dos municípios. São as Câmaras Municipais que determinam o tipo de mobiliário urbano, a sua situação geográfica e quantidade, tendo um papel fundamental na configuração do próprio espaço público e na adequação do mobiliário urbano nele colocado.

Nos últimos anos têm sido implementados uma série de projectos de intervenção e requalificação urbana em áreas centrais e históricas das cidades, em zonas mais consolidadas e também nalgumas frentes ribeirinhas, associados à cultura urbana e ao desenvolvimento sustentável. Estas acções procuraram valorizar as características da paisagem e da cultura local como forma de resgatar a identidade presente nos edifícios e monumentos e no próprio espaço público urbano. No entanto, na maior parte destes projectos observa-se que o sistema de mobiliário urbano lá implantado apresenta-se como uma solução pontual que nem sempre satisfaz as necessidades dos seus utilizadores, apesar de ser um factor importante para a dinamização dessas áreas, já que pode funcionar como elemento de sensibilização e uso dos espaços públicos. De facto, os designers que projectam estes sistemas de mobiliário urbano são confrontados com a escassez de material sobre o tema, tanto a nível técnico como a nível sociocultural, histórico, urbano e económico e as suas correspondências com o ambiente e a paisagem urbana.

Como observado acima, é necessário compreender quais são os requisitos e características dos espaços públicos sustentáveis de sucesso, pois os próprios candeeiros de iluminação do espaço público podem influenciar a sustentabilidade geral de um lugar, se não considerarem eles próprios critérios que respeitem e contribuam para o desenvolvimento sustentável desses locais. Como tal, para além das questões relacionadas com o design do mobiliário urbano em si, é necessária também uma abordagem aos conceitos, definições e desenvolvimentos do espaço público para uma compreensão deste tema e uma abordagem completa dos objectivos em estudo.

## 2.2. Problemática na definição espaço público

*“El diálogo limpio y neto que se produce entre la materia y el espacio, la maravilla de ese diálogo en el límite, creo que, en una parte importante, se debe a que el espacio, o es una materia muy rápida, o bien la materia es un espacio muy lento” (Chillida, 1996).*

A palavra espaço em português tem como significado *“extensão indefinida; vácuo situado além da atmosfera da Terra, onde se encontram todos os corpos celestes do Universo; área; duração; demora; adiamento, prorrogação; porção de tempo entre dois limites, prazo”*<sup>25</sup>. Mas também é conotada com *“algo que está entre”*, até mesmo com o *“vazio”*, o que significa que qualquer coisa pode acontecer no espaço, é uma área acessível ao uso. Tem assim uma grande amplitude conceptual, pois pode ter definições de várias naturezas: geográfica, histórica, económica, física, social, administrativa, política, etc. O termo público deriva do latim *publicu*<sup>26</sup> e refere-se a algo que é *“relativo ao povo; que é de todos, comum; que serve para todos”*<sup>27</sup> etc.

Actualmente a noção de espaço público<sup>28</sup> urbano é abordada por diversas disciplinas, nem sempre de forma linear, mas quase todas assentam nas seguintes premissas:

- É um espaço geralmente livre de construções;
- É “coisa” pública, ou seja pertence à colectividade, a noção de apropriação é por consequência essencial;
- Permite a fixação local e global;
- Constitui um suporte fundamental para a identidade;

---

<sup>25</sup> <http://www.priberam.pt/default.aspx> (Acedido em: 1 Abril 07)

<sup>26</sup> <http://www.priberam.pt/default.aspx> (Acedido em: 1 Abril 07)

<sup>27</sup> <http://www.priberam.pt/default.aspx> (Acedido em: 1 Abril 07)

<sup>28</sup> Para os propósitos deste estudo, o termo espaço público só considera o espaço exterior num contexto urbano. Isto exclui necessariamente alguns ambientes da paisagem urbana, que de outra forma poderiam ser considerados espaços públicos, como por exemplo os espaços de qualquer escala em Centros Comerciais, Pavilhões Desportivos, etc., e aqueles espaços públicos que não estão sempre acessíveis ao público como alguns jardins públicos que só abrem nos feriados, etc.

- É regido pelo direito público em oposição aos bens privados regulados pelas regras do direito civil;
- É um espaço de livre acessibilidade: na teoria<sup>29</sup> o espaço público é aberto a todos, podendo cada um estar presente fisicamente e circular livremente. Em oposição, temos o espaço privado em que o acesso é controlado ou é reservado a certos grupos ou populações;
- Possibilita a interacção e a coexistência, permitindo o encontro com o outro e a comunicação.

Para além destas facetas o espaço público é um conceito jurídico: *“un espacio sometido a una regulación específica por parte de la Administración pública, propietaria o que posee la facultad de dominio del suelo y que garantiza su accesibilidad a todos y fija las condiciones de su utilización y de instalación de actividades”* (Borja, 1998). Além deste conceito também possui uma dimensão sociocultural, pois é um lugar de *“identificación”* e de construção de relações e contacto entre as pessoas, podendo mesmo ser arena de *“expresión comunitaria”*. (Borja, 1998). No entanto, o que define a natureza do espaço público é o seu uso, e não o seu estatuto jurídico, supondo assim factores como domínio público, uso social e multi-funcionalidade, caracterizando-se fisicamente pela sua acessibilidade.

Espuche (1999) também afirma que o espaço público é uma arena de sociabilidade que sempre teve um carácter simbólico e aglutinador. É um lugar no qual os *“ciudadanos, por un lado, se reconocen como miembros de una comunidad y reencuentran y recrean su historia colectiva y, por otro lado, quedan confrontados con el cambio y la innovación, elementos esenciales en la ciudad”*. Mas o espaço público em geral também satisfaz outro tipo de funções. A uma escala distinta, mais longe da escala da cidade e mais perto do referencial de cada indivíduo, pode complementar o espaço privado da habitação. Muitas vezes a rua e a praça são o prolongamento do espaço privado de cada

---

<sup>29</sup> Alguns espaços públicos são privatizados como as esplanadas dos cafés, os painéis publicitários, enquanto alguns espaços privados se tornam espaços públicos através da sua utilização, como por exemplo as entradas dos edifícios. Alguns autores referem ainda os espaços semi-públicos, caracterizados por aqueles edifícios privados com uma finalidade pública, como os cafés, restaurantes, lojas, bancos, etc.

residência, principalmente nas camadas sociais mais desfavorecidas. Neste caso o espaço público funciona para reequilibrar as desigualdades económicas e sociais, pois aqui todos têm os mesmos direitos e deveres (Espuche, 1999). Ou, como afirma Remesar, (1997/98) o “*espacio público es un contenedor vacío de sentido, una necesaria reserva de territorio, para ejecutar el sentido de la ciudad*”.

### 2.3. Morfologia do espaço público

Materialmente o espaço público configura-se em diferentes tipologias morfológicas que servem os propósitos públicos, o que tornaria ampla e heterogénea uma listagem destes elementos, mas as categorias de espaços públicos urbanos mais comuns incluem os parques e jardins, as ruas, largos e alamedas, as praças e rotundas, os parques infantis, as frentes ribeirinhas e os espaços residuais entre urbanizações, entre outros. Esta rede de espaços públicos é condicionada pelas condições geográficas e é mais ou menos sistematizada pelas regras urbanísticas de natureza funcional e estética.

Brandão (2008) através de uma abordagem integral e abrangente considera 15 tipologias de espaços estruturados em 6 referências:

- Os “*espaços-traçado*” de “*encontro (largos, praças...) ou de circulação (ruas e avenidas)*”;
- Os “*espaços-‘paisagem’*” de “*lazer (parques e jardins) ou de contemplação (panoramas)*”;
- Os “*espaços-deslocação*” de “*transporte, canal, estacionamento*”;
- Os “*espaços-memória*” de “*saudade, memória, arqueologia*”;
- Os “*espaços comerciais*”, “*semi-interiores e semi-exteiores*”;
- Os “*espaços gerados*” “*por edifícios, equipamentos ou sistemas*”.

Entre a diversidade de espaços públicos das cidades, as praças têm uma importância fundamental: geralmente com uma situação estratégica, podem ser nós de intercâmbio e de comunicação da cidade, domicílio para as actividades dos bairros e centros de polarização. Também permitem o arejamento da cidade e do traçado de certas ruas.

Tradicionalmente a praça concentra um conjunto de actividades e de população, representando um ponto de convergência e de troca de informações.

As áreas verdes são outros dos lugares que assumem uma importância essencial na cidade. Desde o parque urbano de vocação central, passando pelos jardins de bairro, as praças arborizadas, os jardins públicos, as alamedas, etc., são em si espaços de respiração das cidades. São percebidos como os seus "pulmões" – os substitutos do campo – permitindo o passeio e o lazer e servindo como antídoto às condições de vida urbana contemporânea.

O espaço público implica, por conseguinte, um território concreto, e esta materialidade, juntamente com outras dimensões, como a sociabilidade e a vida política, é fundamental na edificação e compreensão do espaço público. Aliás, é importante confirmar a importância desta dimensão morfológica do espaço público urbano, tanto mais que a lógica actual das redes implica uma certa "imaterialidade" dos indivíduos em relação ao espaço.

#### **2.4. Usos do espaço público**

Qualquer tentativa de criação de uma listagem dos usos do espaço público seria igualmente extensíssima e, ficaria sempre incompleta devido ao ritmo a que se processam as transformações sociais, culturais, económicas, políticas, etc. nestes lugares<sup>30</sup>. No entanto, poderão ser enunciados os seus usos mais evidentes:

- O uso funcional: lugares de permeabilidade, de acessibilidade;
- O uso social e recreativo: ponto de encontro e existência, lugar de lazer e de fantasia, de contemplação e imersão em ambientes particulares, de descoberta e passeio;

---

<sup>30</sup> Em Lisboa é visível nalguns nomes de ruas os usos de quem nelas morava e se apropriava: Beco, Escadinhas ou Largo das Olarias, Largo da Fundação, Largo das Alcaçarias, Beco das Bolachas, Beco dos Curtumes, Beco do Funileiro, Beco dos Ferreiros, e na baixa as Ruas dos Douradores, Fanqueiros, Retroseiros e Sapateiros, são indicação do que acontecia na rua.

- O uso cultural e festivo: teatros de rua, cortejos e procissões, concertos, festas religiosas, demonstrações desportivas, etc.;
- O uso civil: desfiles patrióticos e/ou de protesto, manifestações, cortejos, campanhas eleitorais, discursos e assembleias de qualquer tipo, inaugurações, etc.;
- O uso da mobilidade: modos e ritmos de deslocação;
- O uso comercial e de consumo.

## 2.5. Relação do mobiliário urbano com o espaço público nos últimos 150 anos<sup>31</sup>

*“Public space is the stage upon which the drama of communal life unfolds. The streets, squares, and parks of a city give form to the ebb and flow of human exchange. These dynamic spaces are an essential counterpart to the more settled places and routines of work and home life, providing the channels for movement, the nodes of communication, and the common grounds for play and relaxation. There are pressing needs that public spaces can help people to satisfy, significant human rights that the (public spaces) can be shaped to define and protect, and special cultural meanings that they can best convey.” (Carr et al., 1992).*

Hoje em dia o papel dos espaços públicos das cidades encontra-se sob mudanças significativas. É aceite que estes espaços são palco de funções sociais, políticas e culturais e agem como lugares de congregação e centros de entretenimento, lazer e relaxamento. São vistos como o suporte da vida colectiva, reflectem a cultura dos seus habitantes e criam a imagem do lugar.

No entanto, nem sempre foi esta a perspectiva: algumas teorias urbanas do século XX negligenciaram severamente os espaços públicos como suporte à vida colectiva e, em geral, limitaram o seu discurso a temas ligados à produção e reestruturação económica,

---

<sup>31</sup> Dada a abrangência e complexidade da matéria de estudo, só se abordou a questão da relação do mobiliário urbano com o espaço público a partir da mudança de paradigma urbano iniciada no século XIX, resultado do processo de mudança no quadro económico e social urbano como consequência da Revolução Industrial. Choay (1994) afirma que a situação urbana actual é o resultado da transformação da cidade que teve lugar de forma manifesta entre a década de 1850 e a nossa época. Para além disto, o conceito de mobiliário urbano tal como o conhecemos hoje, só surge no espaço público da cidade a partir desta altura, facto que contribui para uma abordagem histórica apenas a partir de meados de oitocentos.

e às discriminações sociais. De facto, por um longo período de tempo – desde 1930 até a 1970 – pouco aconteceu no campo do espaço público ou do design do espaço público. Uma das explicações para esta postura encontra-se na visão modernista de rejeição da cidade e do espaço público. Outra razão está no rápido desenvolvimento do tráfego automóvel e consequente atenção ao desenvolvimento das redes viárias e de transporte. Outra das causas reside na concentração dos esforços europeus na reconstrução urbana pós 2ª Guerra Mundial e subseqüente crescimento urbano, que forneceu outras prioridades aos arquitectos e urbanistas.

Existem variadíssimos estudos sobre a história das cidades, das suas ruas e espaços públicos. Um dos debates centrais destas análises e investigações gira em redor do grau de continuidade ou mudança na história dos espaços públicos urbanos. Obras como *Death and Life of Great American Cities* de Jane Jacobs ou *City of Quartz* de Mike Davis, que apesar de diferentes no tempo e concepção do espaço público, enfatizam a mudança, ou mais especificamente, o declínio que transformou as ruas que passaram de espaços públicos vibrantes a ambientes isentos de vida e diversidade<sup>32</sup>. Também Lynch com a obra *A Imagem da Cidade* aponta o desgaste perceptivo, a falta de identidade visual, a pouca legibilidade e a rigidez da cidade. Outros autores anotam a continuidade na história das ruas e espaços públicos e podem ser ordenados em duas áreas: uns, como James Winter e Lynn Lees afirmam que as ruas nunca perderam a variedade e a vitalidade de usos ou que esta perda tem sido exagerada<sup>33</sup>. Outros, como Susan Davis, argumentam que os espaços públicos foram sempre locais contestados e que uma

---

<sup>32</sup> Jane Jacobs, *The Death and Life of Great American Cities* (New York: Vintage Books, 1961); Mike Davis, *City of Quartz: Excavating the Future in Los Angeles* (New York: Vintage Books, 1992). Para outras obras sobre o declínio ou morte dos espaços públicos ver Steven Flusty, *Building Paranoia: The Proliferation of Interdictory Space and the Erosion of Spatial Justice* (Los Angeles: Los Angeles Forum for Architecture and Urban Design, 1994); Sam Bass Warner Jr., “The Public Invasion of Private Space and the Private Engrossment of Public Space” *Growth and Transformation of the Modern City: The Stockholm Conference* (Stockholm: Swedish Council for Building Research, 1979): 171-177; e os estudos de Michael Sorkin, *Variations on a Theme Park: The New American City and the End of Public Space* (New York: Hill and Wang, 1992).

<sup>33</sup> James Winter, “London's Teeming Streets”; Lynn Hollen Lees, “Urban Public Space and Imagined Communities in the 1980s and 1990s” *Journal of Urban History* 20 (August 1994): 443-465.

narrativa de declínio é reflexo de um desejo nostálgico de uma idade de ouro que nunca existiu<sup>34</sup>.

### 2.5.1. Urbanização das cidades de novecentos

O século XIX é marcado pelas grandes intervenções urbanísticas nas cidades europeias. Segundo Hall (2007) a revolução industrial, o crescimento populacional e a expansão da economia de mercado provocaram nesta época, um crescimento acelerado das cidades, tanto em termos de população como de área. Para Condessa (2006) foi este fenómeno de urbanização massiva que começou na Revolução Industrial que fez irromper as primeiras teorias do "*Pré-urbanismo*" do século XIX.

As cidades de novecentos, sujeitas a grandes pressões demográficas sobre as suas frágeis estruturas urbanas, obrigam as autoridades a um novo tipo de gestão e regulamentação sobre o seu crescimento, de forma a manter a ordem política, social e estética. Desenvolve-se então um planeamento urbano que transforma muitas cidades europeias; as fronteiras dos seus territórios são estendidas, as muralhas e fortificações eliminadas, as comunidades praticamente rurais são agrupadas em estruturas cívicas mais facilmente administráveis e é fornecido mais espaço aberto aos seus habitantes. As cidades transformam-se em verdadeiras metrópoles à medida que os novos cidadãos chegam de outras zonas, e estas comunidades recentes reclamam uma série de necessidades básicas que têm de ser atendidas: fornecimento de água e infra-estruturas de drenagem e esgotos, edifícios públicos e privados, novas ruas, etc., para além de um sistema de transportes capaz de conduzir um grande número de trabalhadores para e do seu local de trabalho.

A cidade do século XIX cresce, assim, a partir de uma série de transformações causadas por inovações industriais e tecnológicas e aposta toda esta nova modernidade nos seus espaços centrais, construindo paisagens relativamente uniformes. Esta unidade tinha

---

<sup>34</sup> Susan Davis, *Parades and Power: Street Theatre in Nineteenth-Century Philadelphia* (Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1988)

origem, em parte, na *“regulación de los componentes básicos de la calle, de la plaza y del paseo, del despliegue de las redes técnicas básicas y de los equipamientos urbanos que acabarán distinguiendo las ciudades metropolitanas de las preindustriales”* (Espuche, 1999). No entanto, esta nova atitude formal corresponde também a um desejo cultural de organizar o espaço público urbano de forma a permitir e favorecer a sociabilidade da comunidade: *“un lugar en el que había de ser posible una amplia convivencia de usos, que diese soporte a la movilidad general en la ciudad, pero que permitiese al mismo tiempo ocuparlo y disfrutarlo como ámbito común de relación”* (Espuche, 1999).

Esta nova postura perante a criação do espaço público teve uma extensão admirável, e deixou uma herança bastante forte, visível ainda nos nossos dias. Aliás a mudança de escala na produção do espaço urbano, tão clara em cidades como Paris, Barcelona ou Viena, permitiu a aplicação de modelos globais de criação de espaço: dá-se a racionalização das vias de comunicação com a criação de grandes artérias, dá-se a especialização dos sectores urbanos e dos grandes empreendimentos que mudam a paisagem da cidade, dá-se maior atenção às condições higiénicas do ar, da luz e da água e as indústrias e os serviços prejudiciais são remetidos para uma distância prudente, nos subúrbios, onde também se instalam as classes médias e operária e, dá-se também o embelezamento, por si, das cidades.

Começam a existir modelos ideais de cidades onde perpassa a utopia de uma cidade física e moralmente higiénica, salubre, bela, equilibrada, racional, eficiente, arborizada, ordenada, planeada, funcional, arrumada, etc., onde o bem-estar social da população seja garantido, das quais se destaca o modelo haussmanniano, o modelo de Barcelona e o de Viena<sup>35</sup>. A escolha destes três modelos de cidades como exemplos, assenta não só na clara mudança de escala na criação do espaço público, o que permitiu a introdução

---

<sup>35</sup> De salientar as propostas de cidades utópicas de Owen com a sua experiência em New Lamark (1816); de Fourier que propõe o Falanstério (1822); de Cabet que elabora o projecto de Ícara (1840); do médico inglês Richardson que apresenta Higéia (1876); de J.B. Godin que constrói o familistério de Guise (1874); de Jules Verne que escreve sobre Franceville (1879); dos pensamentos de Tony Garnier sobre a cidade industrial (1917); de Georges Benoit-Levy (1904) que trata da cidade jardim francesa, diferente da cidade jardim inglesa de Howard; e de Le Corbusier que discorre sobre a cidade radiosa (1932) (Choay, 1997).

do mobiliário urbano como sistema, mas como refere Choay (1994) são estas três estruturas que permitiram que, outros planos similares ou derivados assegurassem a permanência da urbanidade<sup>36</sup> metropolitana nascida na segunda metade do século XIX.

### 2.5.2. Modelo Haussmanniano

Paris, arena de experiência do novo capitalismo, vai assistir a uma remodelação e reconstrução urbana sistemática que ficou conhecida como o modelo Haussmann. Em 1853, Georges-Eugène Haussmann, sob a tutela do imperador Napoleão III inicia a transformação de Paris. Seguindo o que os engenheiros efectuaram com as linhas ferroviárias para otimizar a circulação e permitir a acessibilidade a todos os pontos do território, Haussmann dissecou a abertura de *boulevards* no cerne dos bairros históricos parisienses em função da criação de uma nova cidade do movimento. Tratava-se de uma solução para a insalubridade e o congestionamento que perturbavam a cidade, onde se desejava uma circulação acessível e adequada no seu interior e a supressão da degradação dos bairros através do arejamento dos seus densos bairros interiores. Ao mesmo tempo, pretendia-se estabelecer uma imagem geral de modernidade, criando uma cidade com luz, espaço, arborização, e uma nova arquitectura urbana que revalorizasse e reenquadrasse os monumentos, através da sua interligação por eixos viários e perspectivas (Lamas, 1993).

Aliás, a circulação vai-se converter num dos elementos essenciais da sua estratégia, mas esta atitude também provoca a “*destruição da estrutura material urbana que servia aos motins populares da rua.*”<sup>37</sup> (Cardoso, 2004). Também Benévolo (1989) acentua o carácter político-militar do plano parisiense de Haussmann, referindo que as próprias configurações das ruas forneciam aos movimentos revolucionários, as condições

---

<sup>36</sup> Para Choay se chamarmos urbanidade ao ajuste recíproco de uma forma de tecido urbano e uma forma de convivência, pode-se falar de uma urbanidade haussmanniana que será promovida da mesma forma inédita em Viena e Barcelona.

<sup>37</sup> Entre a revolução de 1789 e a grande insurreição proletária de 1848, a intrincada malha de ruas e bairros populares era o palco de manifestação e batalha das guerras de barricada do proletariado parisiense. Aliás entre 1827 e 1851 as ruas da cidade sofreram barricadas em nove ocasiões. (Cardoso, 2004)

estratégicas de defesa e posicionamento de armas através das barricadas. Refere ainda que Haussmann valoriza a utilidade dos grandes *boulevards* rectilíneos, propícios à movimentação de tropas, tornando-se num dos principais símbolos do seu plano. Esta estratégia deixa a arquitectura em segundo plano, tornando-se os espaços públicos, as aglomerações e a circulação os seus aspectos mais significativos.

A introdução do *boulevard* mudou o carácter da rua que passou de um simples eixo de ligação e de movimento para passeios públicos activos e animados. Estes *boulevards* faziam parte do amplo sistema de planeamento, que também incluía pontes, mercados e outros monumentos culturais aliados às infra-estruturas técnicas da água e esgotos e à grande rede de parques, abertos ao grande público. Haussmann tentou, aliás, trazer o campo para a cidade, através da criação de uma série de núcleos de espaços verdes espalhados por toda a cidade, que classificou em bosques periurbanos, parques urbanos, jardins, praças com vegetação e *boulevards* de acordo com a sua escala e a função.

A direcção dos espaços verdes da cidade é entregue a Jean Charles Alphand que constrói o *bois de Boulogne* a Oeste da cidade e mais tarde, o *bois de Vincennes* a Este, os parques Monceau, Buttes Chaumont e Montsouris e os jardins de Champ-de-Mars por baixo da Torre Eiffel. Estes espaços representaram uma abertura no tecido urbano denso da cidade e tornam-se uma influência civilizadora para as recentes massas urbanizadas. As redes de abastecimento de águas e esgotos são dados a François Eugène Belgrand (1810-1878), que criou uma rede de infra-estruturas subterrâneas que quadruplicou o sistema de esgotos entre 1852 e 1869 e, que resolveu o problema de água potável, através da construção de um sistema de aquedutos que quase duplicou a quantidade de água potável por pessoa/dia e quadruplicou o número de casas com água corrente. Os serviços de transporte são reorganizados e entregues a uma só companhia em 1854. Doze anos mais tarde, em 1866 é construído, entre outros, o cemitério de Mery-sur-Oise.

Surgem tipos estandardizados de planos residenciais e fachadas regularizadas, assim como sistemas, igualmente estandardizados, de mobiliário urbano: bancos, quiosques, relógios, candeeiros, grelhas, etc. Até ao século XIX o único mobiliário urbano

municipal de Paris que se encontrava generalizado era a iluminação. A forma como o espaço público da cidade foi organizado, aliado aos avanços tecnológicos, permitiu a diversificação e expansão do mobiliário. Mas foi a generalização da colocação de pavimento efectuada por Claude Philibert Barthelot, *comte* de Rambuteau (1781-1869), que ao aumentar de 267 m em 1820 para 195 km em 1848 a área de pavimentação (Ayers, 2004), permitiu que se equipasse os espaços com candeeiros a gás, bancos, urinóis entre outros.

De entre os principais projectistas destes equipamentos destacam-se as figuras de Jakob Ignaz Hittorff<sup>38</sup> (1792-1867) que desenhou as lanternas da Place de la Concorde e da Avenue des Champs-Élysées: para além das colunas rostradas que monumentalizam as esquinas da praça, projectou os candeeiros em ferro fundido que foram repetidos “*ad infinitum*” (Ayers, 2004) pela praça e ao longo da avenida. Também Jean-Antoine-Gabriel Davioud, na época arquitecto chefe do *Service Municipal des Promenades et Plantations*, teve um papel preponderante ao ser responsável pela gestão do mobiliário urbano da cidade, e também pela própria autoria de muitos dos seus elementos. De facto, quando Haussmann decide por questões de segurança e conforto da população, equipar os jardins, praças e espaços recentemente criados, confia a Davioud o seu desenho e realização, que projecta quiosques, urinóis, bancos, colunas de anúncios - as famosas colunas Morris -, candeeiros, grelhas de árvores, entre outros. A homogeneidade do estilo, do material e da cor assim como a regularidade da implantação, deram uma unidade à cidade, graças a ligeireza das suas formas que se inscreviam como um contraponto lúdico à massa firme dos imóveis. Os candelabros e as colunas Morris rapidamente se tornaram símbolos de Paris, e a sua instalação a partir de 1860 nas comunidades limítrofes marcará a sua anexação à cidade.

Outro dos autores que tem grande influência no desenho do mobiliário urbano é Alphand. Em 1873, publica *Les Promenades de Paris* onde “*tipifica y describe la*

---

<sup>38</sup> Hittorff, arquitecto francês nascido em Colónia na Alemanha é autor de numerosos edificios como a igreja de Saint-Vincent-de-Paul, o cirque d'Hiver e a gare du Nord (1861-1863). Também desenhou vários elementos de mobiliário urbano, nomeadamente fontes e candeeiros.

*panoplia completa de los artefactos que hoy llamaríamos Mobiliario urbano de la ciudad”* (Remesar, Lecea, Grandas, 2004) e, que se viria a tornar um dos modos de transmissão do modelo parisiense. Estes elementos vieram dar ritmo e unidade ao espaço público e significaram uma *“revolução cultural essencial para a configuração da paisagem urbana do século XIX, e, com ela a definição de novas identidades sociais e urbanas, associadas ao crescimento da cidade com base no desenvolvimento capitalista”* (Remesar, 2007).

Outros dos elementos que surgiram nesta época foram as fontes oferecidas à cidade por Sir Richard Wallace em 1870, das quais se destaca o modelo de Charles Lebourg<sup>39</sup>, cujo projecto respeita o estilo do quiosque de Davioud (Ayers, 2004). De referir ainda os candeeiros da Place de l’Opéra desenhados por Charles Garnier que se enquadram nos elementos de iluminação da própria ópera.

A estandardização do mobiliário urbano de Paris serviu para estruturar, desenhar e monumentalizar a paisagem urbana e dar coerência à rua. Tornaram-se objectos identificativos da cidade de Paris, parte integrante do seu carácter, que ainda hoje habitam as suas ruas (Ayers, 2004). Concorreram para o aburguesamento e apropriação do espaço público, conformando novas vivências e modos de estar urbanos, que resultavam tanto do ponto de vista da higienização e circulação, como do ponto de vista da sociabilidade e do uso diversificado do espaço público (Espuche, 1999). Para além disso, estes elementos tornaram-se uma referência no campo do mobiliário urbano, influenciando a estética e a indústria do mundo inteiro.

Como se pode concluir, estes espaços urbanos não eram apenas o resultado da linha *recta per se*, de questões sanitárias, da emigração, da explosão demográfica, da mudança de escala urbana, mas também de um desejo de embelezamento urbano, de criação de elementos estéticos e sensoriais que aproximassem o cidadão da nova escala metropolitana. Detalhes de desenho aliados a uma incorporação sistemática de fileiras

---

<sup>39</sup> A importância deste tipo de fontes era vital numa sociedade em que só os mais abastados tinham acesso a água corrente nas suas casas. As taças que permitiam à população beber directamente da fonte foram retiradas nos anos 1950, por questões de higiene pública.

de árvores nas ruas, a uma utilização maciça de iluminação e a uma implantação criteriosa de outro tipo de elementos de mobiliário urbano, ajudavam na busca de um ‘*equilíbrio*’ social e político que resultava eficaz no panorama de então. Ou seja, as duas funções do espaço público – sociabilidade e mobilidade – eram compatíveis: “*los nuevos espacios urbanos de la segunda mitad del siglo XIX funcionaban como un macrosistema técnico que concentraba todas las innovaciones de la modernidad; cumpliendo también con los requisitos de una nueva sociabilidad*” (Espuche, 1999). Anteriormente a rua era essencialmente espaço de intercâmbio e sociabilidade, em que a mobilidade era escassa, mas na segunda metade do século XIX, o espaço público foi concebido e dimensionado para tornar compatíveis as funções de sociabilidade e mobilidade.

Segundo Espuche (1999) esta compatibilidade devia-se à reduzida quantidade de veículos automóveis existentes e à sua baixa velocidade média, que permitia uma fruição do espaço público de uma maneira plural. Aliás a utilização enriquecedora das escalas de proximidade dependia destes factores aliados à, ainda moderada, utilização do transporte público.

Para o habitante da classe média do século XIX, as verdadeiras obras de arte da altura passavam pelos palácios do poder governamental e de negócios, pelos terminais ferroviários e marítimos, pelos locais de comércio, pelos enormes edifícios para a educação, a saúde e o lazer, pelos parques públicos, pelas pontes e, nos subúrbios, pelos cemitérios. Como tal, a oportunidade da absoluta acessibilidade ao espaço público para poder alcançar e usufruir destes equipamentos era condição *sine qua non* para a sociedade.

### **2.5.3. Modelo de Barcelona**

Os textos de Ildefons Cerdà (1815-1876) também revelam preocupação pela dupla funcionalidade do espaço urbano, apesar de a sua trajectória ir no sentido contrário das

ideias do modelo haussmanniano<sup>40</sup> (Cardoso, 2004). Cerdà dá bastante importância ao espaço para o cidadão, tanto do ponto de vista funcional como social e, considera que a relação com a rua tem que prever uma dimensão para além da simples circulação:

*“(...) la calle, sin perder su carácter de carretera, está más principal e inmediatamente destinada á prestar, y realmente presta, una serie interminable de servicios á cual más importante al vecindario estante, así en sus relaciones con la via misma, como con los que la frecuentan, de la propia suerte que los presta también y muy especiales á cierta clase de transeúntes en sus relaciones con el vecindario.”*

*“(...) por qué medios la calle, sin dejar de ser carretera ó via pública urbana, sin perjuicio de los servicios que como tal debe prestar, puede y debe atender á [los] otros [servicios] que de ella exigen los vecinos por un lado y los transeúntes por otro, respondiendo á la vez á las exigencias de la locomocion y al organismo social y urbano.”*

*“(...) la calle les suministra luz para ver, aire que respirar, vistas que disfrutar, y además todos los medios de ejercitar el sentimiento de comunicatibilidad ó sociabilidad (...)”*

*“En cuanto á la amplitud del conjunto de fajas ó zonas destinadas al movimiento pedestre, despues de meditar muy detenidamente sobre esta cuestion, resulta que por ningun concepto debe ser menor de la concedida al movimiento ecuestre y rodado”*

*“Esas superficies que en cada encrucijada quedan vacias y al parecer sin objeto, despues de dejar plenamente atendidas las exigencias de la circulacion, ofrecen á los vendedores callejeros de comestibles y otros articulos de uso comun y frecuente, puestos apropósito para ejercer su utilisima industria, sin necesidad de obstruir el paso de peatones ni de carruajes, ni de esponerse á ser atropellados, ni de cansarse para llamar la atencion de las familias que acostumbran á acudir á ellos para hacer sus provisiones diarias.” (Cerdà, 1863).*

Em 1855, o poder público autoriza a demolição dos muros da *Casco Viejo*, então caracterizado por altas densidades habitacionais e condições de vida insalubres. Cerdà

---

<sup>40</sup> Cerdà concebe o *Ensanche* como uma grande ampliação artificial da cidade antiga, sem preocupações de ser uma evolução natural do casco antigo, mas sem destruir o existente e sem a criação de hierarquias, ao contrário de Haussmann que reestruturou Paris em termos classicistas e espaciais – rasgando-a com grandes *boulevards* e separando os pobres dos ricos. Cerdà também não teve de demolir nada, pois a área utilizada pelo *Ensanche* estava desocupada por razões militares, mas teve a preocupação de em cada quarteirão representar vários extractos sociais, com o comerciante, o padeiro e o fabricante de velas a morarem lado a lado.

expande a cidade em trama regular, justapondo-a à cidade gótica, a antiga Barcelona, ou seja, preservando o velho tecido. Neste sentido, o trabalho de Cerdà é discordante das propostas dos pensadores modernos, seus contemporâneos, na medida em que compatibilizou o novo com o existente<sup>41</sup>.

Esta malha ortogonal e homogênea corresponde à idealização que Cerdà fazia da cidade: igualitária, racional e saudável, sem qualquer centro evidente de poder, senão a distribuição uniforme dos equipamentos e serviços segundo as relações de proximidade definidas pela função, como defendido na sua *Teoria General de la Urbanización*<sup>42</sup>, publicada originalmente em 1867.

O espaço público é concebido da mesma forma que a cidade, identificando-o e tornando-o presente em toda a sua extensão. É o espaço da mobilidade, da socialização, mas também de apoio à infra-estruturação das redes de águas, esgotos e gás. O corte diagonal nas arestas da quadrícula é exemplo desta concepção, na medida em que transforma o simples cruzamento de vias em lugares de permanência, possibilitando ao mesmo tempo uma maior amplitude visual dos edifícios de esquina. Previu também nos seus projectos um número de passos específicos para os peões, no sentido de proporcionar maior segurança no momento de atravessar a rua, mas segundo Espuche (1999) completamente desnecessário em 1900. Nesta época, veículos e peões conviviam sem conflito nos espaços que lhes são comuns e os próprios peões atravessavam as ruas em qualquer direcção.

---

<sup>41</sup> Na verdade, Cerdà não tencionava preservar o casco antigo. Mas devido ao seu enfraquecimento político, decorrente do facto de o seu plano ter sido imposto pelo governo central de Madrid, a quem submetera directamente um projecto, à revelia do resultado do concurso público vencido por outro arquitecto: Antonio Rovira y Trias. Para Cerdà a cidade histórica seria desprezada e paulatinamente substituída pelo novo desenho, submetida às vantagens da nova racionalidade urbana.

<sup>42</sup> Em 1968 Françoise Choay descobriu em Nova Iorque, na Livraria Avery, os dois volumes da *La Teoria general de la Urbanizacion*, publicada em 1867, em Barcelona por Ildefonso Cerdà, personagem que ignorava até à data. A leitura deste tratado convenceu-a da importância deste tratado para a história do urbanismo. Persuadiu então um dos seus estudantes a traduzir as suas 1800 páginas. Trata-se da obra de António López de Aberasturi, intitulada *Ildefonso Cerdà – La théorie générale de l'urbanisation*. Paris: Éditions du Seuil, 1979. Aberasturi foi ajudado por Jacques Boulet nesta adaptação.

Esta estratégia igualitária prevê também a distribuição homogénea de equipamentos - hospitais, escolas, mercados, igrejas, entre outros - e a colocação de milhares de árvores, assim como a generalização do pavimento. Para Cerdà (1859) o *“pavimento del suelo es la primera condicion de comodidad del tránsito”* mas também *“la policia urbana, la salubridad y la comodidad misma, ecsigen para la via publica otra porcion de accesorios de detall”*, nomeadamente *“bancos de distancia en distancia á todo lo largo de la calle (...) orinales y comunes públicos convenientes (...) fuentes (...) una galeria cubierta y central (...) apartaderos necesarios al desvio y parada de los carruajes”*. Também a iluminação pública vai ser uma preocupação de Cerdà que prevê a sua generalização através de *“faroles colocados, en todas las calles, plazas, jardines y paseos, á distancias mas o menos grandes que nunca deberan exceder de 25 metros”*. (Cerdà, 1859).

Mais uma vez a difusão do pavimento aliado à expansão das redes de distribuição de água, esgotos e gás pela cidade, permitiu a implantação de um sistema de mobiliário urbano e o crescimento da iluminação do espaço público, que convertem estes espaços em locais de sociabilização aleatória, anónima, cosmopolita (Choay, 1994). Aliás para Remesar *et al.*, (2005) Cerdà vai *“preocupar-se com a incidência do mobiliário urbano na definição da nova forma urbana”*.

Independentemente das soluções materiais concretas eleitas por Cerdà e utilizadas em Barcelona, o essencial dos espaços urbanos do final do século XIX sintetiza-se em *“el mantenimiento de unos límites en la velocidad y la densidad de utilización de los vehículos.”* (Espuche, 1999).

#### **2.5.4. Modelo de Viena**

Ao contrário de Cerdà, Otto Koloman Wagner (1841-1918) revela em 1893, na introdução do seu projecto de plano regulador para a cidade de Viena, uma vontade expressa de conservar o passado. Existe uma clara aceitação e mesmo reprodução da malha urbana e da tipologia histórica existente, bastante explícita na organização

volumétrica, nas proporções e, principalmente, no esquema de ocupação dos quarteirões.

Partidário de um futurismo funcional e do racionalismo da vida moderna, concebe um plano que, à semelhança do plano de Haussmann, parte de uma visão global e prospectiva da cidade (Choay, 1994). Como defensor da grande cidade, o crescimento da grande metrópole não deveria ser limitado. A tarefa a ser realizada seria a de reorganizar as suas funções, principalmente melhorando as suas condições operacionais de comunicação e de articulação das suas partes.

Na versão definitiva de 1910, concebe um plano aberto às incertezas e mudanças do futuro, onde recorre a três instrumentos para controlar a expansão da cidade: um sistema viário de expansão horizontal ilimitada, concebido em forma de anéis concêntricos relacionados entre si e com o anel inicial do *Ring*, através de vias radiais; um sistema de Unidades de Aglomeração – *Stellen*, para 100 a 150 mil habitantes, bem individualizadas, e implantadas nas vias radiais para canalizar a urbanização; e, extensas reservas imobiliárias periféricas justificadas pela impossibilidade de uma prospectiva urbana.

Para Choay (1994) este plano aberto ao futuro, mantém a sua concepção de cidade como objecto discreto, de tecido contínuo, através do tratamento que Wagner dá ao *Ring* e aos *Stellen*, e se às vezes este tecido apresenta lacunas, estas são suavizadas através da pequena escala e mediante uma estética de detalhes agradáveis e da introdução de mobiliário urbano comparável ao de Paris.

Mais uma vez privilegia-se a primazia da rua e a movimentação urbana, que ajudado por um sistema de mobiliário urbano, torna estes espaços públicos em locais de contacto e de acesso, de criação, recriação e fortalecimento de redes de sociabilidade e de apropriação do espaço. As pessoas podem vivenciar novas experiências nestes novos espaços das metrópoles, que concorrem para a territorialização, para a ancoragem no espaço físico, para a acoplagem a coisas, objectos, lugares, pessoas.

### 2.5.5. Vanguardas modernas

Antes da Primeira Guerra Mundial surgiu o movimento modernista com premissas que anunciam o final da forma de produzir o espaço público, que tinha distinguido a segunda metade do século XIX. Este movimento caracterizava-se pela reacção às novas condições de produção, circulação e consumo e, principalmente, à profunda crise de organização urbana, empobrecimento e congestão que daí advinham. Esta crítica social tão bem personalizada em Marx (1818-1883) e Engels (1820-1895), representava uma descrença nos ideais Iluministas. Como resposta nascem as propostas da Cidade-Jardim<sup>43</sup> (1898), de Ebenezer Howard (1850-1928), da Cidade Industrial<sup>44</sup> (1917) de Garnier (1869-1948), *Urbanisme* e o *Plan Voisin* (1925) de Le Corbusier (1887-1965) ou a *Broadacre City* (1935) de Frank Lloyd Wright (1867-1959).

Começam também a surgir nesta altura, os primeiros congressos internacionais de estradas, como o *Premier Congrès International de la Route* em 1908, sob o mote de construir vias robustas mas graciosas e agradáveis para que as pessoas se aproximem e se conheçam cada vez melhor, de forma a continuarem a obra de civilização solidária que fará a humanidade melhor. O primeiro congresso tem lugar em Paris, o segundo em Bruxelas, o terceiro em Londres, o quarto em Milão e o quinto em Lisboa<sup>45</sup>. As grandes metrópoles são vistas sob o prisma do desenvolvimento automóvel, e aparecem as primeiras questões relativas aos engarrafamentos e à congestão nas cidades. Os temas desenvolvidos nestes fóruns inscrevem-se num contexto político e ideológico, ligado ao sistema totalitário que se instaura e que vai tender esquematicamente a expulsar o peão do passeio (Duhem *et al.*, 1991/92).

---

<sup>43</sup> *To-Morrow: A Peaceful Path to Real Reform* publicado novamente em 1902 sob o título *Garden Cities Of Tomorrow*.

<sup>44</sup> *Une Cité Industrielle: étude Pour la Construction Des Villes* publicado em 1917.

<sup>45</sup> Depois do primeiro congresso mundial em Paris em 1908, a *Association Mondiale de la Route* (AIPCR) organiza de quatro em quatro anos, num país membro, um congresso para confrontar as técnicas e as experiências do mundo inteiro no domínio das infra-estruturas e do transporte. Informações sobre o tema na *Association Mondiale de la Route* (AIPCR) - <http://www.piarc.org>

Aos poucos vão sendo alteradas as relações de superfície entre o passeio e a estrada, dando-se primazia à velocidade do automóvel, considerada como um factor bom em si mesmo, independentemente de qualquer outra variável. A segurança e a fluidez do tráfego automóvel são sujeitas a regras que cada vez mais privilegiam a função do automóvel e do automobilista. Aliás o automóvel é entendido como algo imprescindível ao desenvolvimento e em que tudo se justifica para a sua expansão. O engenheiro chefe Bouteville afirma em 1933, no *Congrès International de la Route*, que *“l’apanage essentiel de l’automobile est la vitesse, et lui interdire trop vigoureusement la pratique constitue une régression dans la voie de ce que la plus part de nos contemporains regardent à tort ou à raison comme le progrès”* (Bouteville, 1933 *apud* Duhem *et al.*. 1991/92 ; Bouteville, 1933 *apud*, Espuche 1999).

A rua perde assim a sua diversidade funcional e cosmopolita do século anterior, renuncia praticamente à sua dimensão social e é quase reduzida à dimensão de circulação. Aliás, segundo Espuche (1999) perde mesmo o seu carácter e vocação de espaço público, perde características do ponto de vista do seu uso, os *“ciudadanos son reducidos, en el momento del uso del espacio público, a viandantes, es decir, a personas que andan por la vía”* (Espuche, 1999) que aos poucos se adaptam a esta nova forma de utilizar a cidade.

Durante décadas as cidades vão ser adaptadas aos veículos automóveis e ao potenciar da sua velocidade, tornando-o um objecto dominador e protagonista da vida quotidiana. Este fenómeno, acompanhado da respectiva perda de capacidade e diversidade funcional do espaço público, pode ser observado na comparação que Espuche (1999) efectua a uma série de trípticos fotográficos de Alain Blondel e Laurent Sully Jaulmes, que reflectem a periferia parisiense de 1910, 1970 e 1990. A primeira elação que se retira desta comparação é a degradação clara do cenário físico do espaço público. A segunda é a uniformização e homogeneização dos velhos e distintos centros urbanos numa periferia urbana, completamente indefinida. A terceira e última elação, segundo Espuche (1999), é o esvaziamento do espaço público, pois em 1970 existem quatro

vezes menos pessoas na rua do que em 1910, e em 1990 existem menos de metade das pessoas na rua do que em 1970<sup>46</sup>. Acontece um novo esvaziamento da rua que é paralelo ao aperfeiçoamento dos componentes técnicos ligados ao tráfego automóvel. Estas imagens podiam ser em qualquer cidade e o efeito desolador seria o mesmo, pois o esvaziamento da rua é de tal forma que, na fotografia mais recente, o espaço público quase desapareceu debaixo do peso desta “*nova urbanidade*” (Espuche, 1999).

### **2.5.6. Urbanismo funcionalista e normativo**

A explosão populacional da cidade industrial do século XIX e todos os problemas a ela inerentes, constituem-se como o impulso de novas ideias para a cidade moderna. Nasceram os modelos orgânicos e as propostas da Cidade Jardim e da Cidade Radiosa que, embora com profundas diferenças a nível morfológico, tinham em comum a libertação de amplos espaços para usufruto público (Quental, 2004). De facto, os desígnios dos seus autores eram os melhores mas, como a cidade moderna foi pensada em grande escala - uma espécie de produção em massa estandardizada -, careceu de locais humanizados com os quais os cidadãos se identificassem.

As teorias de Howard e de Le Corbusier apesar de similares em relação ao seu interesse no desenho urbano como um meio de organizar a sociedade no espaço, apresentam visões sociais e propostas diferentes.

Em 1898 Howard apresenta uma obra que se vai tornar uma das maiores contribuições para a teoria do design urbano do século XX, publicada em 1902 sob o título *Garden Cities of To-morrow*. A sua revolta contra as péssimas condições de vida que a cidade de Londres oferecia à sua população em crescimento exponencial, encontram-se

---

<sup>46</sup> É necessário ter em conta que em 1910 e devido à novidade que a fotografia representava, havia mais pessoas a deixarem-se fotografar na rua. Existiam igualmente mais crianças e mulheres na rua, talvez devido ao facto da escolaridade ser baixa e de a mulher ainda não ter entrado em força no mundo laboral. No entanto, não se pode obviar o baixo grau de motorização e a fácil possibilidade de socialização, de relacionamento e de actividade que o espaço público oferecia (Espuche, 1999).

expressas na citação que faz do político Lord Rosebery, Chairman da London County Council, logo nas páginas iniciais:

*“There is no thought of pride associated in my mind with the idea of London. I am always haunted by the awfulness of London: by the great appalling fact of these millions cast down, as it would appear by hazard, on the banks of this noble stream, working each in their own groove and their own cell, without regard or knowledge of each other, without heeding each other, without having the slightest idea how the other lives—the heedless casualty of unnumbered thousands of men”* (Howard, 1902).

Na sua visão, a cidade era nociva por causa das deficientes condições ambientais que se traduziam em poluição, ausência de natureza e habitação deficitária entre outras, mas também porque acreditava (assim como muitos dos seus contemporâneos teóricos) que era responsável pela deterioração mental e moral dos seus habitantes. Contudo, reconheceu que as forças da sociedade conduziam as pessoas a viverem na cidade, e que nesse sentido, a cidade também tinha algo de positivo para oferecer em termos de empregos e oportunidades sociais, educação e lazer. Neste sentido, argumenta que as *“attractions”* da cidade suplantam para a maioria das pessoas os seus lados negativos, porque são mais fortes do que as atrações do espaço rural. Inversamente, as atrações do espaço rural, entre os quais Howard elenca a beleza da natureza, o ar e a água fresca, o sol brilhante, não são suficientes para reter a população rural, devido à falta de oportunidades económicas e sociais. Era claro, portanto, para Howard, que qualquer alternativa viável para a metrópole teria de reconhecer as forças que levam as pessoas a viver nas cidades:

*“...no remedy can possibly be effective which will not present to the people, or at least to considerable portions of them, greater 'attractions' than our cities now possess, so that the force of the old 'attractions' shall be overcome by the force of new 'attractions' which are to be created. Each city may be regarded as a magnet, each person as a needle; and, so viewed, it is at once seen that nothing short of the discovery of a method for constructing magnets of yet greater power than our cities possess can be effective for redistributing the population in a spontaneous and healthy manner”* (Howard, 1902).

O conceito da cidade jardim baseia-se na ideia da combinação dos elementos atractivos do campo com os elementos atractivos da cidade e, as iniciativas que promovem o

encontro entre os aspectos favoráveis de um e outro. É possível, assim, desenvolver uma estrutura espacial completamente nova de cidade-campo (*Town-Country*) ou cidade jardim.

Le Corbusier também assenta a sua crítica na cidade existente, mas considera-a uma obstrução aos negócios e à prosperidade da nação. Na obra publicada em 1925 *Urbanisme*, argumenta que o maior problema das velhas metrópoles encontra-se na incapacidade de acomodar o crescente tráfego das cidades pós-primeira guerra mundial. Este novo modo de transporte não se coadunava com as estruturas existentes:

*“(…) on assiste à l’événement, à la renaissance titanesque de cette neuve (...) la circulation. Des autos, vite, vite ! L’on est poigné, l’enthousiasme nous saisirait, la joie. Non pas l’enthousiasme de voir luire, sous les jets des phares, les carrosseries brillantes. Mais la joie de la force. La candide et ingénue jouissance d’être au milieu de la force, de la puissance. On y participe à cette puissance. On fait partie de cette société (...). On fait confiance à cette société neuve ; elle trouvera la magnifique expression de sa force. On y croit. Sa force est comme un torrent gonflé par les orages: une furie destructrice. La ville s’émiette, la ville ne peut plus durer, la ville ne va plus. La ville est trop vieille. Le torrent n’a pas de lit. Alors c’est une façon de cataclysme. C’est une chose absolument anormale: le déséquilibre s’accroît chaque jour” (Le Corbusier, 1925).*

O carro é elevado ao meio de transporte *par excellence* do século XX, assim as ruas devem ser largas, rectas e, se possível, sem intersecções.

Le Corbusier afirma que a sua abordagem ao desenho urbano é científica. Apenas através da aplicação dos princípios da ciência é possível alcançar um desenho urbano livre da nostalgia e do romantismo do *Städtebau* de Sitte, ou dos desenhos da Cidade Jardim de Unwin e Parker, ambos criticados por ele.

Subjacente à abordagem aparentemente racional e científica, Le Corbusier tem uma forte preferência pela geometria em si, que associa à civilização, à sanidade e à nobreza. Elogia aliás Luís XIV, e os antigos romanos, como *“les seuls grands urbanistes de l’Occident”* e critica a cidade de Paris, que descreve como um *“magma dangereux de foules accumulées”* e um *“campement séculaire des romanichels de toutes les grandes routes du monde”* (Le Corbusier, 1925).

A forma como a cidade cresce, através da constante agregação dos subúrbios, é outra das preocupações de Le Corbusier (1925), que prevê a criação de *“une zone libre d’extension”* como o *“le second problème d’urbanisme”*.

A sua concepção da cidade e da vida do seu habitante exprime uma atitude mecanicista. A cidade é vista como um sistema, cuja principal função é servir as empresas. O trabalho, bem como as actividades de lazer, são vistas como meras funções, que devem ser acomodados pela estrutura urbana da forma mais racional. A cidade é, assim, equiparada a uma máquina, cujas peças servem diferentes funções. A vida urbana é programada e coreografada para preencher o objectivo global da máquina. O habitante deve assim actuar de acordo com a função da máquina, e, por conseguinte, torna-se uma parte dela.

Acima de tudo a necessidade de sanear a cidade torna-se uma imposição: o higienismo promove a instauração de espaços públicos bem iluminados e arejados, assim como de infra-estruturas satisfatórias. Surge um novo modelo de cidade radicalmente diferente do anterior, que propõe grupos de edifícios altos envolvidos por espaço público e zonas verdes, amparados por um conjunto de enormes avenidas que asseguravam a mobilidade. Emerge uma cidade funcional, segregando-se os diversos usos do solo através do seu zonamento segundo quatro funções principais: habitar, trabalhar, lazer e circulação. Esta separação das funções ou subdivisão em zonas e a gestão dos fluxos (ar, águas residuais de alimentação e, seguidamente circulação) constituem os principais desafios. Surgem também regulamentos relativos à altura das estruturas em relação à amplitude das vias. A concepção de rua e de quarteirão tão importante para o urbanismo formal desaparece, fenómeno alimentado por um funcionalismo que criava zonas dormitório profundamente entediantes. Esta subdivisão em zonas vai quebrar a continuidade de rede de espaços públicos até aí construída, ajudada pelo uso do automóvel que também nutre a ruptura entre o espaço construído e o espaço público.

Apesar da sua racionalidade, Le Corbusier (1925) também defende a intuição, classificando-a de *“un impératif catégorique contre lequel rien ne tient”*. Mas como é baseada em elementos racionais, a intuição pode ser descrita como *“la somme des*

*connaissances acquises*”. Ou seja, para Le Corbusier a intuição é, em si, racional e como tal inquestionável. Este argumento permeia toda a teoria de desenho urbano de Le Corbusier, em que o projectista tem o poder de executar os seus planos, independentemente da vontade política ou de qualquer decisão democrática.

Este novo urbanismo que permanece dos anos 20 aos 70 contribui para o desenvolvimento da chamada cidade fordista, onde cada uso deveria estar circunscrito a um espaço predefinido. Baseada na divisão da cidade em zonas que corresponderiam a funções específicas e segregadas de uso do solo, de forma a maximizar as economias de escala principalmente das infra-estruturas e no aumento da produtividade através do desenvolvimento dos transportes e das comunicações.

Apesar deste novo tipo de concepção urbanística negligenciar as dimensões sociais e afectivas da cidade, os planos e traçados das vias tornam-se mais nítidos, os parques e jardins desenvolvem-se, as estradas e ruas são aumentadas, os passeios, estações e gares multiplicam-se e, no geral, o espaço público torna-se progressivamente dominante em relação ao espaço construído. As vias hierarquizam-se, posicionadas de acordo com a sua importância: ruas, passagens, impasses, becos, avenidas, alamedas, etc. Nas redes existentes, os lugares são concebidos como cruzamentos importantes e os parques são encarados como “*jardins fonctionais*”, permitindo compensar os excessos de urbanização e conduzir o campo à cidade, conceitos que cortam claramente com as concepções anteriores que privilegiam a aprovação nos espaços verdes (Stein, 2003).

Assiste-se ao desenvolvimento de vários elementos de mobiliário urbano como os abrigos, quiosques, bancos, caixotes de lixo, candeeiros, a sinalética e a afixação pública, enquanto outros elementos vão-se adaptando ou mesmo desaparecendo. As fontes, por não responderem mais às necessidades do momento devido à generalização da água na maior parte das habitações, vão gradualmente deixando de existir ou tornam-se num elemento de *decoração* urbana, transformando-se algumas em verdadeiros monumentos públicos. A iluminação eléctrica generaliza-se, os antigos lampiões são modernizados ou substituídos por candeeiros concebidos para a alimentação eléctrica. O desenvolvimento comum dos transportes – os *tramways*, os *omnibus* – povoam as ruas

com postes indicadores que marcam a paisagem urbana e tornam-se pontos de convergência dos cidadãos.

O idealismo presente na Carta de Atenas de 1933, resultado do IV CIAM (Congresso Internacional de Arquitectura Moderna) e o funcionalismo vão ter uma influência fundamental sobre o ordenamento dos espaços públicos. As concepções urbanísticas desta época são influenciadas pela fé absoluta no progresso técnico e nos modelos tayloristas e fordistas do trabalho. Este tipo de organização vai promover o anonimato e as relações sociais tornam-se mais efémeras e reservadas. Assiste-se ao voltar para o interior doméstico, que aliado às novas tecnologias do habitar – equipamentos de higiene, de aquecimento e os ascensores – reforçam o descontentamento em relação ao espaço público da rua e favorecem as relações na esfera privada.

#### **2.5.7. Segunda metade do Século XX**

O aprofundamento da modernidade, determinado pela estabilização que o fordismo sob a vigilância da supremacia americana originou nos sistemas de poder internacionais, permitiu a desmistificação do modernismo como doutrina social e conseqüente incorporação na sociedade capitalista de então. Este factor contribuiu para a reconstrução das cidades, para a reorganização dos sistemas de transporte, para a construção de fábricas e de grandes equipamentos públicos como hospitais e escolas, através de sistemas de organização e formas homogéneas e racionalizadas, para além da institucionalização de novas formas de consumo.

No entanto, este tipo de tecnicismo e burocracia das instituições, aliados ao descontentamento com os modos de vida vigentes, provocaram uma reacção generalizada que teve o seu ponto alto nos movimentos sociais e culturais dos anos 60. A depressão económica dos anos 70 veio reforçar esta reacção à homogeneidade do modernismo dando origem ao pós-modernismo que defendia a diversidade e localidade, advogando que se deveria construir para as pessoas e não para o Homem. A cidade passa a ser fragmentada, constituída de partes distintas coladas. Em vez de se considerar o espaço como algo a ser modelado por motivos sociais, passou a ser modelado por

razões estéticas, permitindo o aparecimento de todo um novo conjunto de correntes estéticas, tendo como objectivo final a criação de imagens novas e alternativas à realidade.

O espaço público urbano é tratado como um espaço supérfluo e residual, em que não se interferia, mas que cada vez mais era sobrecarregado de toda as espécies de fluxos. Esta multiplicação de fluxos – informações, imagens, sons, símbolos – veiculados através de redes diversas como as das telecomunicações, da electricidade, do próprio automóvel, dominou quase por completo o espaço urbano e diluiu a fronteira entre esfera privada e esfera pública (Stein, 2003).

A subdivisão em zonas é privilegiada em detrimento da complexidade da cidade; os centros tradicionais são separados dos novos bairros de habitação e, de uma maneira geral, a qualidade de vida urbana degrada-se consideravelmente devido aos níveis de barulho e poluição. Para além disto, o automóvel e as infra-estruturas rodoviárias estão em pleno desenvolvimento: assiste-se nos anos 60 à multiplicação das redes de auto-estrada sob o conceito de que a acessibilidade a todos os lugares deve ser tornada possível. Ainda de referir factores como a necessidade de acolher uma série de imigrantes, as facilidades dadas à especulação imobiliária, a separação de funções no tecido urbano, junto com a herança mal entendida dos postulados do movimento moderno, fizeram, com que o espaço público perdesse a capacidade de reforçar *“el imaginario colectivo, reequilibrando las desigualdades, acogiendo y fomentando la comunicación y el intercambio”* (Espuche, 1999).

#### **2.5.8. Algumas obras de referência: Lynch, Norberg-Schultz, Cullen e Jacobs**

Quando o modernismo começa a ser altamente questionado, o tema do espaço público e da vida pública são reintroduzidos como objectos significantes na discussão e acção dos projectistas. O debate público gira em torno de temas como a qualidade urbana e as condições de vida na cidade, a poluição e a rápida e certa invasão do veículo automóvel nas ruas e praças da cidade.

Uma das obras que contribuiu para esta mudança foi o livro *The Image of the City* de Kevin Lynch. Nos anos sessenta do século passado, Lynch lança as fundações para a introdução dos princípios do mapeamento cognitivo no desenho urbano. Esta obra aborda a questão da “aparência das cidades e se esta aparência tem alguma importância e se pode ser alterada” (Lynch, 1960) e, identifica a paisagem urbana como algo para ser visto, recordado e admirado. Para além disto, este autor reconhece que dar forma visual à cidade é um problema especial e recente do design, descreve ainda um método para lidar com a forma visual à escala da cidade e fornece também alguns dos primeiros princípios do design urbano.

Lynch foi dos primeiros a perceber que os elementos móveis da cidade – não só o tráfego automóvel mas também as pessoas e as suas actividades – são tão importantes como a própria malha urbana. Argumenta que não só a cidade é um objecto percebido por pessoas de espírito e classes diferentes, como é o produto de muitos construtores que estão constantemente a modificá-la e assim, apesar de no geral se apresentar estável, está sempre em modificação no seu detalhe. Como tal, apenas se consegue alcançar um controle parcial sobre a evolução e desenvolvimento da cidade – ou seja, nenhum resultado final mas uma sucessão contínua de mudanças (Lynch, 1960).

Uma das contribuições chave de Lynch foi reconhecer que dar forma à cidade – design urbano – é por um lado uma actividade distinta da arquitectura e por outro das artes; aprendendo com elas mas sem as imitar.

No centro do seu trabalho encontramos o estudo da imagem mental da cidade pelos seus cidadãos e o conceito de *legibilidade* i.e., a “facilidade com que partes da cidade podem ser reconhecidas e organizadas numa estrutura coerente” (Lynch, 1960). No entanto, Lynch estremeou a sua importância ao considerar a dimensão, o tempo e a complexidade urbana e, que para entender estas realidades, é essencial considerar a cidade não apenas como uma entidade em si própria, mas como a entidade, a imagem e o organismo percebido pelos seus habitantes e também, por extensão, pelos seus visitantes (Lynch, 1960).

Com estes conceitos Lynch alterou a percepção do design urbano relacionado até à data apenas com a compreensão dos edifícios e a paisagem urbana, estendendo-o para o modo como os edifícios, ruas e praças são utilizados e percebidos.

Lynch entende que a imagem é produto de sensações imediatas e da memória de experiências anteriores. Como tal, para analisar a estrutura dessa imagem utiliza um método que envolve a compreensão da legibilidade através da identificação de cinco elementos que constituem a estrutura da imagem da cidade – as vias, os nós, os elementos marcantes, os bairros e os limites. A simplicidade é a chave para a validação do método. Concentra-se nos efeitos físicos e perceptíveis dos objectos, considerando também que existem outras influências na legibilidade e imageabilidade, incluindo o significado social da área, a sua função, história e, em certas circunstâncias, o seu nome.

Na análise que efectua à cidade, os elementos podem sobrepor-se ou ter uma função dupla, por exemplo, uma auto-estrada pode ser uma via para os condutores e um limite para os peões. A aplicação da análise começa com a divisão da cidade nos cinco elementos diferentes, e acaba com a reintegração utilizando os elementos para descrever uma imagem una e coerente. Os elementos são os ingredientes do ambiente citadino e é a sua estrutura geral, com as suas redes de vias e grupos de elementos marcantes, que fornece a descrição coerente e acessível da cidade. Este método pode igualmente ser utilizado ao contrário para diagnosticar problemas na forma da cidade, onde o princípio de reforçar o significado da cidade não tenha sido ainda observado e como resultado possa criar uma imagem ambígua, por exemplo, se um edifício alto é um marco inconfundível no panorama geral da cidade, mas irreconhecível na sua base, foi perdida assim uma oportunidade de juntar a imagem da cidade a dois níveis distintos.

No seu trabalho mais tardio, Lynch avançou para a exploração e desenvolvimento de teoria normativa. Em *Good City Form*, constrói a sua análise da boa forma da cidade a partir das técnicas da obra *The Image of the City* através de estudos normativos, por exemplo, Le Corbusier – *the City as Machine* e Geddes - *the City as Organism*, na direcção da sua própria abordagem teórica (Lynch, 1980).

A importância do lugar na arquitectura, no design e no planeamento também foi explorada por outros críticos como Norberg-Schulz. Em *Genius Loci*, Norberg-Schulz estabelece uma abordagem existencial e complementar às relações básicas entre o homem e o ambiente e concentra-se na tarefa do arquitecto “*to create meaningful places*” (Norberg-Schulz, 1980). O seu trabalho enfatiza a compreensão da “*loss of place*” por um lado e por outro da “*recovery of place*”, através da implementação de técnicas experimentais e qualitativas na arquitectura, no design e no planeamento, como anteriormente proclamado por Lynch.

Em 1961, Gordon Cullen publica *Townscape*, com concepções já formuladas em *The Architectural Review*. Tal como Lynch, parte para a abordagem paisagística através da capacidade individual de percepção visual: a cidade como objecto da percepção dos seus habitantes. Estes textos reagem contra as qualidades visuais dos desenvolvimentos modernistas que representam uma partida significativa das qualidades do contexto em que se encontram.

Define *Townscape* como “*a arte de proporcionar coerência visual e organização à panóplia de edifícios, ruas e espaços que compõem o ambiente urbano*” (Cullen, 1961 [1983]). E o seu objectivo passa por “*pegar em todos os elementos que participam na criação do ambiente ... e fundi-los de forma a que o drama seja solto*” (Cullen, 1961 [1983]). Ou seja, por outras palavras “*a arte do relacionamento*” (Cullen, 1961 [1983]).

Desenvolveu o conceito de *Sense of Place* e argumentou que um lugar é entendido através do reconhecimento que se está a entrar nele, e que tem qualidades/características diferentes dos outros lugares. Para Cullen (1961 [1983]).

*“[...] o objecto mais móvel numa cidade é o ser humano e, por razões possivelmente diferentes, ele próprio necessita de poder ancorar-se nas várias actividades exteriores, comerciais, recreativas e sociais. Prever unicamente espaços livres de modo a que estas actividades possam simplesmente existir não é em si suficiente. O espaço livre como elemento duma cidade é essencial, mas necessita também de ser povoado com objectos de modo a separar os fluxos dissociados de pessoas em grupos”*

Outra das grandes críticas do movimento moderno foi Jane Jacobs. O contexto dos ataques de Jacobs centrava-se no programa norte-americano de renovação urbana das áreas centrais das cidades e, no facto de se fazer tábua rasa de zonas urbanas consolidadas. Nas frases iniciais da sua obra *The Death and Life of Great American Cities* (1961) declara que o livro “*is an attack on current city planning and rebuilding. It is also, and mostly, an attempt to introduce new principles of city planning and rebuilding, different and even opposite from those now taught in everything from schools of architecture and planning to the Sunday supplements and women’s magazines*”. Contra o bucolismo das cidades-jardins, Jacobs defendia a densidade das metrópoles. No entanto, não a ordenada metrópole idealizada por Le Corbusier, mas a cidade tradicional. Nada daqueles projectos convencionais de zonamento, que dividiam e segregavam a cidade em zonas distintas, mas antes projectos que garantissem que as ruas fossem atractivas, dia e noite, para os mais diversos públicos: pessoas diferentes, em horários diferentes, nas mesmas ruas.

Defende o alinhamento da rua e o desenho urbano enquanto factores determinantes da conduta dos indivíduos. Sugere o retorno da rua tradicional como espaço lúdico e de trocas de sociabilidade, onde todos se conhecem, onde o “*eyes on the street*” (Jacobs, 1961 [1993]) é o principal factor na manutenção do controlo do espaço público. Ou seja, o sentimento de segurança nos espaços públicos é proporcional à presença de pessoas. Acrescenta a importância da existência de um número significativo de lojas, a transparência do edificado, a permeabilidade, acessibilidade e conectividade do traçado, a segurança dos movimentos pedonais e motorizados. Advoga que a utilização contínua de calçadas, a quantidade e diversidade de pessoas e actividades, e a clara separação entre público e privado contribuem para a utilização do espaço e para a sensação de segurança.

Com estes autores, Lynch, Cullen e Jacobs reaparece o interesse e o estudo do pormenor e do desenho urbano. A interpretação da cidade torna-se aberta e multidisciplinar, a arquitectura é tão importante como o acontecimento, e a identificação e recuperação de valores urbanos considerados fundamentais tornam-se basilares nas suas teorias. As ruas e calçadas tornam-se o espaço fundamental para a diversidade e intensidade de usos:

transformam-se novamente em espaços de expressão social, órgãos vitais para o desenvolvimento da vida social e económica das cidades. O mobiliário urbano é assumido como parte integrante do espaço público, que configura fisicamente o ambiente e, através das suas formas, é reconhecido pelo valor que empresta à identidade urbana.

### 2.5.9. Outros autores

O objectivo das secções anteriores passa pelo entendimento da relação da evolução do espaço público nas cidades durante os últimos 150 anos e do mobiliário urbano. Como tal, abordou-se os autores que se debruçaram especificamente nas questões do espaço público urbano e, conseqüentemente no próprio mobiliário urbano e referem-se adiante outros autores apenas pela sua importância e relevância no tratamento dado às questões urbanas em geral, com especial incidência nos relativos ao espaço público.

Entre estes, são de salientar: Christopher Alexander (1936-), e a sua obra datada de 1977 *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*, em que defende que as cidades medievais eram atractivas e harmoniosas devido ao facto de permitirem que os arquitectos, apesar dos regulamentos e normas locais, tivessem liberdade para adaptá-las livremente a situações particulares. Também William H. Whyte (1917-1999) se notabilizou quando trabalhava para a Comissão de Planeamento de Nova Iorque e começou a utilizar a observação directa para descrever o comportamento urbano nos ambientes urbanos. Através da utilização de câmaras fixas e móveis e blocos de notas, Whyte conseguiu descrever e medir a substância da vida pública urbana de modo inédito. Estas observações permitiram a obra *City: Rediscovering the Center* (1988), um guia do comportamento humano em Manhattan, que demonstra o que funciona e o que não funciona. Igualmente Aldo Rossi (1931-1997) tornou-se influente através dos seus livros *L'Architettura della Città* (1966) e *Autobiografia Scientifica* (1981). Nas suas obras Rossi critica a falta de entendimento da cidade na prática arquitectónica. Argumenta que a cidade deve ser estudada e avaliada como algo construído ao longo dos tempos, tendo em atenção os artefactos urbanos que sobreviveram à passagem do tempo. Rossi sustenta que a cidade recorda o seu passado – a nossa memória colectiva –

e que utilizamos essa memória através dos monumentos; isto é, os monumentos dão estrutura à cidade. Analogamente Robert Venturi (1925-) crítico do design puramente funcional da moderna arquitectura ortodoxa, publicou em 1966 o manifesto *Complexity and Contradiction in Architecture*, onde argumenta que a arquitectura deve lidar com as complexidades das cidades e tornar-se mais contextual. A Venturi se deve a famosa frase “*Less is bore*” em resposta à frase “*Less is more*” do modernista Mies van der Rohe, como forma de afirmar que a arquitectura moderna se tinha tornado muito simplista. Da mesma forma Colin Rowe (1920-1999), na obra *Collage City* publicada em 1978 (escrita com Fred Koetter), encontra-se entre os primeiros a denunciar o que descreve como o falhanço do movimento moderno de planeamento urbano, devido aos efeitos destrutivos que teve sobre a cidade histórica. Desenvolveu um método alternativo de desenho urbano, que deriva do trabalho anterior de Camillo Sitte (1843-1903) e que se baseia na reconciliação do centro urbano tradicional com o crescente desenvolvimento dos subúrbios urbanos, trabalho que iria ser fundamental para a escola do Novo Urbanismo de desenvolvimento suburbano compacto. Também Peter Calthorpe, considerado um dos visionários da actualidade, tem uma vasta obra publicada que compreende artigos técnicos e uma série de livros entre os quais *Sustainable Communities* em parceria com Sim Van der Ryn, e *Pedestrian Pocket Book* com Doug Kelbaugh. O seu livro, *The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream*, descreve o seu trabalho actual e fornece directrizes para o desenvolvimento da mobilidade. O seu último livro em parceria com William Fulton, *The Regional City*, explica como o planeamento e o design à escala regional, podem ajudar o crescimento directo de forma inteligente e reverter as tendências actuais de uso dos solos. De referir ainda Jan Gehl (1936-) que ao publicar em 1971 o seu livro *Life Between Buildings*, defende uma abordagem sensível mas directa, para melhorar a forma urbana: documentação sistemática dos espaços urbanos, realização gradual de melhoramentos incrementais, depois nova realização de documentação. O seu livro *Public Spaces, Public Life* descreve como Copenhaga passou de uma cidade dominada pelo automóvel para uma cidade orientada para o peão.

### 2.5.10. Mudança de mentalidade: conceito de sustentabilidade

O movimento moderno na primeira metade do século XX e as políticas públicas da segunda metade, configuraram um urbanismo que relegou o espaço público para segundo plano. A partir dos anos oitenta do século passado, começou a ter-se consciência desta problemática, diagnosticou-se e iniciaram-se medidas para corrigir o estado das coisas com o objectivo de travar a invasão do automóvel, potenciar o transporte público e favorecer a actividade pedonal e a dos ciclistas, recuperar os espaços industriais, portuários e/ou ferroviários obsoletos, criar novos parques, melhorar os espaços públicos abertos, etc. A tendência à generalização deste processo de reconquista do espaço público pode-se considerar como determinante do nosso momento. Segundo Espuche (1999) o que é verdadeiramente dominante na actualidade é a generalização do fenómeno de regeneração urbana. E esta recuperação do espaço público das cidades, não se faz porque existem modelos de sucesso como o de Barcelona ou de Copenhaga, mas porque era gritante o estado de abandono do espaço público e porque o contexto estava suficiente maduro para que várias cidades se sentissem conduzidas a intervir.

A requalificação urbana actualmente generalizada pretende mais do que recuperar esteticamente os espaços públicos da cidade: ambiciona introduzir os critérios inerentes ao conceito de sustentabilidade. No entanto, este tipo de intervenções é extremamente delicado e complicado, não permitindo muitas vezes corrigir as atitudes do passado. Para além disto, existem situações de reequilíbrio demorado, como as questões relativas ao problema do tráfego automóvel, facto totalmente chave e central em todas as políticas de recuperação do espaço público baseadas no conceito de sustentabilidade. No entanto, vão efectuando-se as intervenções necessárias e urgentes que melhoram as condições de vida nas áreas mais maltratadas das cidades. Ou seja, podem não ser soluções óptimas mas são certamente soluções de compromisso inteligentes. Neste sentido, se o *“compromiso y las soluciones a medio camino resultan a veces inevitables, las mejores iniciativas serán aquellas más flexibles, susceptibles de ser perfeccionadas con un coste razonable. Aquellas que opten por intervenciones que, sin*

*dar pasos atrás y marchando hacia la sostenibilidad de las ciudades, condicionen lo menos posible el futuro”* (Espuche, 1999)

Entre as cidades reconquistadas que desenvolveram estratégias para lidar com estas questões, reclamando e recuperando a vida pública encontram-se Évora, Barcelona, Lyon, Estrasburgo, Freiburg, Glasgow, Newcastle, etc. Uma das histórias de sucesso, mais marcantes e bem documentadas, encontra-se em Copenhaga, que seguiu uma estratégia a longo prazo de implementação de um ambiente pedonal aprazível, tendo como resultados um incremento de 350% de número de pessoas a utilizar as suas ruas e praças durante um período de 27 anos (Evans e Strömberg, 2001).

Nestas cidades, a percepção pública da qualidade e imagem é criada através da coesão do seu domínio público – as fachadas, praças, ruas, parques, jardins, etc., – em conjunto com o mobiliário urbano contido na sua estrutura – bancos, iluminação, sinalética, papeleiras, etc., – e tem um grande impacto na forma como as pessoas cuidam dela e a usam para actividades sociais e voluntárias. Quando o ambiente não é atractivo, as pessoas tendem a restringir as suas actividades apenas ao que têm de fazer – ir para o emprego, compras ou ir ao banco. Quando o ambiente físico é atractivo e seguro, as pessoas são encorajadas a passear, permanecer no exterior e conviver. Já Jacobs (1961) defendia que a vida citadina e a dos seus habitantes é melhorada quando estas últimas actividades aumentam, e o mobiliário urbano tem um papel preponderante neste argumento.

### **2.5.11. Realidade portuguesa**

Um dos grandes problemas que afecta os espaços públicos portugueses prende-se com o facto de *“o automóvel (...) ocupar o espaço público e favorecer formas de deslocação mais agressivas para a cidade e para o meio ambiente”* (Ferreira, 2008). No geral, nas últimas décadas o governo e as várias municipalidades concentraram-se em facilitar o uso do automóvel adoptando estratégias de aberto favorecimento ao uso do veículo privado. Tal opção foi corporalizada através de instrumentos de carácter legal e prático, que se materializaram na expansão das zonas urbanas em direcção às periferias, em

investimentos direccionados às infra-estruturas viárias e numa política laxista em relação aos estacionamento na via pública e à própria proliferação de espaços fechados de estacionamento de cunho público e privado. Como resultado a porção pedonal da rua – o passeio – foi severamente negligenciado, o *“espaço que deveria ser ocupado pela população e, com a finalidade de lazer, ou mesmo de meras deslocações pedonais, está essencialmente a ser ‘absorvido’ pelos transportes motorizados”* (Ferreira, 2008).

Qualquer análise às ruas de várias cidades portuguesas mostra, claramente, que foram planeadas para atender as exigências de mobilidade dos veículos automóveis, e o seu desenho é visivelmente desprovido de vida; o espaço destinado ao peão é tão reduzido e estéril que o torna desconfortável. A invasão abusiva de veículos motorizados torna estes espaços inseguros e, muitas vezes, inacessíveis, sem possibilidades de mobilidade, de relações e trocas sociais e destituídos de valores estéticos e ambientais.

Qualquer destes factores foi no passado característico das cidades portuguesas, onde a principal função dos espaços públicos assentava em albergar as actividades sociais, comerciais, políticas e religiosas das suas comunidades. Aliás, a qualidade do ambiente urbano pode, em parte, ser determinado pelo design, uso e funcionalidade do mobiliário urbano. Para Serdoura e Nunes da Silva (2006) a *“percepção da qualidade do espaço público surge como consequência das imagens que se têm do local”* e estes elementos desempenham um papel particular nesta percepção, na medida em que influenciam a relação do cidadão com o espaço urbano. Por um lado, mais pragmático, através das suas funções explícitas associadas à contemplação, ao relaxamento, ao lazer e ao serviço; por outro lado, menos evidente, através das suas funções implícitas e abstractas relacionadas com a identificação e compreensão da identidade e do carácter local pelo utilizador, através dos simbolismos representados nos elementos.

A revisão da literatura demonstrou que, para reabilitar e combater o estado efectivo desta problemática, é necessário reduzir e controlar o tráfego motorizado individual e criar um sistema de mobilidade pedonal, equipado com pontos intermodais, que se torne o suporte a certas funções da cidade. Sendo que o *“carácter das ‘actividades sociais’ no espaço colectivo depende do contexto em que ocorrem”* (Serdoura e Nunes da Silva,

2006) e nos “*espaços de grande qualidade, as actividades necessárias ocorrem aproximadamente com a mesma frequência, embora as pessoas escolham despende mais tempo na sua prática, mas, mais importante, também tem tendência a ocorrer um maior número de actividades opcionais (sociais)*” (Serdoura e Nunes da Silva, 2006), torna-se claro que os espaços de encontro e de outras actividades da vida urbana deverão ser requalificados de forma a promover outra vez as relações culturais e sociais dos seus habitantes.

Para além disto, deverá ser criado um sistema de continuidade entre os espaços públicos, que assegure novas rotas pedonais aptas a criar uma rede de ligação entre os serviços e a residência, alternando entre espaços para andar e espaços de permanência. E neste contexto, o mobiliário urbano tem um papel primordial.

Igualmente, o rápido desenvolvimento das nossas cidades nas últimas décadas, determinou a presença do mobiliário urbano de forma fragmentada e letárgica, sem relação com a forma e função urbana, competindo entre eles por atenção. Actualmente o desenvolvimento de novas tecnologias, a emergência de novas actividades e a constante demanda de novos serviços, originaram uma concentração excessiva de sistemas e objectos nos espaços públicos. Estes elementos comprometeram o equilíbrio físico e visual da paisagem urbana. Muitas vezes a sua implantação torna difícil a compreensão dos espaços, compromete a circulação, as vistas e perspectivas, o grão urbano e a segurança, favorecendo a aparição de espaços divididos e inadequados.

Mas apesar da sua proliferação, pouca atenção tem sido dada a estes artefactos como parte integrante da malha urbana: também eles necessitam de ser pensados e definidos no início do processo de desenvolvimento urbano. A falta de definição de programas de intervenção ao nível da cidade como um todo, e a falta de políticas e planos aptos a conjugar e coordenar de maneira estratégica todas as áreas e actores envolvidos no processo de desenvolvimento urbano, são as principais razões que levam a que o mobiliário urbano seja deixado para o final. É geralmente tratado como um projecto individual dissociado do seu contexto urbano formal e funcional.

É necessário e urgente que as municipalidades portuguesas reformulem e criem novos instrumentos a nível persuasivo e normativo, com capacidade de envolver profundamente todos os intervenientes no desenho urbano. Com certeza estes instrumentos contribuirão para a valorização, requalificação e sustentabilidade dos nossos ambientes urbanos. Para além disto, a preservação da qualidade da paisagem urbana exige uma oposição contra a concentração desordenada destes elementos no espaço público e a implementação de uma política genuína de selecção de funções dos espaços.

A presença do mobiliário urbano nos espaços públicos deverá ser tratada como um sistema integral que não pode ser dissociado do tratamento que deveria ser dado aos espaços públicos.

## **2.6. Características do espaço público actual**

Segundo Borja (1998) a qualidade do espaço público pode ser avaliada *"sobre todo por la intensidad y la calidad de las relaciones sociales que facilita, por su fuerza mixturante de grupos y comportamientos y por su capacidad de estimular la identificación simbólica, la expresión y la integración culturales"*. Neste sentido, acrescenta que os espaços públicos devem ter qualidades formais como *"la continuidad del diseño urbano y la facultad ordenadora del mismo, la generosidad de sus formas, de su imagen y de sus materiales y la adaptabilidad a usos diversos a través de los tiempos"* (Borja, 1998).

Além disto, na análise de Pinto-Coelho (1995) *"a concepção da imagem da cidade necessária à deslocação no meio urbano, resulta do conhecimento que sensorialmente vamos captando enquanto utilizadores activos exploradores da nossa envolvente, traduzido por essa componente conceptual da percepção"*, que é claramente influenciada pelas características de cada local.

O trabalho realizado por Gillespies, uma das maiores consultoras do Reino Unido em design ambiental, tem como base a premissa que a cidade deve ser intuitivamente

legível e que a essência do bom design urbano nasce da compreensão do carácter do local e da cultura dos seus habitantes e, que as qualidades da cidade devem ser claras mas subtilmente reveladas, de forma a contribuir para a vitalidade e coerência na cidade e ao mesmo tempo realçando a diversidade entre cidades. (Gillespies, 1995).

Lynch e Alexander e os seus seguidores procuraram formas de trazer os designers urbanos de volta à sua principal função de *fazer lugares*. As suas ideias serviram de base ao desenvolvimento de regulação relativa ao design urbano em vários países. No Reino Unido, por exemplo, a publicação *By Design* (DETR/CABE 2000) parte destas teorias e de uma significativa e abrangente revisão da literatura para afirmar que “*successful streets, spaces, villages, towns and cities tend to have characteristics in common*”. Estas características encontram-se organizadas nos seguintes sete “*objectives of urban design*”:

***“Character: a place with its own identity”***

Promover o carácter da paisagem através da resposta e promoção dos padrões distintivos locais de desenvolvimento, paisagem e cultura.

***“Continuity and enclosure: a place where public and private spaces are clearly distinguished”***

Promover a continuidade das fachadas e a inclusão dos espaços através de projectos de desenvolvimento que claramente definam as áreas públicas e privadas.

***“Quality of the public realm: a place with attractive and successful outdoor areas”***

Promover espaços públicos e rotas atractivas, seguras, organizadas e livres de obstáculos, que funcionem efectivamente para toda a sociedade incluindo os deficientes e idosos.

***“Ease of movement: a place that is easy to get to and move through”***

Promover a acessibilidade e a permeabilidade local através da realização de locais interligados e de fácil acesso, colocando as pessoas antes do tráfego e integrando vários usos e transportes.

***“Legibility: a place that has a clear image and is easy to understand”***

Promover a legibilidade através de projectos de desenvolvimento que proporcionem marcos, rotas e intersecções reconhecíveis que ajudem na orientação dos cidadãos.

*“Adaptability: a place that can change easily”*

Promover a adaptabilidade através de projectos de desenvolvimento que possam responder às mudanças sociais, tecnológicas e económicas.

*“Diversity: a place with variety and choice”*

Promover a diversidade e a escolha através de uma mistura compatível de desenvolvimentos e usos que fomentem juntos, espaços viáveis que respondam às necessidades locais.

A leitura destes objectivos aponta para a necessidade de complementaridade e integração destes factores, não somente por questões de coerência dos projectos, mas pela ideia que a sustentabilidade implica uma qualidade global, em que o total é maior que a soma das partes. Para além disto, estes objectivos sobrepõem-se claramente e estão mutuamente interligados de forma a se reforçarem e fortalecerem. Neste sentido, alguns destes objectivos poderão entrar em conflito ou, pelo contrário, beneficiar mais umas áreas e pessoas mas *“good urban design results from consideration being given to a wide range of concerns and the creative resolution of potential conflicts”* (DETR e CABE, 2000).

Este último conjunto de objectivos de design urbano fornece uma conceptualização abrangente – pois deriva de conhecimento reconhecido – que a presente investigação irá adoptar como base, para ajudar na criação de um modelo teórico de abordagem ao design de candeeiros de iluminação para o espaço público<sup>47</sup>.

---

<sup>47</sup> A obra *O Chão da Cidade – Guia de Avaliação do Design de Espaço Público* de Brandão et al., (2002), também assenta nestes objectivos e sugere uma abordagem alargada de critérios gerais relativos a parâmetros qualitativos que incluem a *“identidade, continuidade/permeabilidade, segurança/conforto/aprazibilidade, mobilidade/acessibilidade, inclusão/coesão social, legibilidade, diversidade/adaptabilidade, resistência/durabilidade e, sustentabilidade”*.

Tradicionalmente são os designers de produto, os designers industriais ou os arquitectos que projectam os elementos de iluminação do espaço público, mas este tipo de projecto deveria ser abordado a partir de uma perspectiva multidisciplinar. Brandão (2005) afirma que *“nenhuma disciplina tem tutela sobre a forma da cidade, mas nenhuma se desvaloriza na colaboração”* acrescentando que *“a cidade não é matéria de uma só disciplina e nenhuma disciplina se diminui na colaboração”*. Ou seja, é necessário cruzar diversos conceitos e abordagens de diferentes áreas de conhecimento para poder actuar no desenvolvimento das cidades incluindo no seu espaço público, nomeadamente e também, quando se trata de projectos de design de candeeiros de iluminação para o espaço público.

Para atingir os objectivos de design urbano anteriormente enunciados é necessário adoptar uma abordagem holística e uma equipa de design integrada que abranja vários campos de especialização técnica. É essencial envolver um grupo de pessoas dedicado e com conhecimento para desenvolverem um plano integrado de design de mobiliário urbano. Este grupo deveria compreender designers de produto, arquitectos, arquitectos paisagistas, antropologistas, engenheiros, urbanistas, representantes do desenvolvimento e planeamento local, promotores e proprietários, ambientalistas, residentes e outro tipo de interesses individuais. Mais, este tipo de abordagem deveria *«procurar uma unidade da diversidade de saberes e perspectivas do desenho da cidade, não um caminho clássico de “Colaboração das Artes” mas um caminho de abertura e inovação que questione o próprio conhecimento»* (Brandão, 2005).

Torna-se assim claro que o sucesso de qualquer intervenção no espaço público também depende da atitude, do conhecimento e das capacidades da equipa envolvida no processo. Mas uma abordagem multidisciplinar ao design de mobiliário urbano é muito importante: a *«diversidade de “perfis e tipos”, diversidade de conteúdos, de pedagogias e didácticas, é o que precisamos, na certeza de que a mudança reclama flexibilidade, experimentação, capacidade de adaptação, interacção, numa palavra, a Interdisciplinaridade»*. (Brandão, 2005).

Neste sentido, o processo de design de mobiliário urbano, nomeadamente de um candeeiro de iluminação para o espaço público, deverá ser integrado no processo geral de design urbano, ou seja, qualquer novo design de mobiliário urbano deverá considerar e respeitar os objectivos do projecto global de intervenção urbana. É necessário compreender que cada vez que um candeeiro de iluminação é colocado no espaço público, está a desenhar a cidade.

Claro que o próprio desenvolvimento de um produto já pressupõe um trabalho de equipa. Hoje em dia muitos dos produtos já atingiram um grau de complexidade tão grande que requerem uma equipa multidisciplinar: *“The design process, then, is the organization and management of people and the information they develop in the evolution of a product”* (Ullman, 2003). Igualmente o modelo desenvolvido por Ulrich e Eppinger (2000) aponta para a necessidade de multidisciplinaridade, onde as valências técnicas envolvidas são claramente descritas e relacionadas com cada actividade. O desenvolvimento de produto é descrito como uma actividade verdadeiramente interdisciplinar, geralmente executada por uma equipa principal e uma equipa alargada. A equipa do núcleo base inclui as funções dentro da empresa, tais como a comercialização, o design e a produção bem como as especialidades de design industrial, gestão, etc. A equipa alargada inclui não apenas os indivíduos para apoiar estas funções, mas também os representantes das empresas parceiras, fornecedores e empresas de consultoria. Como tal, para o desenvolvimento do projecto de mobiliário urbano é necessário também considerar nessa equipa multidisciplinar consultores e projectistas com valências nas áreas de desenvolvimento urbano.

## **2.7. Compreensão do contexto local**

Robert Cowan (2001) afirma que existem um número de etapas distintas quando se desenha os locais: *“1. appraise the local context; 2. review whatever policy, guidance and regulations apply; 3. conceive a vision for the place; 4. find out what is likely to be feasible; 5. draw up a set of planning and design principles; and 6. agree on the development process”* (Cowan, 2001). Acrescentando que um dos factores para um projecto de sucesso é conseguir um entendimento do contexto físico do local de

intervenção, através de análise de design urbano, desaconselhando tentar mudar um local sem primeiro o compreender (Cowan, 2001).

As publicações *By Design* e *Urban Design Compendium* de CABE / DETR contêm ambas informação pertinente sobre questões relativas ao design urbano em geral, e em critérios de análise ao contexto dos locais. *By Design* (DETR/CABE, 2000) sugere que os seguintes aspectos da forma deverão ser considerados na análise ao design urbano:

*“Urban structure: the framework of routes and spaces;  
Urban grain: the pattern of blocks, plots and buildings;  
Landscape: shape, form, ecology and natural features;  
Density and mix: the amount of development and the range of uses;  
Scale: height and massing;  
Appearance: details and material.”*

Em conjunto estes aspectos instruem o carácter físico de um local. É importante para a análise lidar tanto com os aspectos dinâmicos como com os factores estáticos do carácter dos lugares, com padrões de mobilidade de pessoas e veículos, com rotas e intersecções, assim como com as características físicas da envolvente do projecto (Cowan, 2000).

## **2.8. Projecto no seu contexto**

A análise ao design urbano vai documentar o processo de pensamento intrínseco à relação entre o projecto e o seu contexto. Como referido anteriormente a publicação *By Design* (DETR/ CABE, 2000) sugere os seguintes objectivos do design urbano:

- Identidade;
- Continuidade e Inclusão;
- Qualidade do Domínio Público;
- Facilidade de Mobilidade;
- Legibilidade;
- Adaptabilidade;
- Diversidade.

Todos estes objectivos deverão ser equacionados em termos da sua relação com as pessoas e as suas actividades. Por exemplo, o mobiliário urbano pode ajudar na formação da vida de um local, mas são as pessoas que irão dar vida a esse lugar. No entanto, as referências urbanas estão presentes no quotidiano das cidades, seja na memória dos seus habitantes, seja nos hábitos e costumes locais, seja na própria estrutura urbana. Aliás, quando se pensa numa cidade, reflectimos em algo pessoalmente significativo, e este processo cognitivo pode passar pela figuração do mobiliário urbano. Ao longo dos anos, alguns elementos do mobiliário urbano passaram a ser associados a uma cultura ou a um local específico, pois são representativos de características identitárias de determinados contextos, como por exemplo, as cabinas telefónicas de Inglaterra, as entradas de metro ‘arte nova’ de Paris, a calçada portuguesa, os orelhões no Brasil, as máquinas de venda de jornais em Nova Iorque, ou os bancos e candeeiros modernistas de Barcelona. Quando este reconhecimento e apropriação do mobiliário urbano acontecem, deveriam ser preservados, pois facilita a sua compreensão e enriquece a memória colectiva.

Acima de tudo o que se pretende é interagir nos espaços públicos de forma a dar dignidade e significado aos espaços, ou seja, através da observância dos objectivos acima mencionados. Isto envolve uma concepção global do espaço público que passa, primeiramente, por uma análise ao contexto local. Neste sentido, como o mobiliário urbano joga um papel interactivo entre o espaço público e o utilizador, consequentemente o seu design deverá atender ao contexto urbano onde é colocado de forma a poder contribuir para os objectivos de design urbano supracitados.

### **2.8.1. Identidade**

O mobiliário urbano tem um papel fundamental na produção da identidade das cidades, na mente dos seus residentes e visitantes. Como referido anteriormente existem variadíssimos artefactos urbanos que fazem parte integrante da memória das pessoas e da identidade das cidades. Como tal, o mobiliário urbano deve ser introduzido com

cautela, e a sua localização deve ser cuidadosamente considerada no sentido de reforçar o sentimento de lugar, o seu *genius loci*<sup>48</sup> ou a procura do seu *zeitgeist*<sup>49</sup>. Ou seja, neste tipo de projectos é necessária uma capacidade de leitura do local, enquanto entidade figurativa e geradora da forma e das vivências subsequentes à respectiva apropriação, que permita o desenvolvido de um repertório formal, que defina referenciais urbanos que promovam uma identidade em sintonia com o ambiente local. Para além disto, segundo Pinto-Coelho (1995) a iluminação “*tem um papel decisivo e incalculável na leitura das necessidades de salvaguardar (e recriar) o espírito do lugar*”

### 2.8.2. Continuidade e inclusão

O mobiliário urbano tanto pode contribuir para a coerência da malha urbana, como pode destabilizá-la. A implantação do mobiliário urbano que segue o limite dos quarteirões pode ajudar na criação de uma distinção inequívoca entre espaços públicos e privados. Respeitar a linha tradicional dos edifícios pode ajudar na integração do mobiliário urbano no cenário da rua, mantendo a continuidade da malha urbana e evitando espaços fragmentados e inadequados. O design de mobiliário urbano deverá reconhecer que cada elemento pertence a um sistema mais vasto.

---

<sup>48</sup> *Genius loci* – é um conceito romano, em que estes acreditavam que existia um espírito do lugar guardião para cada cidade – o *genius loci* (*genius*: espírito, *loci*: lugar). Segundo Norberg - Schulz (1980) compete à arquitectura manifestar a visualização do *genius loci* e criar significados para o espaço, ajudando assim o homem a habitar e a desenvolver a sua relação com o ambiente envolvente. O espírito do lugar seria, assim, o conceito usado para descrever o carácter significativo do lugar que o torna um habitat psicologicamente seguro, confortável e amigável.

<sup>49</sup> *Zeitgeist* é uma expressão original alemã que traduzida literalmente significa “tempo (*Zeit*) espírito (*Geist*)” e que descreve o clima intelectual e cultural de uma era. O *Oxford Advanced Learner’s Dictionary* define o termo como “*the general mood or quality of a particularly period of history, as shown by the ideas, beliefs, etc. common at the time*” (Hornby, 2005).

### **2.8.3. Qualidade do domínio público**

O mobiliário urbano fornece o cenário para a vida do dia-a-dia, acolhendo uma vastidão de pessoas. O design dos elementos individuais deverá promover espaços seguros, atractivos e organizados e incluir todos os utilizadores independentemente da sua idade, sexo, raça, religião, nacionalidade ou condição física.

### **2.8.4. Facilidade de mobilidade**

O mobiliário urbano tem um papel bastante relevante na promoção da acessibilidade e permeabilidade local. Os artefactos que estejam inadequadamente localizados podem afectar o grau de conforto, segurança e facilidade com que as pessoas penetram e atravessam determinados locais, logo deverão evitar ser uma barreira arquitectónica. Para além disso, o seu design deve encorajar a sua utilização e tornar-se numa experiência segura e aprazível.

### **2.8.5. Legibilidade**

Apesar de ser considerado um serviço público, qualquer elemento de mobiliário urbano que seja pobremente desenhado ou mal implantado, pode tornar-se poluição visual e física, que obstrui tanto o movimento pedonal como a apreciação do cenário envolvente. O processo de design necessita de levar em consideração que nem todas as pessoas lêem, interpretam e desfrutam de um local da mesma maneira. O design de cada artefacto de mobiliário urbano – nomeadamente dos candeeiros de iluminação do espaço público – não deverá chamar a atenção, mas conformar-se ao contexto do local e dos seus utilizadores e aos símbolos naturais ou construídos identificáveis na paisagem.

### **2.8.6. Adaptabilidade**

A qualidade do mobiliário urbano é importante, assim como a consistência do estilo e as questões de manutenção e durabilidade. No entanto, a estabilidade da forma não deverá

ser imposta tão rigidamente que limite a funcionalidade e a polivalência de uso. A abordagem deverá privilegiar o design de elementos simples e multi-funcionais, sem estarem demasiado presos a um determinado uso, de forma a permitir adaptações à maior variedade de usos presentes e futuros.

### **2.8.7. Diversidade**

A implantação e design do mobiliário urbano também têm um papel importante na criação de ambientes significativos e receptivos, aptos a suportar uma diversidade de usos, actividades e pessoas. Homens e mulheres, crianças e adultos, residentes e visitantes, velhos e novos, de diferentes culturas, raças e fé usam estes equipamentos de forma diferente e deveriam ser encorajados a sentirem-se à vontade quando os utilizam. O design e implantação do mobiliário urbano deveriam responder a diferentes necessidades e escolhas dos seus utilizadores, em distintos momentos do dia.

### **Síntese Conclusiva**

Em resumo, grande parte das definições de mobiliário urbano são gerais e as proposições que são mais específicas fomentam antinomias, são de certa forma limitativas ou definem o âmbito de aplicação do mobiliário urbano de maneira muito própria. A complexidade na definição do conceito de mobiliário urbano resulta, em parte, do grande número de equipamentos e objectos existentes - candeeiros, cabinas telefónicas, bancos, mesas, sinalética, etc. - e das diversas funções que estes têm que satisfazer - informação, segurança, circulação, conforto, protecção, recreação, etc. - e, na relação estreita que têm com o espaço público. No entanto, todas as enunciações assentam em dois eixos básicos: a sua utilidade como serviço público e a questão da propriedade pública e privada.

Apesar das diferenças de nomenclatura e independentemente do seu carácter como serviço, qualquer elemento colocado no espaço público urbano é vulgarmente apelidado de mobiliário e/ou equipamento urbano. Todos estes artefactos satisfazem uma série de características elementares motivadas por requisitos funcionais, de uso, ergonómicos,

estruturais, estéticos, etc., com diferentes configurações e níveis formais determinados pelas necessidades dos seus utilizadores. No entanto, são os requisitos funcionais e de uso, os factores transversais que mais se salientam nas abordagens de quase todos os autores consultados. Tal posicionamento conduz a que, no geral, as classificações do mobiliário e equipamento urbano estejam agrupadas em famílias de acordo com as suas funções e usos. Esta classificação funcional é empregada para qualificar os elementos de acordo com a sua função principal dentro da rede de espaços públicos e, também com base na relação com os utilizadores. O mobiliário urbano é, assim, entendido como um instrumento técnico e funcional que estrutura o espaço público, que se torna parte da essência da rua.

O mobiliário urbano surge nos espaços públicos urbanos por motivos, de certo modo, relacionados com factores económicos, sociais e culturais, ambientais, físicos e também estéticos de um determinado conceito histórico-filosófico da sociedade. A evolução e desenvolvimento das sociedades repercutem-se no uso e no desenho dos seus elementos e, o mobiliário urbano foi acompanhando este progresso tanto a nível funcional, formal, tecnológico e de materiais como cultural, social e espacial.

Apesar de aglutinador das actividades sociais, e de facilitar a convivência social e o intercâmbio de experiências individuais e colectivas, o mobiliário urbano que actualmente se encontra nos espaços públicos das cidades europeias apresenta, no geral, uma linguagem única e universal que não caracteriza a cultura de qualquer dos locais. De facto, estes elementos são instalados transversalmente e indiferentemente para além do carácter da urbe, transportando consigo a ameaça da homogeneidade cultural.

O processo de design do mobiliário urbano é similar ao processo de design de outros produtos e equipamentos. Destacam-se, de entre os requisitos gerais a considerar no projecto de design, a funcionalidade, a resistência, a manutenção, a ergonomia, a expressão formal e, os custos iniciais e de todo o seu ciclo de vida. O seu carácter universalista deveria procurar tornar as cidades aptas a todos, proporcionar um ambiente livre de barreiras arquitectónicas e ser suficientemente versátil de forma a prover

equitativamente as necessidades de todas as pessoas independentemente da sua idade, género, raça, religião e/ou cultura.

Actualmente o mobiliário urbano tornou-se num elemento importante de acondicionamento do ambiente urbano: os seus elementos configuracionais, tais como, a linha, a superfície, a textura, a cor, a forma, o volume e os materiais, contribuem para a ambiência final dos espaços públicos. Esta relação pressupõe o conhecimento e a capacidade de interpretação destes lugares, pois estes artefactos possibilitam intervenções que podem contribuir para a definição de traços da identidade local, de características referentes ao clima, aos comportamentos, à paisagem urbana, à história e memória de cada espaço público.

Materialmente o espaço público configura-se em diversas tipologias morfológicas que assistem os pressupostos públicos. Do ponto de vista conceptual encontra-se demarcado pelos parques e jardins, as ruas, largos e alamedas, as praças e rotundas, os parques infantis, as frentes ribeirinhas, etc., ou seja, os lugares de encontro e desencontro dos cidadãos. É um espaço de uso comum – funcional, social, recreativo, civil, da mobilidade, comercial, de consumo -, um local de coexistência e de exercício da cidadania. Implica, por conseguinte, um território concreto, e esta materialidade, juntamente com todas as outras dimensões, é elementar para a construção e compreensão do espaço público.

Presentemente, o papel dos espaços públicos encontra-se na agenda política de qualquer cidade. Sujeito a mudanças significativas, são percebidos como lugares de suporte à vida colectiva, que espelham a cultura dos seus habitantes e alimentam a imagem do lugar. Pressupõem um nível de funcionalidade, de equipamentos e infra-estruturas que permitem a sua utilização pelos cidadãos, justificando a razão da implementação sistemática de mobiliário urbano nos seus espaços, para proporcionar serviços aos seus cidadãos.

Este posicionamento procede das várias teorias desenvolvidas ao longo dos tempos, nomeadamente da postura das cidades de novecentos perante a produção do espaço urbano. O século XIX apostou na racionalização das vias de comunicação e respectiva

criação de grandes artérias, na especialização dos sectores urbanos e dos grandes empreendimentos, na maior atenção às condições higiénicas do ar, da luz e da água, que proporcionaram o território ideal para o desenvolvimento do mobiliário urbano como é hoje conhecido. A mudança de escala na criação do espaço público, tão clara em cidades como Paris, Barcelona ou Viena, permitiu a estandardização do mobiliário urbano entendido como elementos que, por um lado, estruturam, desenham e dão coerência à paisagem urbana e, por outro, promovem a sociabilidade e o seu uso diversificado.

Mas o espaço público urbano não esteve sempre em primeiro plano. O movimento moderno na primeira metade do século XX e as políticas públicas da segunda metade conformaram um urbanismo que o afastou para um plano inferior: teorias que descuidaram a questão do espaço público como suporte à vida colectiva e, no geral, confinaram-se a assuntos relacionados com a produção e reestruturação económica. A partir dos anos oitenta do século XX surgiram novas abordagens e iniciaram-se medidas para tentar corrigir erros passados e reconquistar o espaço público: travar a invasão do automóvel, potenciar o transporte público e favorecer a actividade pedonal e a dos ciclistas, recuperar os espaços industriais, portuários e/ou ferroviários obsoletos, criar novos parques, melhorar os espaços públicos abertos, etc. Aliás, a gestão do espaço público e dos seus equipamentos é, hoje em dia, uma das competências fundamentais das Câmaras Municipais. Esta capacidade permite deliberar sobre o tipo de mobiliário urbano a instalar, a sua situação geográfica e número, assumindo um papel fundamental na configuração do próprio espaço público e na adequação do mobiliário urbano nele colocado.

Mas esta requalificação e reconversão urbana actualmente generalizada pretendem mais do que reconquistar os espaços públicos da cidade: ambicionam introduzir os critérios inerentes ao conceito de desenvolvimento sustentável. Neste sentido, vários autores e consultoras formularam premissas relativas às qualidades e características necessárias para a materialização de espaços públicos de êxito. A publicação *By Design* (DETR/CABE, 2000) destaca a identidade, a continuidade e inclusão, a qualidade do

domínio público, a facilidade de mobilidade, a legibilidade, a adaptabilidade e, a diversidade como os sete objectivos de desenho urbano.

Este conjunto de objectivos fornece uma conceptualização abrangente que permite uma abordagem ao projecto de design de candeeiros de iluminação para o espaço público, que leva em consideração as características do contexto local de instalação destes artefactos. No entanto, estes objectivos deverão ser equacionados em termos da sua relação com as pessoas e as suas actividades: um candeeiro pode ajudar na formação da vida de um local, mas são as pessoas que irão dar vida a esse lugar.

As referências urbanas estão presentes no quotidiano das cidades, seja na memória dos seus habitantes, seja nos hábitos e costumes locais, seja na própria estrutura urbana, ao ponto de alguns elementos do mobiliário urbano estarem associados a uma cultura ou a um local específico, sendo representativos de características identitárias de determinados contextos. Ou seja, o mobiliário urbano pode influenciar o sucesso de um local, tornando desejável projectar estes artefactos como um sistema integral que não pode ser separado do tratamento que se dá aos espaços públicos. Para tal, é necessário adoptar uma abordagem holística e uma equipa de design integrada que abranja vários campos de especialização técnica. É fundamental envolver um grupo de pessoas dedicado e com conhecimento para desenvolverem um plano integrado de design de mobiliário urbano.



Este capítulo, dividido em três secções, analisa as questões técnicas e sociais dos candeeiros de iluminação do espaço público e constitui o segundo corpo de conhecimento necessário à investigação. A primeira secção centra-se na relação entre o candeeiro e o espaço público, e no estudo da evolução da iluminação pública na cidade de Lisboa, desde as primeiras tentativas a azeite no ano de 1780, passando pela implementação do sistema de iluminação pública a electricidade nos finais de oitocentos, até às questões de eficiência energética da actualidade. Traça uma panorâmica da evolução formal e técnica destes artefactos, desde a sua génese até aos dias de hoje. Esta primeira secção termina com a caracterização dos requisitos actuais necessários às instalações de candeeiros de iluminação do espaço público. A secção seguinte aborda as tipologias e constituição dos candeeiros, a definição e delimitação de termos e as especificações técnicas e normativas destes objectos. A última secção resume uma série de princípios directa e/ou indirectamente relacionados com o design de candeeiros, como os conceitos e definições de magnitudes luminotécnicas como a luz e a cor, a temperatura da cor, o índice de restituição das cores, o rendimento luminoso e a duração de vida média das fontes de luz. E as questões directamente relacionadas com as características da luz em si e os materiais, como a aparência, a textura e a composição das superfícies.

## **1. Importância dos candeeiros na construção do espaço público**

### **1.1. Utilidade e determinantes dos candeeiros**

Hoje em dia, grande parte da população vive e trabalha em centros urbanos e segundo a perspectiva das Nações Unidas (2007) é de que até 2050, esse número chegue a 6.4 bilhões de pessoas, ou seja, 70% da população mundial estará concentrada nas cidades. Cada vez mais, as cidades atraem pessoas pelos mais diversos motivos, entre cidadãos nativos do mesmo país e estrangeiros. Actualmente 52 % da população urbana mundial vive em cidades ou vilas com menos de meio milhão de habitantes, mas espera-se que entre 2007 e 2050 absorvam cerca de metade do crescimento de população urbana prevista; existem 460 cidades (551 em 2050) cuja população está entre 500.000 e 1 milhão de habitantes que representam 10% da população; existem 382 cidades médias (524 em 2050) com uma população entre 1 e 5 milhões de habitantes que representam 23% da população; há 30 cidades grandes (48 em 2050) com uma população entre 5 e 10 milhões de habitantes, que representam apenas 7 % da população urbana total; e existem 19 megacidades (27 em 2050) com mais de 10 milhões de habitante que representam 4% da população, o que significa que 1 pessoa em 25 vive numa megacidade (Nações Unidas, 2007).

À medida que o mundo se torna crescentemente urbanizado qualquer decisão concernente às urbes, influenciará o futuro económico, social, ambiental e cultural das suas populações. Quanto maior é a densidade populacional mais preocupações existem relativamente à gestão das cidades, nomeadamente no tocante aos equipamentos e

mobiliário urbano e à sua relação com a estética da cidade, a segurança, os níveis de ruído e de privacidade, etc.

Entre a miríade de equipamentos e objectos que actualmente configuram o que se entende por mobiliário urbano, encontram-se os candeeiros de iluminação pública urbana, que pelo seu carácter podem contribuir significativamente para reforçar o valor estético e a percepção do ambiente urbano. Para Pinto-Coelho (1995) *“a iluminação se revela um instrumento poderoso permitindo criar um sistema visual urbano que desenvolve uma nova ordem espacial que pode vir a sobrepor-se ao potencial da configuração urbana de um determinado sistema induzindo, assim, a um padrão de movimentos naturais próprios”*.

A iluminação pública urbana, assim chamada pelo facto de ser gerida por entidades públicas, é o resultado da conjugação de vários sistemas que incluem a iluminação publicitária, a iluminação de monumentos, edifícios e estruturas arquitectónicas e, a iluminação das vias e espaços públicos, que assumem um peso significativo no total da iluminação exterior.

A iluminação pode influenciar de forma positiva ou negativa a paisagem urbana envolvente, pois um projecto inadequado no tipo e intensidade de luz assim como no design do seu suporte, pode comprometer o ambiente final criando áreas escuras, sombreadas, pouco seguras e apelativas, que prejudicam a visibilidade e leitura da paisagem e dos seus elementos. A luz em conjugação com a visão permite o reconhecimento dos locais, das pessoas, dos animais, dos objectos, etc. De facto, a visão é um dos cinco sentidos mais importantes pois é responsável por 80% das informações recebidas pelo nosso cérebro. Já Cerdà (1859) afirmava a sua importância e que sem luz *“á parte de los graves perjuicios que experimentaria en su salud, no podrá dedicarse á esa multitud de industrias que ejerce durante las horas de vigilia y de trabajo, y los goces da la humanidad quedarían reducidos á un círculo excesivamente estrecho”*.

É possível encontrar informação relativa à iluminação para o espaço público em orientações, normas, manuais e recomendações em instituições tais como na EDP-Energias de Portugal, SA., na CIE – Commission International de L’Eclairage, na IES -

Illuminating Engineering Society no Reino Unido, ou na IESNA - Illuminating Engineering Society of North America, assim como em catálogos e documentos informativos de fabricantes de lâmpadas e candeeiros de iluminação para o espaço público. Mas, apesar de existir vasta informação sobre este tema, o desenvolvimento de um projecto de um candeeiro de iluminação para o espaço público exige soluções que considerem por um lado os aspectos funcionais da luz, incluindo níveis de iluminação apropriados, utilização de energia, estratégias de gestão e manutenção, e por outro o impacto do próprio sistema e respectivos suportes no ambiente geral onde se situa, incluindo questões históricas, culturais, sociais entre outras. Aliás para Lecea (2000) [2006], não se deve considerar a iluminação *“sólo como una necesidad funcional, sino también de considerar la importancia del soporte en la configuración de los distintos espacios urbanos, como lo habían hecho nuestros antecesores, y de entender la importancia de la luz en la configuración del espacio en la noche”*. No geral, os manuais e recomendações das organizações e fabricantes de iluminação para o espaço público, apenas fornecem indicações para projectos tipo, mas o design de candeeiros envolve muitas considerações que variam de projecto para projecto e que tornam complicado uma uniformização de recomendações.

Para além disto, a grande maioria dos estudos sobre o design de iluminação para o espaço público são, no geral, orientados para a problemática do rendimento visual e preferências do utilizador relativas ao espaço iluminado, optimização das performances fotométricas, restituição cromática, distribuição luminosa, limitação dos custos energéticos, facilidade de manutenção das instalações etc., ou seja, maioritariamente preocupações ao nível das questões energéticas e quantidade de luz efectiva fornecida. A revisão da literatura revelou que o design do candeeiro enquanto objecto em si, que habita o espaço público, tem sido um tema pouco estudado com limitada informação e documentação. Aliás, entre os anos 30 e 80 do século passado, as questões relativas à iluminação eram praticamente delimitadas a luminárias ou a sistemas de iluminação, instalados no espaço público urbano por especialistas no tema, cujas principais preocupações se centravam nos requisitos funcionais, expressos maioritariamente em termos de segurança e eficácia visual. Se pensarmos que a iluminação para o espaço

público é gerida por entidades públicas e oferece um serviço público, informação relativamente a este tema pode ser de extrema relevância.

Também, a questão formal do candeeiro enquanto objecto é um factor de extrema importância para a população em geral. Casos como o da Avenida de Madrid em Lisboa, onde os *“moradores e movimentos cívicos 'entupiram' os e-mails do gabinete do vereador e da oposição, contestando a troca dos postes de luz”* (D.N., 15 de Março de 2007), são demonstrativos que o que está em causa não é apenas uma questão energética mas uma questão formal de salvaguarda do património histórico da cidade. Esta tentativa de salvaguarda do *“mobiliário urbano que faz parte integrante da história de uma freguesia, de um bairro, de uma rua”* (D.N., 15 de Março de 2007), realizada maioritariamente pelos moradores da Freguesia de São João de Deus e pelo Fórum Cidadania, atesta a importância que, neste caso, a permanência dos candeeiros dos anos 40 e 50, tem para a população local (fig. 15).



**Figura 15:** Pormenores dos candeeiros originais dos anos 40 na Freguesia de São João de Deus (acedido em: 7 Abril 09, em: <http://cidadania1x.blogspot.com>)



**Figura 16:** Abate dos candeeiros originais dos anos 40 e a sua substituição por novos postes de iluminação em chapa galvanizada (acedido em: 7 Abril 09, em: <http://cidadania.lx.blogspot.com>)

Para a população local a “*substituição por novos postes de iluminação em chapa galvanizada sem qualidade nem de materiais nem de design*” (Cidadania LX, 2007) dos candeeiros existentes, não é uma opção razoável (fig. 16). Como tal, estudos que propiciem o conhecimento dos candeeiros de iluminação enquanto objectos com uma presença física/formal no espaço público urbano podem ser importantes.

## **1.2. Breve introdução à génese e evolução da iluminação do espaço público da cidade de Lisboa**

Uma das razões deste estudo é a compreensão das teorias e estratégias mais influentes do desenvolvimento sustentável do design do espaço público e do eco-design de produto, no sentido de revelar uma série de princípios e linhas de orientação para o design de candeeiros de iluminação para o espaço público. Mas como afirma Remesar *et al.*, (2005) “*deve contemplar-se o mobiliário urbano a partir da sua dimensão histórica e em relação ao conceito de espaço público vigente em diversas épocas*”. Neste sentido,

avança-se para o estudo dos candeeiros de iluminação para o espaço público ao longo dos tempos e para as suas funções utilitárias e simbólicas e a sua relação com cada época, no sentido de identificar princípios e orientações para o design sustentável actual de candeeiros de iluminação para o espaço público.

O estudo incide sobre a cidade de Lisboa pois foi esta a cidade “*o centro em que as primeiras aplicações nasceram e se desenvolveram e de onde irradiaram para os outros aglomerados populacionais do País*” (Fernandes, 1992).

### **1.2.1. Princípio da iluminação: o fim da escuridão com a iluminação a azeite**

Em 1780 a cidade de Lisboa ainda se encontrava praticamente imersa na escuridão, apesar da fraca segurança pública e da pouca apazibilidade que apresentava. Os regulamentos policiais da época apenas determinavam que a circulação nocturna se fizesse sempre protegida por meios de iluminação próprios, nomeadamente por archotes, tochas, candeias e lampião de velas (Mariano, 1993). Até esta data são conhecidos apenas dois documentos históricos que referem a questão da necessidade de iluminação para o espaço público em Lisboa. Em ambos os documentos, pode notar-se a legítima apreensão pela falta de iluminação das ruas, por questões de insegurança e pelos riscos que a escuridão propiciava. O primeiro testemunho é do reinado de el-rei D. Fernando (1315-1383) e está contido no Regimento de Quadrilheiros – Regulamento da Policia Nocturna -, estabelecendo, através de carta régia de 12 de Setembro de 1383 dirigida ao alcaide da cidade, que as ruas sejam iluminadas por candeias:

*“Out° ssy q ordynharades q os ditos homeẽs boõs das ditas freegeries fezessem cada huĩs, em sua freegeries, em as Ruas q vissem q conpria, teer candeas açesas pr. toda a noyte, em gisa q as Ruas fossem alomeadas, por q pr. esta os q mal fazem de noyte sse cabidarião de andar pr. a Cydade”* (apud COSTA, 1996).

O segundo testemunho data três séculos mais tarde, e é já do reinado de D. Pedro II (1648-1706), e apresenta os perigos de uma cidade imersa na escuridão. A 25 de Outubro de 1680 era dirigido ao Senado da Câmara o seguinte decreto:

*“Por se entender que será de grande utilidade e beneficio publico estarem as ruas d'esta cidade alumadas de noite, assim como estão em outras muitas côrtes estrangeiras, para que a gente possa por elas andar com menos descommodo e perigo, evitando-se todos aquelles delictos e inconvenientes a que costuma ser capa a escuridade da noite, sendo por esta mesma causa os de mais difficil prova, o senado da camara, considerando os meios pelos quaes mais facil e suavemente se poderá conseguir alumiam-se as ruas d'esta cidade de noite, me consultará o que lhe parecer sobre esta materia, a qual lhe hei por muito recommendada”* (apud COSTA, 1996).

Mas apesar destas preocupações o Senado da Câmara, com base numa estimativa de custos, achou que *“não está o povo com a capacidade para experimentar novos impostos, porque a miseria commum mais necessita de auxilio que novas oppressões (...)”* (apud COSTA, 1996), para além do facto, que parte da população não poderia ser obrigada a tal despesa, pois nem na sua própria casa se alumiaava. E as ruas de Lisboa continuaram na escuridão total até aos anos oitenta de 1700, apenas iluminadas por *“raras lamparinas que a devoção dos crentes mantinha acesa em nichos, oratórios e cruzeiros”* (Fernandes, 1992).

Apenas no reinado de Dona Maria I (1734-1816) é que a iluminação para o espaço público das cidades portuguesas começa a ser encarada como uma necessidade clara e fundamental para o desenvolvimento e o bem-estar público, devido particularmente à acção de Pina Manique<sup>50</sup> (1733-1805). Homem de gesto, diligente e inovador, foi responsável por inúmeras acções empreendedoras das quais se destaca a fundação da Casa Pia de Lisboa, instituição na área da assistência social e beneficência.

---

<sup>50</sup> Diogo Inácio de Pina Manique, formado em Leis pela Universidade de Coimbra, ocupou diversos cargos, antes de ser designado Intendente-Geral da Polícia. Homem da confiança do marquês de Pombal, só foi, no entanto, nomeado Intendente-Geral da Polícia depois da queda do marquês de Pombal. Acumulou esse cargo com os de desembargador dos Agravos da Casa da Suplicação, contador da Fazenda, superintendente-geral de Contrabandos e Descaminhos e fiscal da Junta de Administração da Companhia de Pernambuco e Paraíba. Em 1781, começou a funcionar no Castelo de São Jorge, em Lisboa, a Casa Pia, fundada por Pina Manique e destinada inicialmente a recolher mendigos e órfãos. Durante o reinado de D. Maria I, a sua acção como Intendente-Geral da Polícia orientou-se para a repressão das ideias oriundas da Revolução Francesa, designadamente através da proibição de circulação de livros e publicações e da perseguição a diversos intelectuais. A pedido de Napoleão Bonaparte, o regente D. João acabaria por demiti-lo. Morreu dois meses depois de abandonar o cargo.

Decidido a criar e implementar a iluminação da cidade de Lisboa, Pina Manique pediu ao ministro do Reino e aos secretários de Estado as verbas necessárias para tal empreendimento – vinte contos de réis – , mas estes não quiseram dispor dos meios necessários. Então, Pina Manique toma a iniciativa e custeia as primeiras despesas através das receitas da Intendência, ao mesmo tempo que obriga os 129 latoeiros de Lisboa (Lapa, 1964) a executarem seis candeeiros cada um e impõe a cada morador das ruas iluminadas, uma capitação de 100 réis. Aliás a *Gazeta de Lisboa* de 15 de Dezembro de 1780 referindo-se ao Edital do Intendente Geral da Policia afixado em vários locais públicos, narra que “*as principaes ruas della ferão illuminadas defde o dia 17 defte mez. S. M. houve por bem fazer a defpeza dos lampiões: e cada morador das ruas, em que elles ferão poftos, deverá contribuir com hum quartilho d’azeite em cada efpaco de 27 dias*”.

Inicia-se, assim, a 17 de Dezembro de 1780 a iluminação pública da cidade de Lisboa, onde são acesos 770 lampiões distribuídos pela Praça do Comércio, da Boa Vista à Tapada da Ajuda, Cruz da Pedra, Rossio, Chiado, Rua Nova do Almada, Mártires, Loreto, Calçada Nova do Carmo, Largo do Carmo, Calçada do Duque, de S. Roque ao Rato, da Calçada do Combro até à Esperança, Rua da Rosa, das Partilhas, do Carvalho, do Alecrim, Cais do Sodré, Arsenal, Rua do Paraíso, Campo de Santana, S. Lourenço e S. Cristóvão.

Nos anos seguintes Pina Manique continua o seu esforço de manter e reforçar a iluminação na cidade, realidade que pode ser comprovada através dos diversos editais e ofícios produzidos por Pina Manique, assim como através do Livro de Registo de Decretos de D. Maria I<sup>51</sup>. Pode observar-se nestes documentos o empenho de Pina Manique em melhorar a iluminação, através da minúcia que coloca na descrição dos

---

<sup>51</sup> Para informações mais detalhadas e leitura dos diversos editais, ofícios e registos, consultar o trabalho de DEA – Diploma de Estudios Avanzados, “*Lisboa e os Candeeiros: Estudo sobre a Génese e Evolução da Iluminação Pública na Cidade de Lisboa 1755-1928*” realizado para obter a *Suficiencia Investigadora*. Universidade de Barcelona. Junho de 2006.

locais onde são colocados os candeeiros assim como nos cálculos efectuados, que vão desde o aumento da matéria-prima utilizada nos candeeiros, passando pelo custo da sua colocação, até ao preço variável do azeite.

A partir do ano de 1820, com a passagem do fornecimento de azeite por arrematação, a iluminação começa a intensificar-se, e em 1823 existiam 2263 candeeiros, em 1825 eram 2338 e em 1827 eram 2263 candeeiros espalhados pelas ruas e outros sítios de Lisboa (Cruz, 1848). De 1823 a 1834 a responsabilidade pelos serviços de iluminação pública da cidade de Lisboa passa por mudanças consecutivas, alternando sucessivamente entre a responsabilidade da Câmara, da Prefeitura da Província da Estremadura e da Intendência Geral da Polícia. Com a vitória liberal de 1834 torna-se visível a intenção de melhorar a iluminação de Lisboa e, por Decreto de 19 de Abril de 1834, os serviços de iluminação, limpeza e calçadas passam definitivamente para a alçada da Câmara Municipal de Lisboa no dia 1 de Maio de 1834.

Quando a Câmara assumiu a administração destes serviços existiam 2227 candeeiros nas ruas de Lisboa e 557 nos palácios e quintas, ainda neste ano de 1834 foram colocados mais 26 e, em 1835, mais 50, passando a haver no fim deste ano, 2303 candeeiros de iluminação para o espaço público na cidade de Lisboa, com 175 trabalhadores adstritos ao serviço da iluminação. Em 1838 houve novo acréscimo de candeeiros para 2325, e em 1840 ascendiam a 2331, com 189 trabalhadores agregados ao seu serviço (Cruz, 1848). No entanto, a Câmara não consegue sustentar sozinha as expensas inerentes a este serviço e, o Governo apesar de determinado a ajudar, também não tem a disponibilidade financeira indispensável para manter a iluminação a operar. Como tal, por volta de 1837 o azeite é parcialmente substituído pelo mais barato óleo de purgueira. Um ano mais tarde, em 1838 o Passeio Público é *“dotado de novos candeeiros de forma piramidal, como os outros, isto é não de figura quadrangular, mas hexagonal”* (Lapa, 1964). Apesar do empenho para iluminar a cidade a azeite de oliveira, de peixe e de purgueira, a luz continuava a ser *“mui frouxa”* e *“muitos dos candeeiros se apagavam antes da meia noite, e depois desta hora era profunda a escuridão pela cidade”* (Cruz, 1848).

### 1.2.2. Iluminação a gás

A partir de 1825 começa-se a ouvir falar de “*outra iluminação da qual se esperavam milagres, que bem precisos eram – a luz do gás*” (Serrão, 1978). As publicações periódicas da época vão revelando o interesse público progressivo pela iluminação a gás, apesar de tardar o seu aparecimento: a *Revista Universal Lisbonense* (R.U.L.) descreve as maravilhas do “*gás lucífero, económica e formosa illumination por nós, ha tanto, annunciada*”, declarando que é fabricado pelo “*Sr. Barreto*” no “*Ginjal, da outra banda do Têjo*”, que o vende “*a quem quer que o procure na sua botica da Rua do Loreto*” (R.U.L., 21 de Julho de 1842: 493), para queimar em candeeiros próprios, que brevemente chegariam de Paris (Serrão, 1978). Noutro artigo refere que o “*tráfego scientifico e inventivo de toda essa Europa algum dia, quando menos se esperar, descobrirá em alguma substancia abundante na natureza um meio de nos allumiarmos preferivel a todos os outros até hoje conhecidos. O gaz, que nas cidades converte as noites em dia, nem sonhado foi por nossos paes, e hoje é vulgar, e a sciencia o sabe extrair não só de um, senão de muitos generos de corpos.*” (R.U.L., 27 de Abril 1843, nº 32, vol. II, série III).

Mas também existiam vozes que se opunham a este invento, e defendiam a continuação da iluminação de azeite, numa luta de interesses exposta publicamente, como se pode ler no artigo do Conde d’ Almeirim da *Revista Universal* de 7 de Maio de 1846:

*“consta que uma companhia existe formada, ou se pretende formar, com o fim de tomar a empresa de illuminar Lisboa por meio de gaz. A formação d’esta companhia é por certo um mal terrível para o nosso paiz, tam fertil e abundante de azeite de azeitona, e para as nossas colonias, hoje tam abundantes em semente de purgueir, da qual actualmente se está tirando em grande parte, se não todo, o azeite que se consommé na illumination das ruas d’esta cidade. (...) Agora com ésta innovação do gaz, vai-se destruir o maior e melhor ramo de nossa riqueza nacional (...) Vejamos agora qual é por outro lado a vantagem que offerece o projecto? Além de uma luz mais bonita, ainda que mal cheirosa e assaz nociva para a saude publica, não apresenta vantagem ou proveito algum, senão para a empresa especuladora”* (R.U.L., 7 de Maio de 1846: 542,543).

Mas apesar destas controvérsias a iluminação a gás é oficialmente inaugurada na noite de 30 de Julho, com a distribuição de 26 candeeiros nas ruas da Boa Vista, Alecrim,

Chiado e Boa Hora (Diário do Governo, 3 de Agosto de 1848, nº 182). e, segundo algumas crónicas “*ficou uma das melhores da Europa*” (Lapa, 1964). O próprio Diário do Governo escrevia a propósito da inauguração da iluminação a gás que o “*ensaio não podia ser mais feliz; e ouvimos dizer que mesmo em Paris e em Londres não é esta luz mais resplandecente*” acrescentando “*a luz que esparge um candeeiro é tanta que quasi se pôde vêr uma rua toda no seu comprimento, e uma pessoa lê com toda a facilidade uma carta, ainda que esteja a alguma distancia do candeeiro*” (D.G., 3 de Agosto de 1848, nº 182). Este novo tipo de iluminação em conjunto com outras inovações como o telégrafo em 1855, o terminal de rede ferroviária em 1856, o abastecimento de água em 1869, os transportes públicos através do carro americano - *tramway* - em 1873, o telefone em 1881 e a iluminação eléctrica em 1889, constituiu um conjunto de factores de progresso que determinaram o processo de modificação da cidade na segunda metade do séc. XIX (Mariano, 1993).

No final do ano já existiam 176 candeeiros a gás e em Agosto do ano seguinte já eram 402. Apesar deste significativo aumento dos candeeiros a gás, a tradicional iluminação a azeite continuava a predominar existindo na época 2168 candeeiros a azeite (Serrão, 1978). Três anos mais tarde, em 1851 já existiam cerca de 2000 candeeiros a gás tendo o Teatro de S. Carlos 300 bicos e o de D. Fernando 400 (Lapa, 1964). Nas ruas onde foram inaugurados os candeeiros de iluminação a gás deixou-se de “*acender os candeeiros de azeite que guarneciam aquelas ruas*”<sup>52</sup>.

Segundo Silva, (1994) este tipo de iluminação apesar de não ser muito forte e nem sempre funcionar nas melhores condições, inaugurou uma nova era na história da cidade. Gerou um novo conceito de tempo, que permitiu alargar a estadia em cafés, as tertúlias noctívagas, as assembleias, as intrigas e tramas, finalmente o controlo sobre a escuridão da noite.

---

<sup>52</sup> Requerimento de Luís de Castro Guimarães e de J. Detry, datado de 31 de Julho de 1848, a informar a Câmara da inauguração da iluminação a gás e a solicitar a sua facturação.

Ruas que não estão na Tabela N.º do Decreto de 10 de Março 1847 e que estão canalizadas		Ruas da Tabela N.º do Decreto de 10 de Março 1847 que se achão canalizadas	
Rua de Junqueira de cima	2	Rua de São João	1
Calçada de São João	3	Largo de Santa Maria	4
Rua de São João	1	Calçada de Santa Maria e Santa	13
Rua de São João	2	Rua de São João	1
Rua de São João	11	Rua de São João	2
Rua de São João	1	Rua das Janelas Verdes	14
Rua de São João	1	Rua do Carmo	10
Calçada de São João	2	Rua de São João	2
Rua de São João	3	Rua de São João	17
Largo de São João	2	Rua de São João	3
Calçada de São João	2	Rua de São João	2
Largo de São João	3	Rua de São João	1
Rua de São João	3	Rua de São João	7
Rua de São João	3	Rua de São João	2
Rua de São João	4	Rua de São João	1
Rua de São João	1	Rua de São João	7
Rua de São João	3	Rua de São João	1
Rua de São João	1	Rua de São João	10
Rua de São João	1	Rua de São João	10
Rua de São João	1	Rua de São João	7
Rua de São João	1	Rua de São João	4
Rua de São João	1	Rua de São João	4
Rua de São João	1	Rua de São João	15
Rua de São João	1	Rua de São João	15

Figura 17: Tabela nº 1 do Decreto de 10 de Março de 1847 a assinalar as ruas que já se encontram canalizadas (Costa, 1996).

Como se pode observar na tabela das ruas de Lisboa do Decreto de 10 de Março de 1847 (fig. 17), existiam zonas privilegiadas para a colocação dos primeiros candeeiros de iluminação a gás e respectivas canalizações: o Rossio, Baixa Pombalina, Terreiro do Paço e áreas envolventes, o Chiado, Rua do Alecrim, Bairro Alto, Patriarcal, Santos, Janelas Verdes, Necessidades, e as freguesias de Santos o Velho e da Lapa. Estas ruas eram os locais de representação da cidade: as duas primeiras zonas constituíam o centro cultural e o comercial da cidade e a última era a zona residencial da alta sociedade lisboeta.

A *Revista Universal Lisbonense* (2.ª série, vol. I:532) também acompanha o ritmo da instalação dos candeeiros a gás de Julho de 1848 a Agosto de 1849 e publica um mapa onde revela o seguinte (fig. 18):

<i>Mezes desde o começo</i>	<i>Numero de candeieiros</i>	<i>Importancia paga á Companhia</i>
<b>1848</b>		
Julho . . . . .	26	2 \$ 592
Agosto . . . . .	60	65 \$ 470
Setembro . . . . .	72	103 \$ 024
Outubro . . . . .	148	222 \$ 642
Novembro . . . . .	161	319 \$ 824
Dezembro . . . . .	176	380 \$ 096
<b>1849</b>		
Janeiro . . . . .	177	381 \$ 350
Fevereiro . . . . .	182	319 \$ 992
Março . . . . .	189	337 \$ 570
Abril . . . . .	279	401 \$ 481
Maio . . . . .	316	425 \$ 429
Junho . . . . .	347	420 \$ 765
Julho . . . . .	389	498 \$ 914
Agosto . . . . .	402	535 \$ 581
		<b>4:414 \$ 730</b>

**Figura 18:** “Mappa demonstrativo da iluminação a gaz, pela Câmara Municipal de Lisboa, desde o seu começo em Junho de 1848”. [R.U.L., (45) 2.<sup>a</sup> série, vol. I, p. 532].

Ainda segundo o mesmo artigo pode-se observar que a 31 de Agosto de 1849 existiam 402 candeieiros a gás e 2168 candeieiros iluminados por azeite, perfazendo o total de 2570 (fig. 19) mas, o candeieiro a gás sai mais caro devido ao número de horas que se encontra aceso pois “os de azeite duram illuminados até pouco mais da uma hora da noite, e não se acendem nas noites de luar, e os outros duram illuminados até á madrugada constantemente em todo o ano” (R.U.L., (45) 2.<sup>a</sup> série, vol. I: 532). Pode, ainda, observar-se o número de funcionários assim como os respectivos gastos adstritos ao serviço de iluminação a gás (fig. 19).

*No dia 31 de Agosto de 1849.*

Candeeiros illuminados por gaz . . . . .	402
» » por azeite . . . . .	2:168
<b>Total de candeeiros da illuminação da cidade.</b>	<b>2:570</b>
<i>Pessoal pago pela Camara na actualidade, para o serviço da illuminação por azeite.</i>	
1 Administrador (por anno) . . . . .	280 \$ 000
1 Escriuario (idem) . . . . .	150 \$ 000
9 Fieis de Deposito (por mez) . . . . .	14 \$ 400
9 Ditos ambulantes ou rondistas (por dia) . . . . .	\$ 320
153 Serventes (por dia em que trabalham).	\$ 240
1 Pintor e vidraceiro (idem) . . . . .	\$ 360
1 Canteiro (por dia em que trabalha.)	\$ 400
1 Moço ou fiel (por dia) . . . . .	\$ 320
<hr/>	
176	

**Figura 19** : Tabela com indicação do número de candeeiros e gastos com a illuminação a gás “*No dia 31 de Agosto de 1849*”. (R.U.L., (45) 2.<sup>a</sup> série, vol. I, p. 532).

Segundo Goodolphin, (1892) em 1852 existiam 1942 candeeiros para illuminação do espaço público, e 1212 canalizações particulares que representavam 4411 bicos de gás. Os teatros tinham 1240 luzes e as fábricas 458. O relatório da Companhia Lisbonense de Illuminação a Gaz de 1856-1857 indica 2590 candeeiros de illuminação do espaço público em Lisboa e 201 em Belém (*apud* Goodolphin, 1892). Em Junho de 1889 estavam já em serviço 224 km de canalizações e mais de 7000 candeeiros públicos em Lisboa (Fernandes, 1992).

### 1.2.3. Illuminação a electricidade

Mais uma vez a imprensa escrita da época noticiava com entusiasmo as maravilhas da técnica, lendo-se em 1844 na *Revista Universal Lisbonense* a notícia do ensaio da illuminação eléctrica “*na cidadella de Montpellier, experimentado a illuminação electrica para ar livre, que surtiu o melhor effeito: a sua luz foi calculada em metade da do Sol e a quinhentos passos de distancia facultava o ler. Um farol asado no centro da immensa Paris, conjecturava-se que bastaria para a illuminar toda, e desterrar d’ella a*

*noite de uma vez para sempre*” (R.U.L., nº 47, t. III: 561). O artigo aconselhava ainda as Câmaras Municipais de Lisboa e do Porto a não tomarem qualquer compromisso quanto à projectada iluminação a gás “*emquanto se não determinasse o valor das experiencias que se devem fazer em Paris sobre a luz electrica*” (R.U.L., nº 47, t. III: 561).

Em 1886 Thomaz Salter de Sousa, aluno da Escola Politécnica escreve um livro que se torna referência de divulgação técnica, onde descreve que “*a luz electrica é incontestavelmente a mais deslumbrante de todas as luzes artificiaes até hoje produzidas e a que, pelo seu poder illuminante, mais se presta a substituir a luz solar.*” (Sousa, 1886). Anos mais tarde, em 1849, Francisco Inácio dos Santos Cruz ao descrever as vantagens e inconvenientes da luz do gás recém inaugurada, afirma relativamente à iluminação a electricidade que “*Eu me persuado que tempo virá em que a iluminação pública das diferentes cidades seja feita por esta luz (luz eléctrica) que é no meu entender superior à do gás hidrogénio carbonado*” (Cruz, 1849). No mesmo ano a *Revista Universal Lisbonense* explica a luz eléctrica fornecida pelo arco voltaico e no seguimento descreve as experiências realizadas em frente à Galeria Nacional de Londres, demonstrando bem o fascínio que a luz eléctrica provocava: “*tão brilhante era esta, que não se podia olhar para ella, por muito tempo sem deslumbramento*”; e ainda “*Os raios da luz atravez da athmosfera algum tanto enevoadada, faziam o mesmo efeito que os do sol em dias bruscos. Os objectos, em que iam bater, ficavam brilhantemente illuminados...*” (R.U.L., (16), 1849, 2ª Série, vol. I:183).

Mas, apesar de todo o entusiasmo com as várias experiências executadas no estrangeiro, a iluminação eléctrica em Lisboa começa por ser um acontecimento esporádico e experimental, que só começa a emergir com alguma frequência em festejos e comemorações isoladas nos finais dos anos 1870. Aliás, a primeira notícia que se conhece sobre uma iniciativa de iluminação eléctrica ocorreu por ocasião do aniversário do príncipe D. Carlos, para iluminar temporariamente as férias da família real em Cascais.

A 28 de Setembro de 1878, seis candeeiros com lâmpadas de arco voltaico do tipo *Jablochkoff*<sup>53</sup>, encerrados em globos de vidro opalino - iguais ao sistema que três meses antes tinha sido experimentado na iluminação da Praça da Ópera em Paris -, e mandados construir pelo rei D. Luís, iluminaram a esplanada do Palácio da Cidadela, em Cascais. Posteriormente foram oferecidos pelo monarca à Câmara de Lisboa e instalados durante o mês de Outubro de 1878, como protótipos do novo tipo de iluminação na zona do Chiado. Foram implantados na Rua dos Mártires, Chiado, Largo do Picadeiro, Praça de Camões, Largo das Duas Igrejas e varanda do hotel Gibraltar (Simões, 1997). Mas não se conhece qualquer outra referência histórica da continuidade desta instalação (Fernandes, 1992). Outras experiências foram sendo realizadas na cidade de Lisboa, geralmente por ocasião de festejos, como por exemplo nas festas de comemoração do tricentenário de Camões, em Junho de 1880, em que o Largo de Camões foi iluminado por lâmpadas de arco voltaico (fig. 20).



**Figura 20:** *Centenário de Camões. Occidente*, 1 de Julho de 1880, vol. III, nº 61, p. 109

---

<sup>53</sup> Invenção de Paulo Jablochkoff (1847-1894) de uma vela formada por dois carvões paralelos e justapostos, separados a pequena distância por uma substância isolante.

Igualmente durante as festas do Marquês de Pombal em 1882, estiveram iluminadas entre 6 e 9 de Maio desse ano, as ruas da Prata “*a mais brilhante*”, a rua dos Fanqueiros com “*menor número de arcos*”, a rua do Ouro e a rua Augusta limitadas “*apenas a um renque de candelabros a gaz de cada lado da rua*” o Rossio com “*festões de gaz*”, as ruas Novas do Almada e do Carmo com “*candelabros de gaz*”, transformando completamente as ruas com “*os arcos de gaz*” que “*formam enormes túneis de luz*” (Oc., 3 de Maio de 1882: 106). A 1 de Junho este mesmo periódico publica uma série de desenhos que ilustram bem a opulência da iluminação (Oc., 1 de Junho de 1882: 125). Durante a recepção a Capelo (1841-1917) e Ivens (1850-1898)<sup>54</sup> em 1885, foram iluminadas a Praça do Comércio e o edifício da Sociedade de Geografia assim como outros locais e edifícios importantes sendo dignas de menção as “*iluminações do Diário de Noticias, Novidades, Hotel Universal, Restaurante Club, Companhia do gaz, Companhia dos americanos, caminhos de ferro de norte e leste, Camara Municipal, etc*”. (Oc., 21 de Setembro de 1885: 211).

Durante este período de demonstrações isoladas do novo tipo de energia, a Companhia Lisbonense de Iluminação, detentora da concessão de iluminação à cidade, adopta uma posição hostil relativamente à introdução da luz eléctrica, espalhando vários rumores de doenças e adiando os investimentos necessários na existente, mas já obsoleta, rede a gás. Esta situação levou a Câmara a rescindir o contrato existente, a realizar novo concurso e a outorgar uma nova concessão à Sociedade Gaz de Lisboa, consórcio, resultante da associação entre companhias, bancos e personalidades franceses e belgas (Mariano, 1993).

Esta nova sociedade celebra contrato com a Câmara a 14 de Outubro de 1887, tornando-se concorrente da Lisbonense que podia continuar a fornecer gás à área antiga da cidade. A Sociedade Gaz de Lisboa inaugura quase simultaneamente a nova iluminação a gás e a rede eléctrica de iluminação do espaço público da cidade. Pela descrição do

---

<sup>54</sup> Exploradores que realizaram a ligação entre Angola e Moçambique em África e exploraram as zonas do rio Cuango, a região das origens dos rios Zambeze e Cunene e das bacias hidrográficas do Cuanza e do Cuango.

cronista do *Diário de Notícias* no “*A nova iluminação da cidade*” pode-se compreender o impacto que causou:

*“Póde dizer-se que o verdadeiro facto da noite de hontem foi a inauguração da illuminação da cidade pela nova companhia do gaz.*

*Effectivamente o movimento nas ruas de Lisboa e principalmente nas da cidade baixa, tinha um augmento extraordinario, notando-se enormes grupos de familias circulando nas nossas principaes ruas, e admirando o brilho da illuminação, que na verdade já pela sua maior quantidade de fòcos luminosos, já pela sua intensidade de luz, já pela boa distribuição, davam a capital um aspecto alegre.*

*Dir-se-ia um dos bairros de Paris na sua vida habitual.*

*No Chiado, o effeito produzido pela nova illuminação imprimia um tom elegante áquella nossa principal rua. Os candeeiros ali collocados tem uma força de luz muito superior á dos antigos, e produzem magnifico conjuncto. A rua do Ouro parecia um boulevard de Bruxellas, e os americanos, Ripperts e trens davam-lhe uma animação anormal. Na Avenida, que a luz electrica abrilhantava com a sua bella claridade, era enorme a concorrência a e vista d’essa magnifica allêa tinha o mais distinto aspecto. Os candeeiros ali acesos faziam como que o effeito de uma vela ao lado da luz de magnesium.*

*A opinião geral era de que a illuminação não podia ser melhor e que se ella se conservar sempre com a mesma intensidade, Lisboa ficará compensada dos incommodos por que passou com os interminaveis trabalhos da canalisação e consolada, em parte, da perda d’alguma vida” (D.N., domingo 2 de Junho de 1889, nº 8:404, 25ª anno, p.1)*

Nasce assim no ano de 1889 a primeira rede eléctrica de iluminação do espaço público da cidade, situada em pleno passeio público da Avenida da Liberdade. Segundo Mariano (1993), 1889 é o ano zero da electrificação no país, iniciativa considerada tardia relativamente a outras cidades do mundo como Paris (1875), Filadélfia (1878), Londres e Nova Iorque (1882). Novamente as inovações são aplicadas nos espaços representativos da cidade, como a Avenida da Liberdade, que se inseria no plano de melhoramentos da cidade e que teve como um dos seus eixos principais a abertura desta avenida.

#### **1.2.4. Sociedade Companhias Reunidas Gaz e Electricidade**

Como observado existiam nesta época dois fornecedores principais de iluminação para a cidade de Lisboa, a Companhia Lisbonense de Illuminação a Gaz e a Sociedade Gaz de

Lisboa que rivalizavam no abastecimento de gás e coque aos consumidores particulares. Tal concorrência provocava uma baixa contínua nos preços, situação que prejudicava as duas companhias, principalmente a Companhia Lisbonense de Iluminação de Gaz que se viu obrigada a propor em 1890 um acordo à Gaz de Lisboa. As negociações entre as duas empresas prolongam-se até 10 de Junho de 1891, fundando-se então a Sociedade Companhias Reunidas de Gaz e Electricidade (CRGE), para a qual são transferidos todos os direitos e obrigações “*englobando os interesses, encargos e situação das Empresas que, pela sua fusão, lhe deram origem*” (EDP, 1941). Esta nova sociedade faz um novo contrato de concessão com a Câmara Municipal de Lisboa a 22 de Julho de 1891, que se manterá até 1928, e que apesar de sofrer algumas alterações<sup>55</sup> será o quadro regulador principal da concessão de gás até 1928.

As CRGE “*fusão das Companhias Gaz de Lisboa e Companhia Lisbonense de Iluminação a Gaz, gozará do direito de fornecer o gaz por meio de canalização collocada no sub-solo da via publica, tanto para a iluminação publica e particular da cidade de Lisboa, como para qualquer outra applicação*” (Artigo 1º). No entanto, esta “*concessão a que se refere o artigo primeiro não obsta á iluminação electrica ou a outro modo de iluminação*” sendo que “*a camara se obriga nos primeiros dez annos da concessão a não empregar outro systema para a iluminação da cidade além do gaz hydro-carbonado fornecido pela concessionaria*” (Artigo 5º). Para além disto, a “*sociedade concessionaria fornecerá gratuitamente o gaz para a iluminação publica da cidade de Lisboa até cinco milhões de metros cubicos annuaes*” (Artigo 27º), mais catorze mil metros cúbicos de gás por cada quilómetro de rua canalizada e ainda a colocar “*gratuitamente vinte e cinco candieiros do typo ordinário por cada kilometro de canalização*” realizado (Artigo 31º).

A iluminação eléctrica é confirmada no capítulo VI “*Iluminação publica na Avenida da Liberdade*”. O artigo 57º do contrato estipula que “*a Sociedade Companhias*

---

<sup>55</sup> De salientar os acordos de revisão de 18 de Janeiro de 1894, de 25 de Fevereiro de 1905, de 3 de Novembro de 1906, de 28 de Novembro de 1908, de 14 de Maio de 1919, e de 30 de Dezembro de 1922 (escritura assinada em 18 de Junho de 1923).

*Reunidas Gaz e Electricidade obriga-se a illuminar a luz electrica, durante todo o periodo d'este contrato e até à uma hora da noute, a Avenida da Liberdade e as praças dos Restauradores e do Marquez de Pombal”, obrigando a que as “lampadas electricas serão munidas de lanternas de seis faces com vidros foscos ou d'outro typo approved pela camara” (Artigo 62º), acrescentando que os “reguladores serão de duas mil vellas ou quinze ampères” (Artigo 63º). O artigo 68º determina que o serviço de acender e apagar de “esta iluminação é o mesmo de toda a iluminação publica”.*

As CRGE rapidamente reestruturam e organizam todos os seus sectores, e em 1892 encontramos instalados na cidade de Lisboa 8175 bicos de gás, sendo que a Avenida da Liberdade, a Praça dos Restauradores e a Praça do Marquês de Pombal já eram iluminadas por 37 lâmpadas de arco voltaico de 2000 velas cada, alimentadas pela central instalada na Avenida e que consumiam 7411 kW (COSTA, 1996). Aliás, a partir de 1893, surgem os primeiros contratos de iluminação eléctrica com clientes particulares, e começa assim o interesse da população pela electricidade. No entanto, no período entre 1893 e 1908, o número de consumidores de gás bem como o seu consumo duplica, apesar do uso da electricidade se ir generalizando, acima de tudo devido à substituição dos motores a gás por motores eléctricos (COSTA, 1996).

No entanto, a iluminação eléctrica instalada na Avenida da Liberdade não satisfazia totalmente a Câmara, que em acordo de 18 de Janeiro de 1894 com a CRGE pede a sua substituição: *“a Sociedade accedendo aos desejos da Camara de melhorar a distribuição de luz electrica na Avenida da Liberdade, concorda em substituir a actual distribuição por outra que consta da planta junta a este accôrdo e que substitue a primitiva approvada pela Câmara” (Condição 3ª). Acrescentando que “executará desde já o novo plano de iluminação na parte que respeita á Praça dos Restauradores e Avenida da Liberdade, ficando obrigada a completar a iluminação da Praça do Marquez de Pombal segundo a mesma planta, á medida que essa praça se fôr construindo” (Condição 3ª). A planta anexa a este acordo previa que se colocassem “na Praça dos Restauradores e Avenida da Liberdade vinte e sete dos actuaes candieiros electricos e vinte e seis candieiros de gaz com as columnas eguaes ás que existem na rua Aurea e lanternas eguaes ás que existem nos braços d'aquelles candieiros*

*electricos, e de futuro na Praça do Marquez de Pombal cinco candieiros electricos e seis de gaz nas mesmas condições”* (Condição 4ª).

Os pedidos da Câmara à CRGE não ficaram por aqui, sendo de referir no contrato de 7 de Março de 1901, a instalação de iluminação eléctrica nas ruas e praças em volta dos palácios das Necessidades e Belém. No contrato de 25 de Fevereiro de 1905 para a “*nova iluminação a luz electrica de diversas ruas, praças e avenidas*” destaca-se:

*“A Companhia obriga-se a fazer a transformação da actual iluminação a gaz das ruas, praças e avenidas comprehendidas no mappa e planta juntos, e a sua substituição por luz electrica sem encargo algum para o municipio”* (Condição 1ª);

*“Os fôcos electricos a collocar serão de duas mil vellas, ou quinze ampères, ou do poder illuminante e modelo ultimamente adoptado na praça de D. Pedro, ruas do Carmo e Garrett”* (Condição 2ª);

*“A Companhia obriga-se no praso de 8 meses contado da assignatura d'este contrato, a illuminar a luz electrica, a rua Vinte e Quatro de Julho, largo do Corpo Santo, Avenida Fontes Pereira de Mello, praça do Duque de Saldanha, avenida Ressano Garcia e praça Mousinho de Albuquerque”* (Condição 6ª)

assim como a iluminar no prazo de 12 meses “*as seguintes ruas: rua do Arsenal, praça do Municipio, praça do Commercio, rua Aurea, rua Augusta e rua Bella da Rainha*” (Condição 10ª).

De destacar ainda que a iluminação eléctrica só funcionava até à 1 hora da madrugada, mantendo-se a iluminação a gás “*para depois da uma hora da noite, embora reduzida no numero de candieiros*” (Condição 5ª) sendo que a “*Camara poderá adoptar para as novas ruas o regimen em vigor para as que já estão illuminadas a luz electrica, funcionando esta só até á uma hora da noite, sendo substituida d'ahi até de manhã pela luz de gaz*” (Condição 15ª).

O contrato de 28 de Novembro de 1908 persiste na procura da melhoria contínua do serviço de iluminação da cidade de Lisboa. Relativamente ao gás salienta-se a aplicação do sistema de incandescência “*a todos os bicos de iluminação publica*” (Condição Primeira), sendo que “*Estes bicos de incandescencia a gaz que vão substituir os indicados no artigo trinta e dois do contracto de vinte e dois de julho de mil oitocentos*

*e noventa e um terço em media o poder illuminante de cinco lâmpadas carceis”* (Condição Segunda).

No que respeita à iluminação eléctrica também se observa o aperfeiçoamento das condições de serviço *“Pelos duzentos e noventa e tres candieiros de iluminação publica electrica actualmente existentes na cidade a Camara pagará annualmente á Companhia a somma de setenta e seis contos cento e oitenta mil réis ficando assim reduzido a duzentos e sessenta mil réis o preço annual de cada lampada mas sendo-lhe conservado o poder illuminante actual”* (Condição Quinta). Assim como a extensão da rede *“A Companhia obriga-se a collocar no Campo Grande, nos logares que lhe forem indicados pela Camara Municipal e pelo mesmo preço unitario de duzentos e sessenta mil réis trinta e cinco lampadas electricas de poder illuminante igual ao dos actuaes”* (Condição Quinta, Paragrapho primeiro). Assegurando, no entanto, que *“Este contracto sómente entrará em vigor no augmento da iluminação electrica a que se refêre o paragrapho anterior, quando a efectiva diminuição da despeza com a iluminação a gaz por incandescencia tiver produzido e assegurado por modo permanente um saldo de tres contos oitocentos oitenta e cinco mil réis correspondente ao custo da nova iluminação electrica que não poderá ser pago por outra receita”* (Condição Quinta, Paragrapho segundo).

Estes contratos sucessivos obrigavam a investimentos avultados em novas centrais electro-geradoras e no reforço e desenvolvimento das redes de distribuição (Fernandes, 1992). Em 1901, é construída a Central Térmica de Santos da Companhia Carris de Ferro e inaugurada a tracção eléctrica na linha de Cais do Sodré – Dafundo. Em 1902 é construída a Estação Central da Boa Vista, e retomada a electrificação da cidade, através da instalação da rede de iluminação pública e particular, que integra a primitiva rede da Avenida da Liberdade e se amplia com a construção da fábrica da Junqueira em 1908 (COSTA, 1996).

Apesar de tudo, na década de 1910, a rede eléctrica da Companhia ainda não chegava a todos os lugares, pelo que se mantinha a tradição de empresas particulares possuírem uma central privativa (Oc., 20 de Junho 1910: 140, 141, 142). Como tal, para fazer face

aos vários investimentos necessários as CRGE associaram-se, em 1913, à empresa belga SOFINA – Société Financi re de Transports et d’Entreprises Industrielles.

Até ao início da Primeira Guerra Mundial o sector do gás lidera em relação   electricidade, embora se verifique um crescimento da extensão das redes eléctricas e do consumo de electricidade, como se pode verificar no Relatório do Conselho de Administra o de 30 de Junho de 1914, relativo ao exercício de 1913-1914, que indica que o desenvolvimento total da canaliza o de gás atingia 485 quil metros e a das redes eléctricas 338,7 quil metros de extensão. Quanto ao consumo de gás foi inferior em 2,5% relativamente ao exercício anterior, e o da electricidade cresceu 14,3 %. Após a realiza o desta Assembleia-Geral, d -se a explosão da Fábrica de Gás situada na Rua da Boavista, ficando apenas em labora o a Fábrica de Belém.

#### 1.2.5. 1  Guerra Mundial

Com o rebentar da Primeira Guerra Mundial (1914-1918) e a conseqente guerra naval, o abastecimento de carvão para a produ o do gás e da electricidade ficou comprometido. A 30 de Dezembro de 1916 o Governo impõe restri es ao consumo do gás para a ilumina o pública e privada e, a 6 de Fevereiro de 1917 os recursos de carvão da CRGE encontravam-se quase esgotados, mesmo na iminência de poder deixar de fornecer gás   cidade, como se pode ler no extracto deste documento enviado pela Administra o das CRGE ao Presidente do Ministério:

*“Ultimamente, e depois de ter tido tr s vapores torpeados, receberam estas Companhias um carregamento de carvão; em outro vapor, o Salveig Skogland, deve ter partido de Newcastle no fim do mez passado, e a todo o momento se espera telegrama confirmando o facto, Chegando este vapor, que traz 5 000 toneladas, está assegurada a ilumina o da cidade por mais trez semanas, mas se assim não suceder, terá que suspender-se o serviço de ilumina o” (apud COSTA, 1996).*

Pouco tempo depois, a 18 de Maio de 1917, o fabrico de gás foi interrompido e a ilumina o do espaço público, já bastante reduzida, passou a fazer-se provisoriamente

através da electricidade e do petróleo<sup>56</sup>. A produção e fornecimento da energia eléctrica não parou totalmente mas também foi bastante afectada e o seu consumo sofreu grandes quebras devido, também, a restrições impostas. Deixou apenas de ser fornecida totalmente por um período muito breve no ano 1918 (Cordeiro, 2003). Aliás, segundo Fernandes, (1992) nas ruas onde circulavam carros eléctricos, recorreu-se à Central Eléctrica da Companhia de Carris de Ferro de Lisboa, para fornecer electricidade aos candeeiros dessas ruas. Deste modo o petróleo voltou a assumir protagonismo na iluminação da cidade<sup>57</sup>.

No sentido de restaurar o sistema de produção e distribuição do gás é celebrado um novo acordo, a 14 de Maio de 1919, entre a Câmara Municipal e as CRGE onde a *“concessionaria obriga-se a iniciar urgentemente todas as reparações necessarias na canalisação geral, tanto no fornecimento da iluminação publica, como do abastecimento de particulares, de modo a poder normalisar-se o fornecimento de gaz a toda a rede dentro do praso que não exceda um ano”* (Artigo 1º). No entanto, o investimento na iluminação a electricidade continuava, sendo que *“durante o periodo em que vigorar este acôrdo fica a Sociedade auctorizada a substituir as lampadas de arco de iluminação publica por lampadas nitra com o consumo de setecentos e cincoenta watts cada uma, ou por qualquer outra mais aperfeiçoada previamente aprovada pela Camara”* (art. 5º). Assim, a partir da década de 20, é retomada a produção de gás, apesar da própria CRGE começar a sugerir à Câmara a substituição ou a adaptação dos candeeiros de iluminação a gás por iluminação a electricidade, como se pode ler nos officios de 5 de Julho de 1919, 16 de Junho, 9 de Junho e 23 de Novembro de 1920. A 23 de Fevereiro de 1922 a Câmara nomeia uma comissão para estudar os pedidos feitos pela CRGE para alterações ao acordo de 14 de Maio de 1919 e para a substituição da iluminação a gás por lâmpadas eléctricas.

---

<sup>56</sup> O caos nos mercados internacionais de carvão, matéria-prima fundamental no fabrico do gás para iluminação originou em Lisboa, o encerramento por dois anos das fábricas de Gás na cidade, entre 1917 e 1919, que só foi restabelecido através do acordo de 1919 entre a CRGE e a CML.

<sup>57</sup> Entre 1887 e 1889, desde a data da assinatura do novo contrato de concessão da iluminação pública com a Sociedade Gaz de Lisboa, ao início do seu funcionamento, a empresa era obrigada a fornecer iluminação pública a petróleo em toda a área “antiga da Cidade” - Contrato da CML com a SGL de 14-10-1887.

A leitura do relatório desta Comissão revela que esta substituição só ocorreria nas ruas onde necessitassem de assentar ou alterar cabos para fornecimento de electricidade a particulares, com o intuito de melhorar a iluminação do espaço público mas também reduzir os encargos com esta: *“assim dos nove mil (9.000) candieiros de gaz de iluminação pública poderão substituir a luz apenas em cinco mil e quinhentos (5.500) sendo 3.500 nas ruas onde passa o cabo de corrente contínua e 2.000 onde o cabo é de corrente trifásica; os restantes 3.000 conservarão a luz de gaz por não haver possibilidade ou conveniencia de assentar cabo, como em certas azinhagas, e ruas de população diminuta”* (CML, 1922).

Após este relatório a Câmara Municipal estabelece um novo acordo com a CRGE, celebrado a 30 de Dezembro de 1922 e com escritura assinada a 18 de Junho de 1923. Deste destaca-se o art. 1º onde a Câmara *“permite á Sociedade Companhias Reunidas Gaz e Electricidade, substituir por lampadas electricas de incandescencia ou outras de poder iluminante de cincoenta velas decimais, no minimo (equivalentes a cinco carceis), a luz de gaz nos bicos dos candieiros da iluminação publica existentes até ao número de seis mil nas ruas onde a mesma Sociedade tem estabelecido ou venha a estabelecer cabo para distribuição de energia electrica aos particulares”* (CML, 1923).

#### **1.2.6. Coexistência dos vários sistemas de iluminação**

Apesar de todos estes acordos e esforços de contínuo melhoramentos da iluminação do espaço público de Lisboa, em 1917 - 40 anos depois do final da década de 1870 - quase 90% dos candeeiros usados na iluminação eram a gás, contra 3% a electricidade e 7% a petróleo. A escolha do tipo de sistema de iluminação para cada rua da cidade dependia *“de uma hierarquia geográfica, correspondente a uma história da própria iluminação pública, por um lado, mas por outro, respondendo às exigências, aos recursos*

*institucionais, e aos interesses dos vereadores, dos moradores e/ou comerciantes de determinada via*”<sup>58</sup> (Cordeiro, 2003).

A tabela seguinte, baseada em dados recolhidos por Cordeiro (2003) sobre o número de candeeiros empregues nos três tipos de iluminação existentes, fornece uma ideia do peso dos vários sistemas de iluminação do espaço público de Lisboa, entre 1894 e 1929 (tab. 5)<sup>59</sup>. Os dados abaixo apresentados provêm dos orçamentos da CML (para os anos: 1894, 1911, 1913 e 1917-18); do Ofício CML em AML-AC SGO-Cx.111, de 28/05/1909 (para 1908-9); da Acta das Sessões da CML de 01/03/1928 (para 1928); e do Anuário da CML 1935 (para 1929).<sup>60</sup>

Nº de Candeeiros de Iluminação					Nº de Candeeiros em % do Total		
Ano	Petróleo	Gás	Elect.	Total	Petróleo	Gás	Elect.
1894	283	8200	38	8521	3,3%	96,2%	0,46%
1908/09	700	8577	291	9568	7,3%	89,6%	3,0%
1911	750	9112	328	10190	7,4%	89,4%	3,2%
1913	783	9021	324	10128	7,7%	89,1%	3,2%
1917/18	771	9308	324	10403	7,4%	89,5%	3,1%
1928	n.d.	3050	4775	7825	-	39,0%	61,0%
1929	n.d.	467	10840	11307	-	4,1%	95,9%

**Tabela 5:** N.º de candeeiros existentes nos três tipos de iluminação (adaptado de Cordeiro, 2003).

<sup>58</sup> Para mais informações sobre este tema consultar Bruno Cordeiro (ob. cit.).

<sup>59</sup> Segundo Lapa (1964) o número de candeeiros a azeite era de 718 em 1788, de 770 em 1792, de 2784 em 1834 e de 2303 em 1835. Relativamente ao ano de 1917 o número de candeeiros a petróleo indicado inclui também candeeiros a acetileno, que constavam do orçamento da CML para esse ano. Quanto aos anos anteriores o número de candeeiros a gás cifravam-se: em 1856/7 eram 2791; em 1877 eram 3671; em 1881 eram 4332 (soma do n.º para Lisboa, Belém e Olivais baseada em Coelho, Martins e Matos, 1998)

<sup>60</sup> Apenas números relativos a 1908-9 e a 1929 são efectivos, todos os outros eram estimativa da despesa a realizar ou duma obrigação imposta num contrato (1928). Os valores retirados dos orçamentos da CML foram calculados somando o número de candeeiros que era indicado nas despesas de iluminação com candeeiros de vários tipos e nas despesas esperadas, com a introdução de mais candeeiros no ano seguinte. Os valores são sempre referentes ao ano seguinte (e.g. o Orçamento de 1894 é publicado em 1893).

A leitura desta tabela revela que, só a partir dos anos 30 do século passado, é que a iluminação a gás começou a perder domínio para o sistema eléctrico, apesar de ainda se poder encontrar em 1940 cerca de 482 candeeiros de iluminação a gás e só em 1965 deixaram de existir por completo com essa função (Fernandes, 1992). Aliás, a partir de 1922, é a própria CRGE quem começa a solicitar à Câmara a substituição ou a adaptação dos candeeiros de iluminação a gás por iluminação a electricidade, como se pode observar nos já citados ofícios de 5 de Julho de 1919, 16 de Junho, 9 de Junho e 23 de Novembro de 1920.

### 1.2.7. Contrato de concessão até 1975

A 5 de Maio de 1928 é realizado um novo contrato entre a Câmara Municipal e as CRGE, que estipulava a duração da concessão em 50 anos e que esteve em vigor até à nacionalização da empresa em 1975. Este contrato reformula e substitui todos os anteriores, desde 1891 e encontra-se articulado em cinco títulos: Concessão do gás - art. ° 1;° ao 23. °; Concessão de Electricidade - art. ° 24.° a 48. °; Serviço Público - art. ° 49. ° a 66. °; Multas - art. ° 67. ° a 76. °; Disposições Gerais - art. ° 77. ° a 95. °.

Pela primeira vez num contrato deste tipo, a electricidade passa a ter o mesmo peso em termos contratuais que o gás, apesar de ainda obrigar à existência de “*Iluminação de socorro*”<sup>61</sup> alternativa. O artigo 63° deste contrato prevê a existência de “*quatro mil candieiros para azeite, petróleo, ou outro processo de iluminação aprovado pela Câmara*” .” (Contracto CML – CRGE de Novembro de 1928, art. 63° - § 1°), passíveis de adequar às lanternas de iluminação, nos casos previstos neste artigo:

---

<sup>61</sup> A presença deste tipo de cláusulas para iluminação de emergência, começou a aparecer desde 1896, depois de uma grande greve dos *gasomistas* (operários da indústria do gás) que deixou a cidade na escuridão total por vários dias. A partir desta data começou a ser obrigatório no contrato de concessão, o depósito de candeeiros a petróleo ou azeite para funcionarem como alternativa à iluminação a gás ou eléctrica. As dificuldades de aplicação na prática desta cláusula tornavam-na quase desnecessária.

*“Quando a concessionária fôr impedida, por acidente imprevisto proveniente de caso de força maior, que prontamente não possa resolver, de iluminar por meio de gás ou electricidade, toda a cidade de Lisboa ou parte dela, substituirá imediatamente, enquanto durar a interrupção total ou parcial, essa iluminação pela de azeite, petroleo ou outro combustível, de poder iluminante superior, para o que é obrigada a ter sempre em depósito o numero necessario de candieiros.” (Art. 63°).*

Relativamente à iluminação a gás é de destacar a obrigação das CRGE a *“desde já a entregar à Câmara 10.554 candieiros devidamente instalados, pintados e equipados com bicos de incandescencia de um consumo horario de 100 litros os quais serão classificados de “candieiros do tipo ordinario” e a entregar de futuro vinte e quatro candieiros por cada quilometro de canalização feita por iniciativa, nos termos dos arts. 8.º e 20.º”.* (Contracto CML – CRGE de Novembro de 1928, art. 55º - § 1º.),

No que respeita à iluminação a electricidade as CRGE comprometem-se a *“desde já a entregar á Câmara 500 candieiros iguais e com o equipamento dos actuais candieiros com lampadas de 750 watts, devidamente instalados, em perfeito estado e pintados, bem como a entregar de futuro mais um candieiro dêste tipo ou de outro estabelecido por mútuo acôrdo, por cada 3.000 kW-hora que a Câmara possa dispôr a mais em virtude da doutrina dos § § 1.º e 2.º do art. 56º”* (Contracto CML – CRGE de Novembro de 1928, art. 57º - § 1º.).

Quanto à substituição da iluminação a gás pela iluminação eléctrica ficou estipulado que *“mediante autorização da Câmara a concessionária poderá adaptar á iluminação electrica os candieiros de gás, para o que submeterá préviamente á aprovação da Câmara o equipamento electrico que se propuser adoptar...”* (Contracto CML – CRGE de Novembro de 1928, art. 60º).

A inovação que mais ressalta na comparação deste contrato com todos os anteriores, é o referente à questão da manutenção da iluminação pois, até à data, os concessionários tinham a seu cargo a manutenção da iluminação do espaço público, apesar de receberem uma indemnização da Câmara. Este contrato refere no artigo 61º que a *“manutenção da iluminação pública ficará a cargo da Câmara, que poderá contudo adjudicar a qualquer entidade que a isso se proponha, a totalidade ou parte dos respectivos*

*serviços*”. O artigo 66.º estabelece que *“todo o material de iluminação pública actualmente assente na área da cidade de Lisboa, até ao limite de dez mil quinhentos e cinquenta e quatro candieiros do tipo gás, e quinhentos candieiros de tipo electricidade, esteja ou não sendo utilizado, é propriedade da Câmara”*, no entanto, a CRGE era obrigada *“a provêr total, completa e pontualmente ao serviço público”* (Art. 50º).

Este contrato reflecte a tomada de consciência pela Câmara da importância da iluminação do espaço público no desenvolvimento urbano de Lisboa e representa uma mudança de atitude, que é determinante na modernização e embelezamento da cidade. Esta nova postura de municipalização do serviço de iluminação espelha uma preocupação não só com a segurança viária e pedonal do cidadão, mas também com o resultado estético das estruturas de iluminação, como parte do equipamento urbano permanente (Mariano, 1993).

Esta preocupação é visível nos esforços que a Câmara inicia no sentido de adaptar e reconverter os sistemas mais antigos e conseqüentemente menos eficazes, em novas soluções adaptadas às novas concepções de iluminação do espaço público. Começa por substituir progressivamente os focos luminosos ofuscantes (as antigas lanternas de gás adaptadas à luz eléctrica) por focos de luz dirigida por meio de dispositivos ópticos adequados (reflectores), ou de luz difundida através de globos difusores ou refractores: *“durante o ano de 1934/35 melhorou-se a iluminação pública de nove artérias, substituindo os equipamentos antigos de cento e vinte e dois candeeiros, pelo tipo moderno de Nova Lux”* (Anuário da Câmara Municipal de Lisboa ACM, 1935, vol. 1). Também continua a aumentar o número de pontos de luz que, a 31 de Dezembro de 1935 já eram *“12.372 candeeiros de iluminação, tendo havido um aumento de duzentas e setenta e seis unidades durante o ano económico de 1934/35”* (ACM, 1935, vol. 1).

As tabelas abaixo também são demonstrativas do empenho da Câmara em sistemas mais eficientes. Na primeira (tab. 6) verifica-se uma redução das lâmpadas de fraca potência entre Janeiro e Dezembro de 1936.

1936	LÂMPADAS							
	25 W	40 W	100 W	150 W	200 W	300 W	500 W	750 W
Janeiro.....	1.852	3.834	3.647	979	430	492	536	82
Dezembro.....	1.829	3.685	3.899	1.005	445	485	533	82
<i>Tendência.....</i>	- 23	- 149	+ 252	+ 26	+ 15	- 7	- 3	0

**Tabela 6 :** Número de Lâmpadas e Voltagens existentes entre Janeiro e Dezembro de 1936 (ACM, 1936).

Na segunda tabela (tab. 7) “*consigna-se o aumento dos candieiros com globos Nova-Lux, equipamentos mais modernos, reduzindo-se consideravelmente os equipamentos mais antigos utilizados na iluminação pública – Lanternas*” (ACM, 1936).

Meses	EQUIPAMENTOS			
	Nova-Lux Electrici- dade	LANTERNAS		
		Gás	Electrici- dade	Totais
Dezembro de 1935.....	4.983	490	1.942	2.452
Dezembro de 1936.....	5.470	489	1.465	1.954
<i>Diferenças.....</i>	+ 487	- 1	- 477	- 478

**Tabela 7 :** Tipo e número de equipamentos existentes entre Dezembro de 1935 e 1936 (ACM, 1936).

No entanto, a partir de 1938 com a criação da 1ª Repartição – Iluminação e Aferições sob a Direcção dos Serviços Técnico-Especiais torna-se evidente que a iluminação utilizada é deficiente: «*o candeeiro Nova-Lux, com globo opalino (conhecido vulgarmente por “nabo”) cujo aproveitamento luminoso é deficiente, pois envia a maior parte do fluxo luminoso para cima, em vez de o radiar para o pavimento. Êste tipo de iluminação é aceitável em princípio nas cidades bem iluminadas, por terem energia em grande quantidade e a preço acessível; utilizado com intensidades reduzidas dá a sensação de iluminação fictícia*». (Anais do Município de Lisboa, AML 1938). A partir do ano seguinte, começa-se a utilizar o sistema axial de luz dirigida na Av. Almirante Reis e iniciam-se os estudos para iluminar outras artérias como as

*“incluídas nas Comemorações Centenárias: Av. da Índia, prolongamento das Av. Almirante Reis e Alferes Malheiro, Estrada da Portela, à Encarnação, Av. de Acesso à Auto-Estrada, Praças do Império e Afonso de Albuquerque, etc.”* (AML, 1939). Apesar de existirem algumas dificuldades na aquisição da aparelhagem necessária pois *“a guerra limitou consideravelmente o mercado internacional”* (AML, 1939).

A partir dos anos 40, a Câmara aposta num plano de renovação da iluminação do espaço público, e instala um grande número de candeeiros com focos de luz dirigida. Em 1945 efectua um relatório onde estabelece regras e normas para projectos de iluminação de acordo com o tipo de artéria a iluminar<sup>62</sup> e definindo o tipo de equipamento a utilizar, salientando a necessidade de se *“definir os novos suportes sob o ponto de vista estético”* (AML, 1945). No ano seguinte, visto que *“a iluminação pública carece de novos modelos de candeeiros, com 2 tipos-base: um em que a altura do foco luminoso acima do pavimento seja de 5 metros e outro em que essa altura seja de 8 metros”* (AML, 1946), lançou-se um concurso para a aquisição dos de 8 metros para a Rua Braamcamp, *“cujo custo unitário é, no entanto, elevado”* (AML, 1946). A Sociedade Portuguesa Cavan respondeu a este concurso para a aquisição de postes de ferro com um poste em betão que foi apreciado extra-concurso e cujo modelo *“foi aprovado já no corrente ano para ser utilizado em artérias sub-urbanas tais como as Avenidas do Aeroporto e do Alferes Malheiro”* (AML, 1946). Estas colunas constituídas *“por base e fuste numa só peça de betão armado, vibrado e polido, do tipo pré-esforçado, encimado por capitel e consola, também de uma só peça, que suportará na extremidade a lanterna, cujo foco luminoso ficará a cerca de 8 metros de altura, com 1m,60 de balanço em relação ao eixo do fuste”* (AML, 1946), vão tornar-se uma referência em vários bairros de Lisboa.

Em 1951, com as obras de renovação do pavimento na Rua Garrett surge outro dos modelos característicos de candeeiros da zona do Chiado e da baixa de Lisboa. Nesta altura, decidiu-se eliminar a instalação de candeeiros de coluna e promoveu-se um desenho de consola com lanterna suspensa *“cujo conjunto serve como elemento de*

---

<sup>62</sup> Consultar os Anais do Município de Lisboa, ano de 1945

valor na decoração destas artérias pelo que se procurou ajustar a composição das suas linhas à expressão arquitectónica das edificações” (Revista Municipal, 1951, nº 50). A autoria do modelo é do Arq. José Maria de Magalhães (1909-1971) (CML, inf. Nº 3230). Em 1956, a Câmara instala o primeiro sistema de telecomando eléctrico (automático) da iluminação do espaço público, que permite economizar energia através da eliminação do tempo de acendimento não útil, e a isenção de mão-de-obra (Mariano, 1993).

Todo este investimento no serviço de iluminação pode ser observado na seguinte tabela realizada, em 1957, por Castro Nery num artigo sobre iluminação do espaço público em Lisboa publicado na Revista Municipal (tab. 8):

CANDEEIROS — SUPORTES E EQUIPAMENTOS	EXISTÊNCIA EM DEZEMBRO DE							
	1929	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1956
<i>A electricidade — antigos:</i>								
Colunas de ferro { nova-lux .....	4.083	4.267	4.997	5.781	6.189	6.330	5.841	5.708
{ diversos .....	—	—	3.290	2.692	2.466	2.202	1.670	1.607
Consolas de ferro { lanternas .....	—	6.352	978	887	797	717	664	765
{ diversos .....	6.282	—	2.141	2.317	2.659	2.739	2.676	2.622
Diversos e provisórios .....	—	55	25	30	30	58	59	59
Somas .....	10.365	10.674	11.431	11.707	12.141	12.046	10.910	10.761
<i>A electricidade — modernos:</i>								
Postes de ferro — luz dirigida .....	327	327	326	268	318	575	941	1.015
Postes de betão — luz dirigida .....	—	—	—	138	106	613	1.962	2.204
Consolas de ferro { bairros económicos ..	—	—	—	—	184	253	262	262
{ luz dirigida .....	—	—	—	—	—	—	584	767
{ luz fluorescente ....	—	—	—	—	—	—	285	380
Consolas de ferro e de betão-globos opa- linos .....	—	—	—	—	37	848	1.204	1.265
Colunas de betão-refractores e difusores	—	—	—	—	—	—	209	270
Travessias .....	29	29	29	136	159	180	292	288
Somas .....	356	356	355	542	804	2.469	5.739	6.451
<i>A gás — antigos:</i>								
Colunas de ferro — lanternas .....	466	494	93	93	93	70	70	63
Consolas de ferro — lanternas .....	—	—	397	389	385	360	356	281
Somas .....	466	494	490	482	478	430	426	344
TOTAIS .....	11.187	11.524	12.276	12.731	13.423	14.945	17.075	17.556

**Tabela 8:** Número de Candeeiros e respectiva classificação entre 1929 e 1956. Castro Nery em Revista Municipal, Ano XVIII, nº 73, 2º Trimestre de 1957.

Nery (1957) considera os “*Modelos antigos*” aqueles “*em que o foco luminoso é constituído por lâmpada eléctrica ou manga de incandescência a gás, de brilho intrínseco elevado no plano horizontal que o contém, e os que são protegidos por globos difusores*” ou seja aqueles “*focos normalmente instalados a pequena altura, situados no campo de visão dos condutores de veículos rápidos, e ofuscantes em demasia para a segurança na condução dos mesmos*”. Entre eles incluem-se “*lanternas a gás; lanternas adaptadas a electricidade; reflectores com globos claros; globos difusores, tipo “Nova Lux”; diversos e provisórios (indefinidos)*”. (R.M., Ano XVIII, nº 73, 2º Trimestre de 1957). Os “*Modelos modernos*” são aqueles “*em que a luz dos focos luminosos é dirigida por dispositivos ópticos adequados ou difundida por forma a não serem ofuscantes para os condutores de veículos automóveis*” e englobam “*lanternas difusoras com luz normal ou fluorescente; globos refractores; reflectores com difusores opalinos*”. (R.M., Ano XVIII, nº 73, 2º Trimestre de 1957).

Este tipo de classificação atende somente à capacidade e eficiência em termos de segurança viária e pedonal, mas fornece um panorama concreto da evolução da iluminação do espaço público em Lisboa. Como se pode observar em 1956 ainda subsistiam 344 candeeiros a gás, 63 em colunas e 281 em consolas. Segundo Marques (1971) em 1960 existiam 20271 candeeiros dos quais 256 eram a gás; em 1969 existiam 28 146 candeeiros já todos a electricidade<sup>63</sup> e no “*final de 1970 devem atingir cerca de 29500*” (Marques, 1971).

### **1.2.8. Evolução dos tipos de fontes de luz**

Para além desta classificação, Nery (1957) também apresentou a evolução das fontes de luz utilizadas, através de uma tabela relativa a candeeiros a electricidade que incluem a “*luz de incandescência, de fluorescência, de mercúrio com fluorescência, de vapor de*

---

<sup>63</sup>Como referido anteriormente, a iluminação a gás só desaparece totalmente da cidade de Lisboa em 1965.

*mercúrio e mista*” (tab. 9), pois os candeeiros a gás poderiam ser contabilizados no quadro anterior (tab. 8).

FOCOS LUMINOSOS	EXISTÊNCIA EM DEZEMBRO DE							
	1929	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1956
<i>Incandescência:</i>								
25 watts .....	1.924	1.942	1.943	1.792	5.577	—	—	—
40 watts .....	3.593	3.835	2.834	3.747	—	4.979	1.117	686
60 watts .....	—	—	—	—	3.547	739	2.551	2.497
100 watts .....	3.077	2.949	3.647	4.065	2.062	4.540	4.045	4.598
150 watts .....	988	980	979	941	—	—	—	—
200 watts .....	294	406	430	510	738	2.661	5.440	5.485
300 watts .....	218	478	492	445	991	933	1.854	2.237
500 watts .....	773	541	536	776	154	826	1.455	1.456
750 watts .....	117	73	82	173	—	8	203	183
1.000 watts .....	—	—	—	—	—	—	—	8
Somas .....	10.924	11.204	11.493	12.449	13.069	14.686	16.666	17.150
<i>Fluorescência:</i>								
30 watts .....	—	—	—	—	—	360	1.586	1.952
50 watts .....	—	—	—	—	—	—	798	786
Somas .....	—	—	—	—	—	360	2.384	2.738
<i>Mercúrio com fluorescência:</i>								
425 watts .....	—	—	—	—	—	—	—	29
<i>Vapor de mercúrio:</i>								
140 watts .....	—	—	—	—	—	—	5	5
290 watts .....	—	—	—	—	—	—	54	54
Somas .....	—	—	—	—	—	—	59	59
<i>Luz mista:</i>								
160 watts .....	—	—	—	—	—	—	4	4
250 watts .....	—	—	—	—	—	—	—	45
Somas .....	—	—	—	—	—	—	4	49
Potência eléctrica (kW) .....	1.272	1.284	1.237	1.496	1.080	1.939	3.231	3.417

**Tabela 9:** Tipologia de focos de iluminação entre 1929 e 1956. Castro Nery *em* Revista Municipal, Ano XVIII, nº 73, 2º Trimestre de 1957.

A observação desta tabela permite perceber os numerosos aperfeiçoamentos da lâmpada de incandescência, assim como a investigação em outros tipos de fontes luminosas, numa procura constante de aumento de eficácia luminosa, ou seja, na quantidade de luz fornecida por watt de potência consumida. Mas, é na década de 60 que se avança para soluções mais eficazes de iluminação com a utilização sistemática de lâmpadas de descarga em vapor de mercúrio de alta pressão, de luz branca. Este tipo de lâmpada permitiu duplicar os valores de eficácia luminosa e melhorar substancialmente a iluminação nas ruas da cidade. Assim, a iluminação da cidade passa a ser do seguinte modo: “1º - *Iluminação fluorescente, com lâmpadas de ampola, nos arruamentos de 1ª categoria da cidade, comerciais, praças importantes, alamedas, grandes vias de tráfego, e nos arruamentos itinerários e subsidiários importantes de trânsito*” e em “2º - *Iluminação de incandescência, com lâmpadas de potência elevada (500/750 W) nos arruamentos-eixos de circulação, ou comerciais, dos bairros residenciais da cidade, e de potências menores (200/300 W) nos arruamentos de carácter habitacional, e nas vias públicas de reduzida importância*” (Actas da Sessões da CML, 1962), prevendo-se a supressão gradual das lâmpadas de 100 W de incandescência.

No entanto, é a partir dos anos 70 com a introdução das lâmpadas de vapor de sódio, de luz monocromática, de cor amarela “*que se inicia uma fase verdadeiramente inovadora na iluminação pública, a qual se caracteriza pela conjugação de objectivos aparentemente contraditórios; reforço do nível de iluminação e economia de consumo de energia*” (Mariano, 1993), que leva à eliminação em 1965 do último candeeiro a gás, acabando-se assim com a memória viva de um dos tipos populares da cultura nacional – o lampião – e com mais de um século deste tipo de iluminação do espaço público. Em Dezembro de 1965, o Presidente da Câmara Municipal de Lisboa “*informava a vereação que deixou de existir na Cidade o último candeeiro a gás, que ainda funcionava. Os últimos existiam no Bairro de Santa Catarina, bairro esse que foi totalmente remodelado entre o dia 9 e o dia 15 do corrente*” (Actas das Sessões da CML, nº 367, Reunião de 22 e 29 de Dezembro de 1965).

### 1.2.9. Dos anos 70 até à actualidade

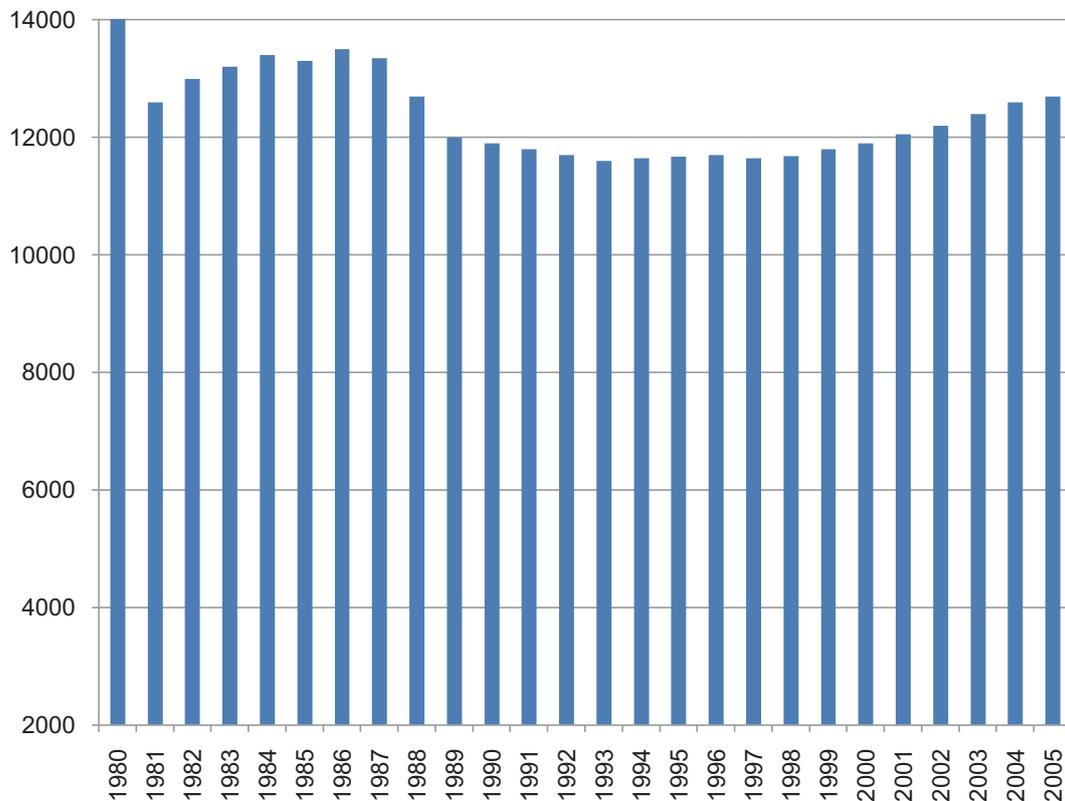
Em 1975, à semelhança do que aconteceu nos outros sectores da actividade económica, as CRGE, concessionária da Câmara Municipal de Lisboa, é nacionalizada e integrada na empresa pública EDP – Electricidade de Portugal, que absorveu as 14 empresas do sector eléctrico existentes (Costa, 1996). A partir desta data, a EDP<sup>64</sup> torna-se a única concessionária de electricidade de Portugal continental, à qual é concedida em exclusivo e em regime de serviço público, por tempo indeterminado, o exercício das actividades de produção, transporte e distribuição de energia eléctrica. Também se torna responsável pela gestão da aquisição do equipamento para a iluminação do espaço público, criando especificações e controlando as normas nacionais e comunitárias, a que os fabricantes de candeeiros para a iluminação do espaço público têm que obedecer<sup>65</sup>.

A partir da década de 70, a Câmara tem sobretudo procurado implementar um programa de melhoria da eficácia luminosa das fontes de iluminação da cidade de Lisboa, através da utilização lâmpadas de descarga de vapor de sódio de alta pressão. Paralelamente, a concessionária de distribuição de electricidade, a actual EDP, tenta por um lado garantir um correcto fornecimento de energia eléctrica e por outro, elevada segurança no funcionamento da rede de iluminação do espaço público. De facto, desde os anos 70 que a atenção relativa à iluminação do espaço público se encontra centrada na eficiência energética do equipamento, ou seja em soluções convergentes de poupança energética. Os gráficos seguintes resumem estas questões quase exclusivamente centradas nas questões energéticas das instalações de iluminação (gráficos 1, 2 e 3).

---

<sup>64</sup> EDP, no Continente; EDA nos Açores; EEM na Madeira.

<sup>65</sup> Consultar neste capítulo, a secção 2: tipologias e constituição dos candeeiros, para informações sobre este tema.



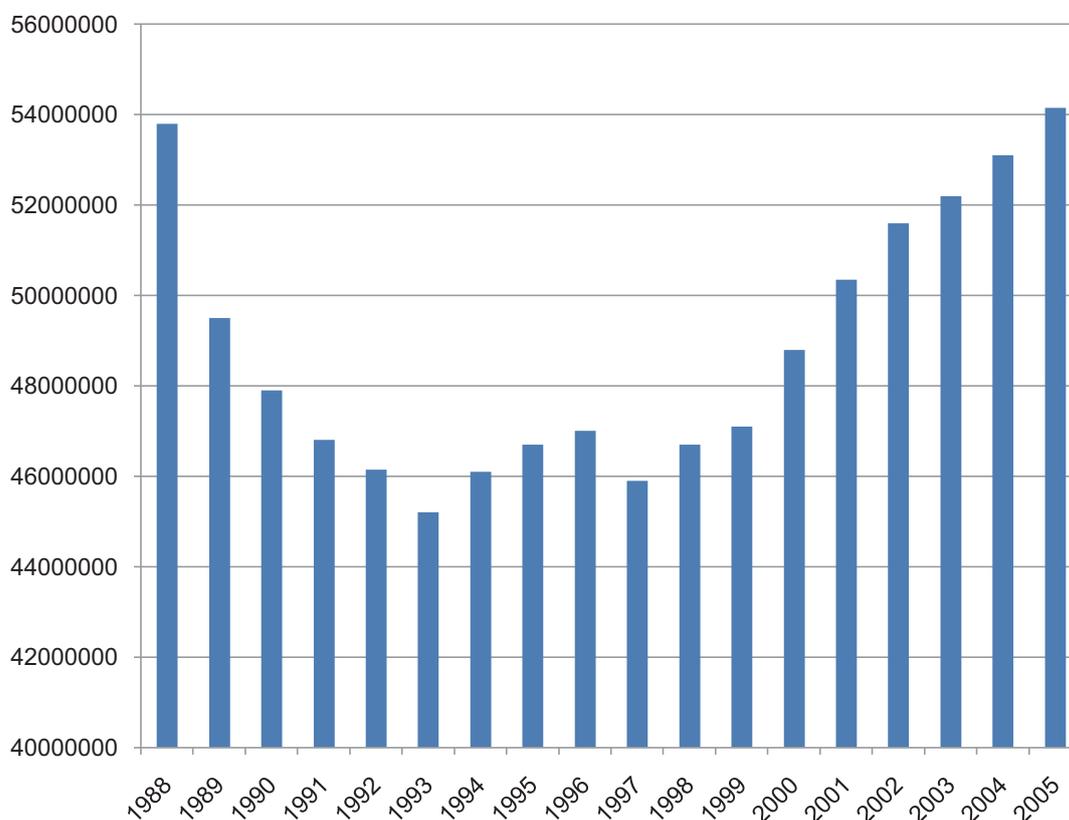
**Gráfico 1:** Potência instalada em Lisboa entre 1980 e 2005 (adaptado de Ferreira, S<sup>66</sup>, *Sessão Ponto de Encontro*<sup>67</sup> de 30 de Março de 2006)

O gráfico 1 mostra a potência instalada em Lisboa entre 1980 e 2005. A potência está directamente relacionada com o tipo de lâmpadas utilizadas, assim a gradual substituição de lâmpadas energeticamente pouco eficientes, entre 1986 e 1993, provocou um decréscimo na potência total. Sensivelmente a partir de 1997, assiste-se a um ligeiro aumento da potência mas devido ao incremento do número de lâmpadas instaladas em Lisboa., que entre 2000 e 2005 dilatou cerca de 10 a 12% (Ferreira,

<sup>66</sup> Silva Ferreira foi Chefe da Divisão da Iluminação Pública da Câmara Municipal de Lisboa (CML), Director Municipal da Intervenção Local da CML, Director Municipal de Ambiente Urbano da CML e Director Municipal de Projectos e Obras da CML.

<sup>67</sup> Ponto de Encontro é uma plataforma de diálogo aberto, no qual todos os cidadãos são chamados a contribuir para dialogar sobre o desempenho da cidade e encontrar soluções viáveis para melhorar esse desempenho. Organiza sessões abertas desde Fevereiro de 2006 onde convida cidadãos, actores económicos, decisores políticos e especialistas em áreas temáticas relevantes para o desenvolvimento sustentável da cidade de Lisboa.

2006), acompanhando o crescimento natural da cidade e reforçando a iluminação em locais pouco iluminados.

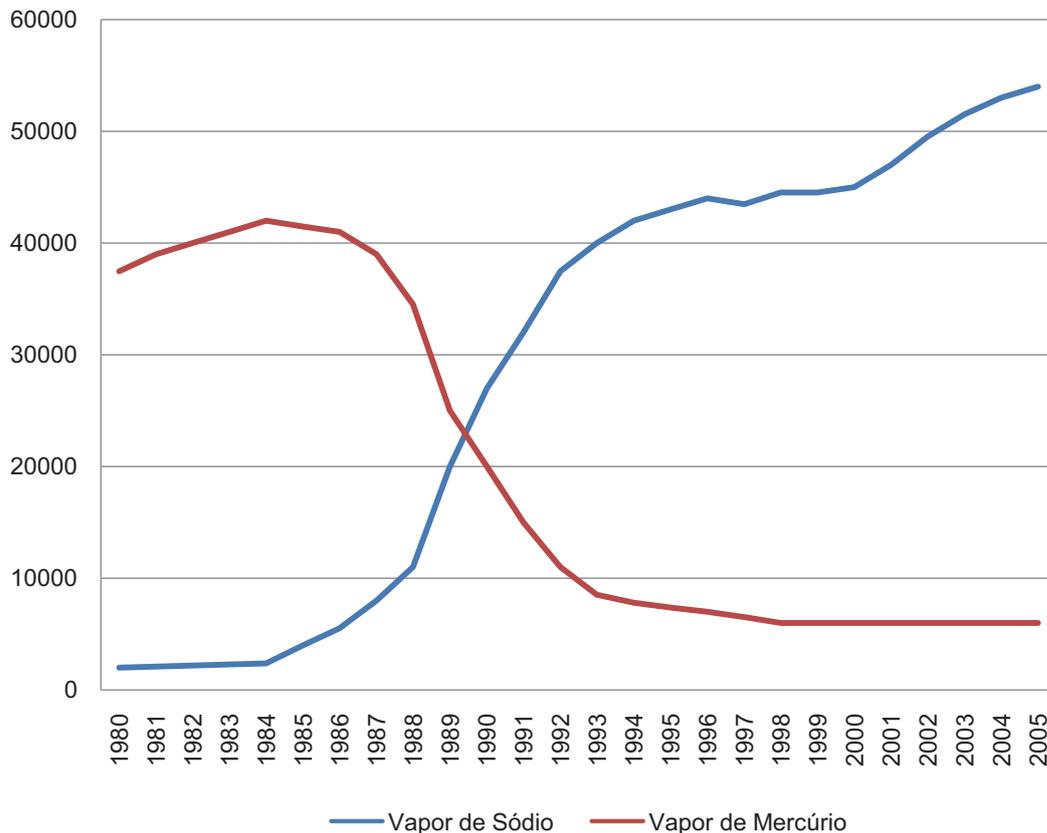


**Gráfico 2:** Energia consumida em Lisboa entre 1988 e 2005 (adaptado de Ferreira, S., *Sessão Ponto de Encontro* de 30 de Março de 2006)

Este segundo gráfico revela a energia consumida em Lisboa entre 1988 e 2005. A sua interpretação confirma o investimento por parte da Câmara em lâmpadas energeticamente mais eficientes, observando-se que entre 1988 e 1993, a energia consumida decresceu continuamente. A partir de 1997 dá-se um aumento progressivo da energia consumida devido, por um lado, ao agravamento do custo da energia, e por outro, ao incremento do número de pontos de luz, pois, segundo Ferreira (2006), actualmente gasta-se menos energia por ponto de luz instalado.

O gráfico 3 indica o número de lâmpadas de vapor de sódio e de vapor de mercúrio instaladas em Lisboa entre 1980 e 2005. O decréscimo de utilização das lâmpadas de

vapor de mercúrio, a chamada luz branca, a favor do uso das lâmpadas de vapor de sódio, que em 2005 superaram as 50 000 unidades, vai de encontro às medidas adoptadas de poupança e eficiência energética.



**Gráfico 3:** Lâmpadas de Vapor de Sódio e de Vapor de Mercúrio instaladas em Lisboa entre 1980 e 2005 (adaptado de Ferreira, S., Sessão Ponto de Encontro de 30 de Março de 2006)

Actualmente a Câmara de Lisboa continua a apostar em equipamentos energeticamente eficientes e pretende poupar até 80 por cento de energia na iluminação do espaço público, através da introdução de sensores de luminosidade e de lâmpadas com tecnologia de muito baixo consumo. A autarquia em colaboração com a Agência Municipal de Energia e Ambiente, Lisboa E-Nova, instalou em 2008, um sensor de luminosidade nas instalações da EDP em Sete Rios, que permite “*garantir que a iluminação pública só funciona quando é estritamente necessária*”, ao garantir um “*melhor sincronismo*” (Público, 28-10-2008) entre o momento de acendimento da

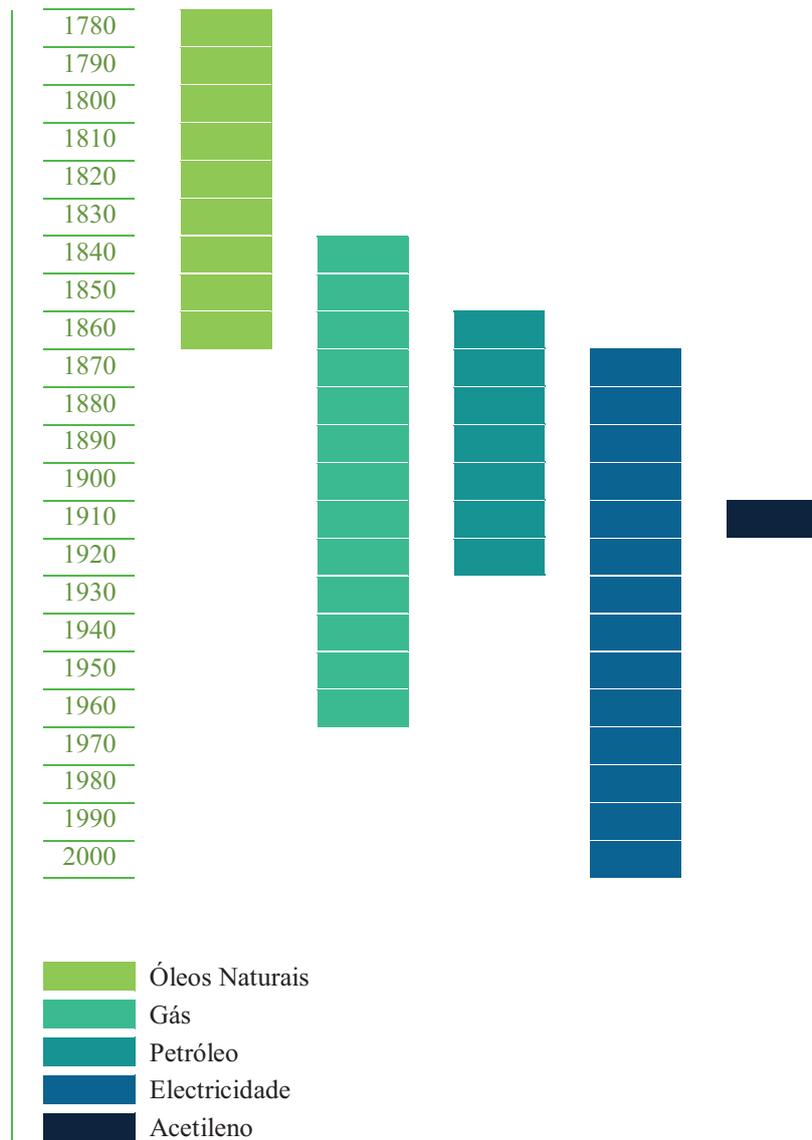
iluminação e a necessidade real de iluminação artificial. Para além disso, vai substituir as lâmpadas convencionais por tecnologia LED (de muito baixo consumo) no Parque Eduardo VII, Avenida da Liberdade e Bairro Alto, e efectuar a monitorização do consumo de alguns candeeiros na Avenida da Liberdade, pretendendo-se “*constituir cenários de referências*”, que irão depois ser usados para o desenvolvimento de intervenções no sentido da eficiência energética (Público, 28-10-2008).

Todo este investimento na eficiência energética do sistema de iluminação do espaço público de Lisboa, também se reflecte nos equipamentos em si, que deixam de ser projectados para espaços específicos e passam a ser quase exclusivamente encomendados por catálogo. Passa-se para uma situação em que o desenho da luminária e, principalmente, da coluna se torna igual aos das auto-estradas e vias rápidas: colunas em metal ou betão perfeitamente incharacterísticas de qualquer lugar. Esta conjuntura também é consequência do actual contrato de concessão estabelecido entre a câmara e a EDP<sup>68</sup>.

A próxima tabela permite resumir os vários sistemas de iluminação do espaço público em uso em Lisboa, desde o seu aparecimento até à actualidade. A sua observação permite verificar que até aos anos 20 do século XX, a opção de iluminação é efectuada sem rede de infra-estrutura física, primeiro com o azeite e depois com o petróleo, com uma breve utilização do acetileno durante a 1ª Guerra Mundial. A partir de 1840, começa-se a utilizar o gás e em 1860 a electricidade na iluminação do espaço público, mas apenas em 1923 através de rede com distribuição centralizada da energia. Apenas em 1965 é que a electricidade passará a ser a única forma de energia na iluminação do espaço público da cidade de Lisboa (tab. 10).

---

<sup>68</sup> Consultar a próxima secção relativa às cláusulas deste contrato.



**Tabela 10:** Cronograma dos sistemas de iluminação do espaço público em Lisboa (adaptado de Cordeiro, 2006)

### 1.2.10. Instrumentos de gestão e regulamentação

Actualmente o serviço de iluminação do espaço público de Lisboa é assegurado pela Divisão de Iluminação Pública (DIP) cujas competências compreendem:

*“a) Estudar e projectar instalações novas ou de remodelação de rede de iluminação pública, da iluminação ornamental dos monumentos, fontes e lagos;*

- b) Assegurar a manutenção e conservação das instalações de iluminação pública, da iluminação ornamental dos monumentos, das fontes e lagos, bem como das respectivas instalações hidráulicas;*
- c) Requisitar à empresa distribuidora de energia as obras que, por força do contrato de concessão, constituem encargos desta empresa pública;*
- d) Elaborar estudos sobre a gestão energética, designadamente sobre a utilização racional e eficiente de energia nos domínios de iluminação pública e de monumentos.”*

Por sua vez, os contratos de concessão de distribuição de energia eléctrica em baixa tensão, onde a iluminação dos espaços públicos se insere, estão vinculados ao Decreto-Lei n.º 344-B/82, de 1 de Setembro, com as alterações que lhe foram introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 341/90, de 30 de Outubro, assim como, no Decreto-Lei n.º 182/95 e no Decreto-Lei n.º 184/95, ambos de 27 de Julho. Paralelamente, foram publicadas a Portaria n.º 90-A/92, de 10 de Fevereiro e a Portaria n.º 454/2001, de 5 de Maio, que estabelecem as cláusulas do contrato tipo de concessão de distribuição de energia eléctrica em baixa tensão. De destacar desta última portaria o Artigo 16.º que estipula, no n.º 2, que no *“que respeita especialmente à iluminação pública, a Câmara e o concessionário acordarão, até ao final de cada ano, sobre o plano de obras para o ano seguinte”* (Portaria n.º 454/2001, art. 16 § 2). O Artigo 28.º delibera as condições de estabelecimento das redes de iluminação pública e respectivos encargos, definindo no n.º 1, que o *“concessionário procederá, quando tal for solicitado pela Câmara, ao estabelecimento das redes de iluminação pública, de acordo com os projectos aprovados pela Câmara, tendo em conta o que se encontrar convencionado no plano de obras referido no n.º 2 do artigo 16.º”* (Portaria n.º 454/2001, art. 28 § 1).

Também estabelece que a gestão da iluminação pública é da inteira responsabilidade da Câmara no que respeita *“a níveis e horários de iluminação e ao tipo e número de aparelhos de iluminação e lâmpadas em serviço.* (Portaria n.º 454/2001, art. 28 § 6) mas, por sua vez, o concessionário responsabiliza-se pela implementação do *“sistema de comando de iluminação pública que for acordado com a Câmara, bem como a mantê-lo actualizado e em bom estado de funcionamento, garantindo a necessária assistência à rede de iluminação pública”* (Portaria n.º 454/2001, art. 28 § 7).

Quanto aos aparelhos de iluminação e respectivos suportes a utilizar no município serão “*escolhidos de entre os tipos normalizados existentes no mercado, tendo em conta a utilização racional da energia, sendo a indicação dos locais da sua instalação e a fixação da potência das lâmpadas da competência da Câmara*” (Portaria n.º 454/2001, art. 29 § 1), para além de que serão utilizadas “*lâmpadas de adequado rendimento, com observância dos critérios de normalização e mais eficiente*” (Portaria n.º 454/2001, art. 298 § 3). No entanto, é a EDP que decide sobre a qualificação dos fornecedores e modelos que podem ser utilizados no sistema de iluminação pública<sup>69</sup>.

No entanto, nas questões relativas aos custos que nos “*casos de iniciativa da Câmara, de estabelecimento de novas redes de iluminação pública*” cabe ao concessionário suportar “*o custo dos aparelhos de iluminação e lâmpadas de tipo corrente no município, dos respectivos suportes em apoios da rede de distribuição e da mão-de-obra necessária à sua instalação, ligação e desmontagem*” (Portaria n.º 454/2001, art. 30 § 2), são as que mais influenciam na escolha dos equipamentos. Sendo que, se a Câmara decidir optar por “*colunas, aparelhos de iluminação ou lâmpadas de tipo diferente*” (Portaria n.º 454/2001, art. 30 § 2), terá que suportar o excesso dos custos, o que torna extremamente difícil a tomada de decisões relativas a novos modelos ou mesmo modelos exclusivos para determinado projecto. Para além disto, nos projectos de iniciativa camarária de remodelação ou alteração dos suportes ou lâmpadas já existentes, os custos serão inteiramente por sua conta. A questão dos custos associados à conservação das instalações, também limita a liberdade de escolha dos equipamentos, pois só quando os equipamentos são do tipo corrente é que o concessionário assegura por inteiro os encargos de conservação dos aparelhos de iluminação e dos respectivos suportes. Ou seja, se a câmara optar por equipamentos não padronizados “*considerando-se padronizado, para os efeitos do disposto no presente artigo, o material qualificado como corrente à data da assinatura do presente contrato*”

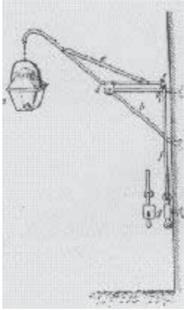
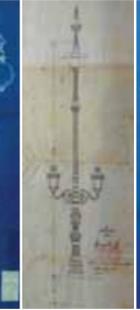
---

<sup>69</sup> Consultar Anexo I com um exemplo dos modelos das luminárias Philips qualificadas para a iluminação pública até 31-12-2010.

(Portaria n.º 454/2001, art. 31 § 4), terá que suportar sozinha, os custos com a sua conservação e substituição.

### **1.3. Panorâmica da evolução formal do candeeiro**

Esta secção ilustra através de desenhos originais e de fotografias da época a evolução formal, mas também técnica, material e funcional dos vários tipos de candeeiros utilizados no sistema de iluminação do espaço público da cidade de Lisboa. Começa na génese da iluminação do espaço público em 1780 com as primeiras experiências a azeite, passando pelo consolidar do sistema de iluminação a electricidade nos anos 20 até cerca dos anos 70 do século passado, com as grandes preocupações de poupança energética. A partir desta época começam a surgir variadíssimos catálogos com muitos modelos de candeeiros de iluminação pública, ampliando grandemente a oferta mas obstando a recolha de todos os modelos desde então utilizados nos espaços públicos de Lisboa (linha de tempo 1, 2, 3 e 4).

<p>Candeeiro de Suspensão Martinho António de Castro (eng.º) (atrib.)</p>	<p>Candeeiro de Coluna Praça D. Pedro IV José Deiry</p>	<p>Candeeiro de Coluna Praça D. Pedro IV José Deiry (altern.)</p>	<p>Candeeiro de Coluna Edifício dos Paços do Concelho José Luís Monteiro (arq.)</p>	<p>Candeeiro de Coluna Rostrae Praça do Comércio José Luís Monteiro (arq.)</p>	<p>Candeeiro de Coluna Nº 1 Companhia de Gaz de Lisboa</p>	<p>Candeeiro de Coluna Nº 2 Companhia de Gaz de Lisboa</p>	<p>Candeeiro de Coluna Nº 3 Companhia de Gaz de Lisboa</p>	<p>Lanterna Nº 5 Companhia de Gaz de Lisboa</p>	<p>Candeeiro de Coluna Avenida da Liberdade Companhia de Gaz de Lisboa</p>	<p>Candeeiro de Coluna Avenida da Liberdade Companhia de Gaz de Lisboa</p>	<p>Candeeiro de Coluna Avenida da Liberdade Companhia de Gaz de Lisboa</p>	<p>Candeeiro de Coluna Marques da Silva</p>	<p>Candeeiro de Coluna</p>	<p>Candeeiro de Coluna Elevação dos Candeeiros na Av. da Liberdade</p>	<p>Lâmpada de Suspensão Rua Nova do Carmo</p>	<p>Candeeiro de Coluna Av. da Liberdade</p>	<p>Candeeiro de Coluna Jardim Braancamp Freire Inácio Peres Fernandes (arq.)</p>	<p>Candeeiro de Coluna Tipo Caravela José Augusto de Magalhães (arq.)</p>	<p>Candeeiro de Coluna Tipo Caravela José Augusto de Magalhães (arq.)</p>	<p>Candeeiro de Coluna Tipo Caravela – 4 braços José Augusto de Magalhães (arq.)</p>	<p>Candeeiro de Coluna Tipo Caravela – 4 braços, variante José Augusto de Magalhães (arq.)</p>	<p>Candeeiro de Coluna Tipo Garret José Augusto de Magalhães (arq.)</p>	<p>Candeeiro de Coluna nº 17 Tipo ordinário</p>			
																										
<p>Iluminação a Azeite</p>	<p>Iluminação a Gás</p>		<p>Iluminação a Electricidade</p>																							
<p>1780</p>	<p>1848</p>		<p>1888</p>										<p>1889</p>										<p>1949</p>			<p>1953</p>



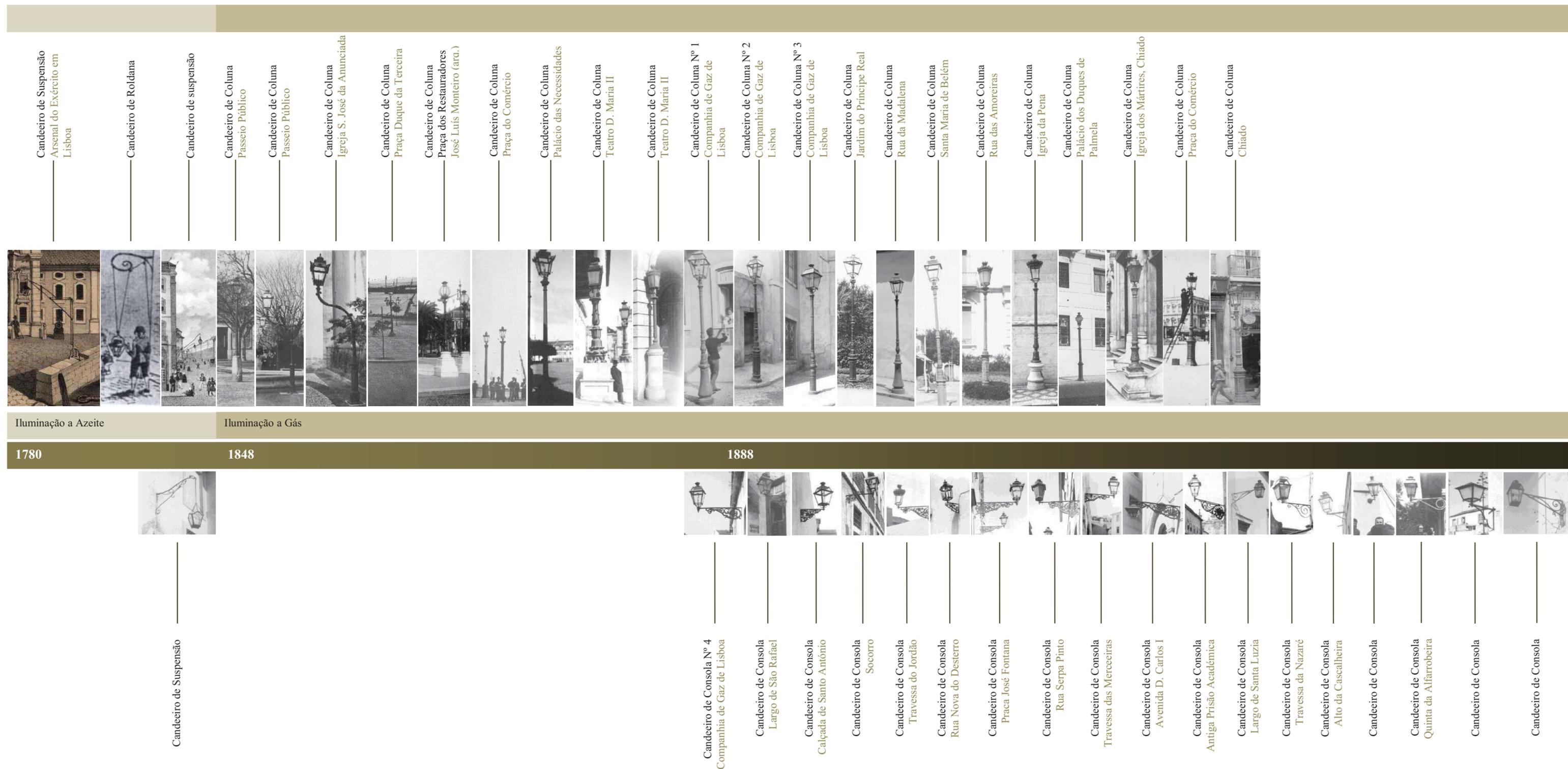
Candeeiro de Consola Nº 4  
Companhia de Gaz de Lisboa



Candeeiro de Consola  
Ferro Forjado de barra inclinada

Linha de Tempo 1 : Desenhos originais e cópias marion dos projectos de candeeiros a azeite, gás e electricidade para Lisboa – 1780/1950





Linha de Tempo 2: Candeeiros a azeite e a gás na cidade de Lisboa até 1889



<p>Candeeiro de Vedação Largo de Sta. Luzia</p> <p>Candeeiro de Vedação R. do Milagre de Sto. António</p> <p>Candeeiro de Vedação Praça do Comércio</p> <p>Candeeiro de Vedação Largo Trindade Coelho</p> <p>Candeeiro de Vedação Av. Duque de Loulé</p> <p>Candeeiro de Vedação Igreja da Madalena</p> <p>Candeeiro de Vedação Av. Fontes Pereira de Melo</p>	<p>Candeeiro de Coluna Jardim Nuno Alvares</p> <p>Candeeiro de Coluna Praça Duque de Terceira</p> <p>Candeeiro de Coluna Av. da Liberdade</p> <p>Candeeiro de Coluna Palácio de Belém</p> <p>Candeeiro de Coluna Av. 24 de Julho</p> <p>Candeeiro de Coluna Av. 24 de Julho</p> <p>Candeeiro de Coluna Praça dos Restauradores</p> <p>Candeeiro de Coluna Campo Mártires da Pátria</p> <p>Candeeiro de Coluna Av. da Liberdade</p>	<p>Candeeiro de Coluna Praça D. Pedro IV</p> <p>Candeeiro de Coluna Praça do Comércio</p> <p>Candeeiro de Coluna Av. Fontes Pereira de Melo</p> <p>Candeeiro de Coluna Praça do Comércio</p> <p>Candeeiro de Coluna Praça do Marquês de Pombal</p> <p>Candeeiro de Coluna Lago do Campo Grande</p> <p>Candeeiro de Coluna Rua Paiva de Andrade</p> <p>Candeeiro de Coluna Parque Eduardo VII</p> <p>Candeeiro de Coluna</p> <p>Candeeiro de Coluna Av. Alvares Cabral</p> <p>Candeeiro de Coluna Praça da Figueira</p> <p>Candeeiro de Coluna Av. 24 de Julho</p> <p>Candeeiro de Coluna Praça do Marquês de Pombal</p>
<p>Iluminação a Gás</p>		<p>Iluminação a Electricidade</p>
<p>1848</p>		<p>1889</p>
<p>Lanterna de Vedação Palácio Vilalva</p> <p>Lanterna de Vedação Av. 24 de Julho</p> <p>Lanterna de Vedação Jardim da Estrela</p> <p>Lanterna de Tecto Praça do Comércio</p>	<p>Lanterna de Vedação Jardim Museu Agrícola Tropical</p> <p>Lanterna de Vedação Parque Silva Porto</p>	<p>Candeeiro de Consola Rua do Sol ao Rato</p> <p>Candeeiro de Consola Cais da Lingueta</p> <p>Candeeiro de Consola Rua da Páscoa</p> <p>Candeeiro de Consola</p>

Linha de Tempo 3: Candeeiros a gás e a electricidade na cidade de Lisboa até à década de 30 de noventaos (cont.)



Iluminação a Electricidade

1930

1946

1951

Candeeiro de Coluna  
Rua Miguel Lupi

Candeeiro de Coluna  
Rua de S. Ciro

Candeeiro de Coluna  
Rua da Lapa

Candeeiro de Vedação  
Travessa da Horta Navia

Candeeiro de Coluna  
Rua do Vale de Sto. António

Candeeiro de Coluna  
Travessa do Fala-Só

Candeeiro de Coluna  
Rua Penha de Franca

Candeeiro de Coluna  
Calçada da Patriarcal

Candeeiro de Coluna  
Rua Mouzinho da Silveira

Candeeiro de Coluna  
Largo das Necessidades

Candeeiro de Coluna  
Rua de S. Julião

Candeeiro de Coluna  
Rua Rodrigues Sampaio

Candeeiro de Coluna  
Largo do Andaluz

Candeeiro de Coluna  
Praça José Fontana

Candeeiro de Vedação  
Largo de S. Vicente

Candeeiro de Vedação  
Jardim S. Pedro de Alcântara

Candeeiro de Vedação  
Largo de Sto. António

Candeeiro de Coluna  
Calçada da Estrela

Candeeiro de Coluna  
Pç. Duque da Terceira

Candeeiro de Coluna  
R. das Francesinhas  
José Augusto de Magalhães

Candeeiro de Coluna  
Campo Grande  
José Augusto de Magalhães

Candeeiro de Coluna  
Av. da Liberdade  
José Augusto de Magalhães

Candeeiro de Coluna  
Av. Infante D. Henrique

Candeeiro de Coluna  
Av. da Índia

Candeeiro de Coluna  
Av. Almirante Gago

Candeeiro de Coluna  
Bairro de Alvalade

Candeeiro de Coluna  
Av. do Restelo

Candeeiro de Coluna  
R. Duarte Pacheco Pereira

Candeeiro de Coluna  
Rua Correia Garção

Candeeiro de Coluna  
Parque Eduardo VII  
Francisco Keil do Amaral

Candeeiro de Coluna  
Rocha do Conde de Óbidos

Candeeiro de Coluna  
Rocha do Conde de Óbidos

Candeeiro de Coluna  
Praça do Império

Candeeiro de Coluna  
R. António Pereira de Sousa

Candeeiro de Coluna  
Av. 24 de Julho

Candeeiro de Coluna  
Pç. Luís de Camões

Candeeiro de Coluna  
Av. do Restelo

Candeeiro de Coluna  
Azinhaga do Poço de Cortes

Candeeiro de Coluna  
Pç. Almirante Américo  
Tomás

Candeeiro de Coluna  
Rua Cidade de Tete

Candeeiro de Coluna  
Acesso à Ponte 25 de Abril

Candeeiro de Coluna  
Rua Professor Aires de Sousa

Lanterna de Vedação  
Rua Latino Coelho

Candeeiro de Consola  
Rua do Limoeiro

Candeeiro de Consola

Candeeiro de Consola  
Calçada de S. Francisco

Candeeiro de Consola  
Calçada de S. Francisco

Candeeiro de Travessia

Candeeiro de Travessia

Candeeiro de Consola

Candeeiro de Consola  
Rua da Prata  
José Augusto de Magalhães (arq.)

Candeeiro de Consola  
Rua Garrett  
José Augusto de Magalhães (arq.)

Linha de Tempo 4: Candeeiros a electricidade na cidade de Lisboa entre a década de 30 e 70 de novecentos (cont.)



#### 1.4. Gestão da iluminação no espaço público

A Portaria n.º 148/84, de 15 de Março, estabeleceu as regras, mediante a publicação de um contrato tipo, a que devem obedecer os contratos de concessão de distribuição de energia eléctrica em baixa tensão (BT) a celebrar entre os municípios e a EDP. Posteriormente, tendo em conta as alterações entretanto introduzidas no referido decreto-lei e as novas regras de cálculo da renda a pagar pelo concessionário ao município, no âmbito da actividade de distribuição de energia eléctrica em baixa tensão, a Portaria n.º 90-A/92, de 10 de Fevereiro, veio modificar algumas das regras do referido contrato tipo. Mais tarde, quer devido a alterações de natureza legislativa, quer devido a inovações de ordem tecnológica, foi publicado outro modelo de contrato tipo na Portaria n.º 454/2001, de 5 de Maio<sup>70</sup>, que se encontra actualmente em vigor.

Este contrato especifica que a rede de BT compreende os postos de transformação, as linhas de BT, os ramais, as instalações de iluminação do espaço público e os aparelhos e acessórios afectos à sua exploração. Relativamente às redes de iluminação do espaço público são geralmente propriedade da Câmara e, por contrato de concessão, a rede é normalmente gerida e mantida pela EDP.

No caso de Lisboa (e da maioria das cidades portuguesas), a Câmara tem um contrato de concessão com a EDP e todos os anos é efectuado um encontro de contas: a EDP tem que pagar pela utilização dos solos e a Câmara paga a energia gasta. Relativamente à energia não permanente, caso da iluminação do espaço público, são fornecidas à EDP as potências instaladas, através do Borda d'Água<sup>71</sup>, onde vem indicado os crepúsculos matutinos e os vespertinos. A título de exemplo, em 2005 o consumo de energia apresentou uma taxa de 4190 horas vezes 7,13 MW instalados, ao valor de 8 cêntimos por kWh/h (Ferreira, 2006).

---

<sup>70</sup> Para aceder ao documento: <http://dre.pt/pdf1sdip/2001/05/104B00/26042612.pdf> (acedido em: 28 de Setembro 08)

<sup>71</sup> O Borda D'Água editado desde 1929 pela Editorial Minerva, é o almanaque mais antigo e um reportório que contem todos os dados astronómicos e religiosos e muitas indicações de interesse geral.

A lista de componentes que configura uma rede de iluminação do espaço público abrange vários equipamentos, como cabos com a indicação do fabricante, tipo de cabo, nº e secção dos condutores e ano de fabrico, armários de distribuição instalados em maciços de acordo com a norma de referência EDP: DMA-C62-801/N (MAI 03) equipados com fechaduras mestradas, disjuntores, relés, colunas com ligação à terra, aparelhos de iluminação, respectivos suportes e lâmpadas, etc.

Relativamente a este estudo é considerado o equipamento constituinte do candeeiro, ou seja, de acordo com a definição da EDP (1999) o *“conjunto formado por uma coluna, uma ou mais luminárias e o material eléctrico de alimentação”*.

### **1.5. Características das instalações de candeeiros de iluminação do espaço público**

Actualmente a iluminação do espaço público é considerada essencial para a qualidade de vida de qualquer comunidade urbana pois, a própria electricidade *“condiciona a nossa vida de hoje, como produto essencial e que marca de um modo fundamental no nosso século, a maneira de vivermos”* (Fernandes, 1992). Pode afirmar-se que a iluminação do espaço público é fundamental para o desenvolvimento social e económico das municipalidades e, constitui-se num dos vectores importantes para a segurança pública dos centros urbanos, nomeadamente no que se refere à circulação de veículos e de peões e à prevenção da criminalidade. Para além disto, pode valorizar e ajudar a preservar o património urbano, embelezar o bem público e propiciar a utilização nocturna do espaço público, facilitando actividades como o lazer, o comércio, a cultura entre outras.

Durante décadas a instalação de iluminação do espaço público baseou-se quase exclusivamente, no conceito de iluminação da via basicamente concebida para o trânsito motorizado. Actualmente passou-se para o conceito de projectar para o espaço urbano, dando importância ao peão e considerando a luz um factor essencial para a criação de ambientes aptos ao desenvolvimento das actividades de cidadania, ao mesmo tempo que pode embelezar e salientar os pontos importantes da cidade. É agora claro que a

iluminação do espaço público exerce uma grande influência no quotidiano das pessoas, pois beneficia a segurança e a facilidade de orientação, valoriza a identidade cultural e a integração e interacção das pessoas com o meio, contribuindo para o aumento de liberdade e para a humanização das metrópoles. Ou seja, os elementos de iluminação quando colocados na paisagem urbana, para além do seu carácter puramente funcional – fornecer serviços como segurança, protecção, facilidade de circulação, conforto, etc., também pretendem criar, em simultâneo, ambientes agradáveis e dignos capazes de suportar uma diversidade de usos e actividades.

Segundo Fernandes (1992) a iluminação do espaço público não passa apenas por *“distribuir a luz segundo regras técnicas ou técnico-económicas, como actos de fins em si mesmos”* mas *“reveste-se duma componente urbanística essencial, onde não só os focos luminosos se tem de adequar aos espaços, como também a integração dos suportes desses focos nesse mesmo espaço além da eficácia técnica, tem de procurar a integração artística e arquitectónica no ambiente, em todas as suas expressões”*.

Anteriormente as grandes preocupações em termos de requisitos de design centravam-se no custo dos produtos, no respectivo consumo de energia e na capacidade de iluminação oferecida pelos candeeiros. Presentemente, já se constatou que são igualmente importantes, outros parâmetros. Mesmo o cidadão comum, face a uma maior consciencialização dos conceitos de cidadania – direitos e deveres –, já percebeu que é necessária outra atitude no design e implantação destes objectos no espaço público. Segundo Vizmanos, (2002) o aumento da criminalidade urbana e o estímulo à preservação ambiental, tem conduzido a maiores preocupações com:

- A segurança física do cidadão e do seu património;
- O consumo energético das fontes de luz e das suas instalações;
- A uma maior participação do poder público na melhoria e na manutenção da iluminação do espaço público urbano.

Acrescentado que a outro nível são também exigidas:

- Condições adequadas de conforto visual;
- Maiores oportunidades de lazer;
- Desejo de soluções esteticamente adequadas.

Todos estes parâmetros deverão ser considerados atendendo aos recursos disponíveis e à complexidade do contexto urbano, como um todo. Aliás, dificilmente todos os critérios desejados pelo cidadão no que se refere à iluminação do espaço público podem ser controlados ou resolvidos. Para Vizmanos (2002) a conciliação com a arborização urbana e a interferência com outras instalações urbanas de serviço público, são factores que dificultam ou chegam a inviabilizar as soluções adequadas dos problemas.

De acordo com Manzano (2000), os critérios técnicos de projecto de uma instalação de iluminação do espaço público baseiam-se no fornecimento das condições de iluminação apropriadas que satisfaçam os aspectos funcionais e de conforto dos utilizadores a um custo razoável. Acrescentado que estas condições devem manter-se durante o ciclo de vida útil do equipamento, o qual pode ser previsto durante a fase de projecto. Neste sentido, afirma que os aspectos funcionais podem ser garantidos com um nível elevado de iluminação mas, que por sua vez, pressupõem um consumo energético elevado. Para tal ser evitado, é necessário um nível de iluminação adequado que pode ser obtido através da observação dos seguintes critérios:

- Tipo de utilizadores: peões, condutores, mistos;
- Características do tráfego: densidade e velocidade dos veículos, densidade dos peões;
- Características ambientais: percepção do espaço, segurança.

Para além destes factores, Manzano (2000) refere a necessidade de manter uma certa uniformidade tanto por questões de economia como por questões de conforto do utilizador, respeitando as magnitudes relativas entre as zonas, para evitar problemas de adaptação visual. Simultaneamente deve limitar-se o contraste entre o brilho do equipamento e o fundo, para um maior conforto visual, acrescentando que se for previsto na etapa de projecto o dimensionamento adequado da instalação e, se forem

aplicadas estratégias de conservação, é possível manter as condições de iluminação a níveis desejados durante o ciclo de vida útil do equipamento.

## 2. Tipologias e constituição do candeeiro

*“(...) un luminaire est le résultat d’un compromis entre une volonté formelle, le ‘design’, c’est-à-dire le côté visible de l’objet, et les exigences techniques: éclairage, température interne (lampes, ballast), respect des normes...”* (Briens, 1994 na obra *Aménager les espaces publics. Le Mobilier Urbain* de Boyer e Rojat-Lefebvre).

### 2.1. Tipologia dos candeeiros

Existem vários tipos de candeeiros e de sistemas de iluminação para diferentes aplicações e categorias de espaços públicos: iluminação de orientação, iluminação de edifícios - clássicos ou modernos -, pontes e estruturas, monumentos, arte pública, parques, jardins e água, ruas comerciais e residenciais, centros históricos, ruas principais e secundárias, vias rápidas, auto-estradas (incluindo os nós de ligação, praças de portagem, áreas de serviço), parques de estacionamento, recintos desportivos, gares de transportes públicos, etc. (Philips, 2005; Schröder, 2008; CU Phosco Lighting, 2008).

Brandão *et al.*, (2002) adopta a seguinte classificação dos espaços públicos: *“parques urbanos, jardins públicos e áreas ajardinadas de enquadramento; avenidas e ruas; praças, largos, pracetas, terreiros e recintos multifuncionais; espaços canais – vias férreas, autoestradas e vias rápidas; parques de estacionamento e margens fluviais e marítimas”* baseado na premissa de serem estes *“tipos de espaços que constituem mais vulgarmente o objecto dos projectos de espaços públicos”*. E distingue os seguintes tipos de iluminação de acordo com a tipologia dos espaços a iluminar: *“Iluminação funcional de circulação de pessoas e veículos (estrutura viária e sistema urbano); Iluminação de edifícios; Iluminação de espaços de transição interior/exterior; Iluminação de espaços verdes, elementos de água e elementos artísticos/patrimoniais; Iluminação de pontes, viadutos e túneis, como sistemas de continuidade ou ruptura*

*espacial e visual; Iluminação comercial (montras, suportes publicitários, mobiliário urbano com publicidade)” (Brandão et al., 2002).*

Partindo desta classificação, este estudo aborda o design de candeeiros de iluminação funcional de circulação de pessoas e veículos, circunscrevendo as tipologias de utilização em parques urbanos, jardins públicos e áreas ajardinadas de enquadramento, avenidas e ruas, praças, largos e pracetas, abrangendo apenas os espaços públicos que se encontram dentro da responsabilidade autárquica. Neste sentido, os modelos de candeeiros de iluminação do espaço público que se enquadram no âmbito deste trabalho, podem ser classificados do seguinte modo:

- Candeeiros de iluminação pedonal urbana;
- Candeeiros de iluminação viária urbana;
- Candeeiros de iluminação mistos, pedonal/viária urbana.

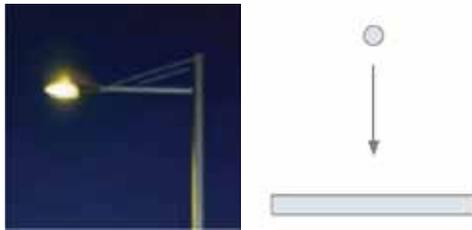
Como tal, os focos de iluminação geralmente utilizados para assinalar um edifício, monumento, arte pública ou qualquer espaço ou elemento de interesse no espaço público, não são objecto deste estudo visto terem um carácter funcional – prestígio, comercial e de lazer – e ornamental distinto do resto da iluminação do espaço público. Também a iluminação de vias rápidas e auto-estradas, túneis, pontes e demais estruturas requerem uma abordagem com requisitos de projecto quase exclusivamente orientados para questões de segurança e prevenção de acidentes viários, que a excluem do âmbito desta investigação. A iluminação de terreiros e recintos multifuncionais também pressupõe uma abordagem projectual distinta, pois depende do tipo de actividade ou evento que possa acolher.

### **2.1.1. Candeeiros de iluminação pedonal**

O objectivo deste tipo de candeeiros é fornecer luz para uma informação visual suficiente, de modo a permitir uma utilização nocturna com segurança. Esta necessidade psicológica deriva da importância da sensação de segurança como uma questão fundamental na utilização nocturna do espaço público. Os peões movem-se mais

lentamente que os veículos automóveis, logo não é requisito essencial um nível de iluminação muito elevado, mas antes solicitada uma impressão de conforto, diversidade e brilho (Philips, 2005). A iluminação pedonal pode ser categorizada de acordo com o tipo de luz que cada candeeiro emite, podendo ser directa, indirecta, difusa, direccional e de orientação (Philips, 2005).

A luz **directa** é projectada directamente sobre a superfície a ser iluminada. As sombras expressas no solo são claras e distintas, como acontece com a luz solar em dias limpos (fig. 21).



**Figura 21:** Luz directa (adaptado de Philips, 2005)

A luz **indirecta** é primeiro dirigida a uma superfície reflectora e, em seguida, novamente radiada sobre a superfície a ser iluminada. Esta opção oferece bom conforto visual pois a fonte de luz não é visível. Num contexto alargado, a protecção parece brilhar criando a impressão de um céu virtual. As sombras são turvas e indistintas (fig. 22).



**Figura 22:** Luz indirecta (adaptado de Philips, 2005)

Na luz **difusa** os raios de luz são transmitidos através de um material transparente e a forma da fonte de luz não pode ser vista. É semelhante à luz do céu num dia nublado, com sombras suaves ou ausentes (fig. 23).

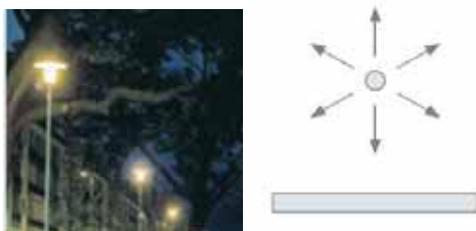


Figura 23: Luz difusa (adaptado de Philips, 2005)

A luz **direcciona**l é controlada através da adição de um escudo ou grelha que limita a direcção da luz. Este tipo de controlo pode ser muito importante em ambientes urbanos e suburbanos para evitar a penetração indesejada de luz (fig. 24).

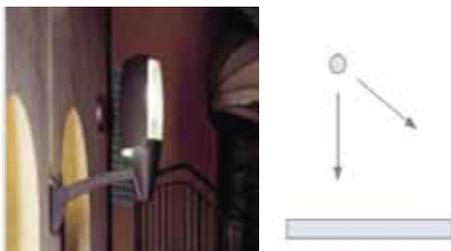


Figura 24: Luz direcciona

A luz de **orientação** indica a direcção nos locais, através da criação de pontos de referência no terreno (fig. 25).

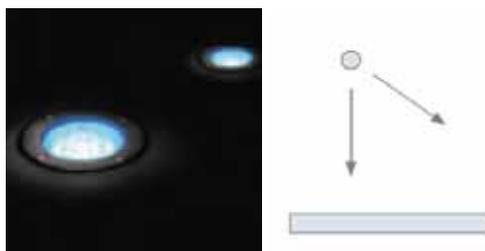


Figura 25: Luz de orientação (adaptado de Philips, 2005)

### 2.1.2. Candeeiros de iluminação viária

A iluminação viária visa proporcionar visibilidade ao iluminar os objectos e potenciais riscos ao longo e na via, mas também é actualmente considerada como uma ferramenta

de desenvolvimento económico. Pode ser categorizada de acordo com o dimensionamento da instalação da iluminação e da tipologia do espaço urbano. Para avenidas, ruas, estradas, becos e vielas, ou seja, para todas as vias principais ou secundárias urbanas, os candeeiros têm geralmente nas zonas residenciais até 4, 5 ou 6 metros de altura, e entre 10 a 12 metros de altura nas outras zonas. Neste tipo de instalação devem ter-se em consideração os seguintes parâmetros (Schröder, 2008):

- O design do sistema óptico deverá ser optimizado para criar uma distribuição fotométrica adequada;
- É necessário determinar a quantidade de luz para atingir o nível de luminância pretendido de forma a responder às exigências das normas.

Os candeeiros de iluminação mistos aptos para iluminação pedonal e viária integram os objectivos e requisitos acima descritos separadamente, para cada uma das tipologias respectivas.

## **2.2. Constituição dos candeeiros**

### **2.2.1. Luminárias ou armaduras**

Como referido anteriormente um candeeiro é composto por “*uma coluna, uma ou mais luminárias e o material eléctrico de iluminação*” (EDP, 1999). Também as indústrias fabricantes de candeeiros de iluminação do espaço público decompõem estes elementos em luminária ou armadura, coluna, poste, braço ou consola e equipamento eléctrico. A IESNA - Illuminating Engineering Society of North America (2000) define a luminária como uma unidade completa de iluminação constituída por uma lâmpada ou lâmpadas e um balastro (quando aplicável) e as partes projectadas para distribuir a luz, para posicionar e proteger a lâmpada e para a ligar à alimentação de energia. Geralmente a luminária é composta por um habitáculo, lâmpada(s), soquetes(s) e cabos eléctricos (incluindo balastros para fontes fluorescentes e HID, e transformadores para fontes incandescentes de baixa tensão). Para além destas peças, também pode conter um ou mais dos seguintes componentes: reflector, lente, difusor, grelha, gaxeta, travamentos,

ornamentos distintivos, hardware de protecção, para melhorar a eficiência, a aparência ou o serviço e para controlar o brilho, ou a distribuição de luz (LRC - Lighting Research Center, 2007). A EDP utiliza como termos e definições as constantes na Norma Europeia EN 60598-1, secção UM, e também as consideradas na cláusula 3.3 da Norma Europeia EN 60598-2-3 (EDP, 2002).

Teixeira (2003) compõe a luminária em sistema óptico (1), suporte das lâmpadas (2), corpo da armadura (3), fixação da armadura ao poste (4), aparelhagem auxiliar (5) e dispositivos de regulação (6).

(1) O **sistema óptico** (fig. 26 e 27) pode ser composto pelo reflector, refractor e difusor, e destina-se a alterar a distribuição do fluxo luminoso emitido pelas lâmpadas.

**Reflector:** é o elemento da luminária que modifica a trajectória do feixe luminoso emitido pela lâmpada. Utiliza o princípio da reflexão regular ou mista e pode ser plano, circular, parabólico, elíptico ou uma junção destas formas. Na reflexão regular utilizam-se geralmente o alumínio puro abrihantado, o cromo polido e o vidro prateado;

**Refractor:** é o elemento da luminária que orienta e distribui o feixe de luz sobre a área que deseja iluminar, através do princípio da refacção dos corpos transparentes. Geralmente é em vidro ou em matéria plástica, deve ser resistente aos choques mecânicos e térmicos, e conservar uma boa apresentação durante o seu ciclo vida;

**Difusor:** é o elemento transparente (vidro claro), translúcido (vidro despolido ou plástico claro), ou opalino (vidro e plástico opalinos), com ou sem prismas, que fornece a orientação definitiva ao fluxo luminoso que sai da luminária. É utilizado para melhorar o conforto visual, através da diminuição da luminância das lâmpadas. É geralmente usado em conjunto com os dispositivos ópticos acima referidos.

(2) O **suporte das lâmpadas** (fig. 26 e 27) deve assegurar constantemente a posição correcta das lâmpadas, assim como um contacto eléctrico eficaz em condições de utilização distintas, nomeadamente quando as luminárias estão sujeitas a vibrações.

(3) O **corpo da armadura** (fig. 26 e 27) pode ser simples ou formado por vários elementos e, no geral, contem total ou parcialmente a parte óptica da luminária. Deve atender ao tipo e potência das lâmpadas previstas e às condições de funcionamento, permitindo proteger convenientemente as lâmpadas e os órgãos eléctricos assim como facilitar a troca das lâmpadas, e assegurar uma boa resistência à corrosão, aos choques mecânicos e às vibrações.

(4) A **fixação das armaduras aos postes** (fig. 26 e 27) pode ser uma parte integrante da armadura ou um mecanismo anexo, fixo ou orientável e, deve certificar continuamente a posição da armadura.

(5) A **aparelhagem auxiliar** (fig. 26 e 27) pode ser incorporada no corpo da armadura ou num compartimento separado, mas sempre que a aparelhagem auxiliar esteja colocada na armadura, é necessário protegê-la contra as elevações de temperatura.

(6) Os **dispositivos de regulação** (fig. 26 e 27) servem para adaptar a distribuição luminosa da armadura à superfície a iluminar ou, para ajustar a posição das lâmpadas de forma a assegurar o melhor funcionamento óptico, pois quando se trata de lâmpadas com dimensões diferentes, é possível deslocar a fonte de luz em relação aos elementos ópticos ou deslocar estes mesmos elementos.

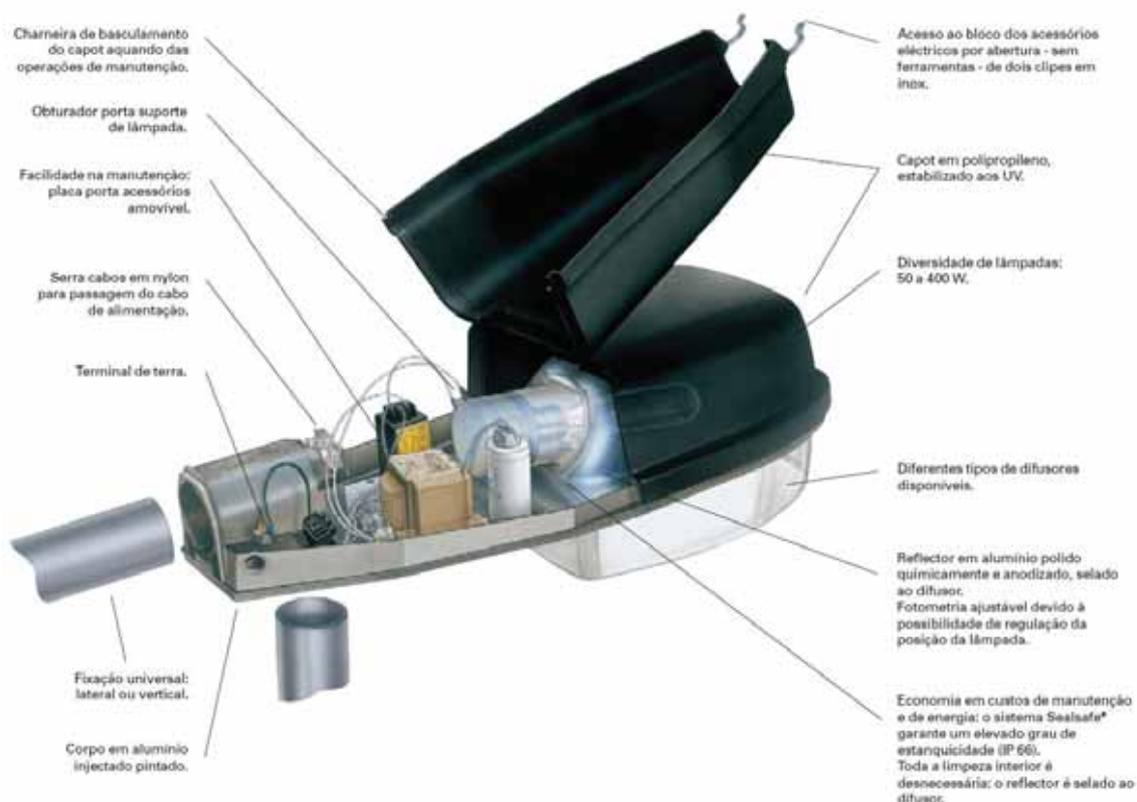
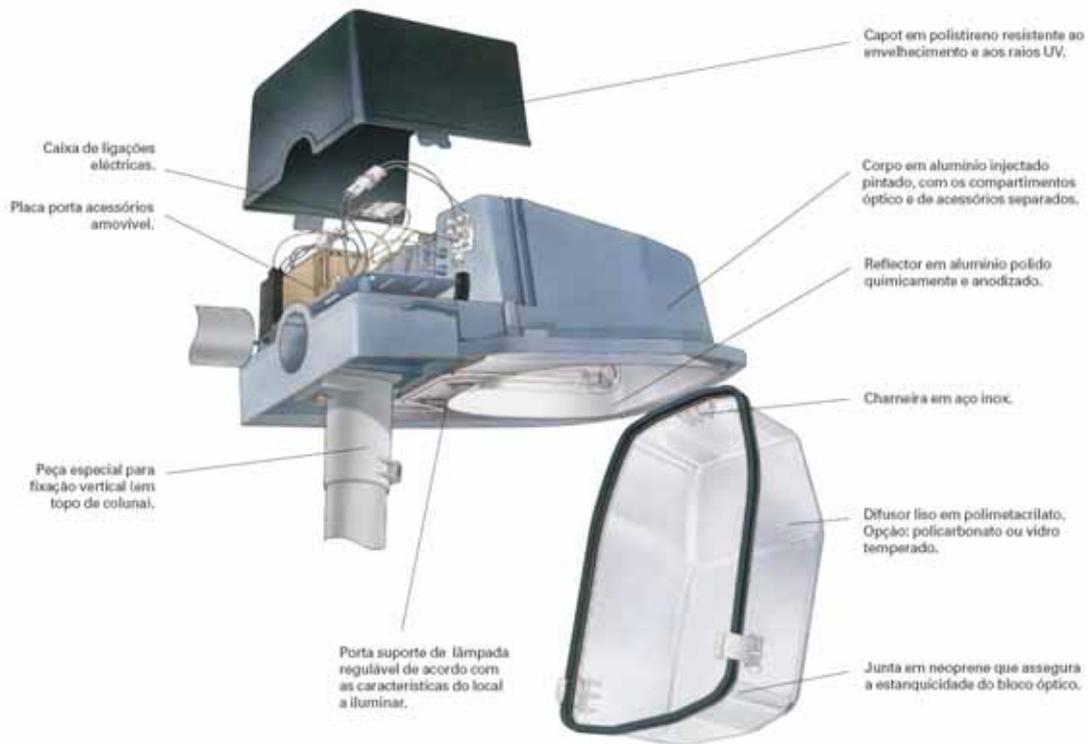


Figura 26: Armadura com aparelhagem auxiliar incorporada (luminária MC, Schröder, 2005).

Segundo Teixeira (2003) a luminária de iluminação do espaço público tem como finalidade “*dirigir o fluxo luminoso para obter a repartição luminosa desejada, com o melhor rendimento possível; evitar o encandeamento; satisfazer as especificações eléctricas que garantem a segurança e o bom funcionamento; e proteger o melhor possível as lâmpadas e os dispositivos eléctricos e ópticos das influências atmosféricas*” e pode ser classificada quanto às propriedades de “**projecção** da armadura: a distância até onde a luz saída da armadura é distribuída ao longo da estrada; **dispersão** da armadura: indica a distribuição luminosa no sentido transversal da estrada; **controlo** da armadura: a facilidade de controlar o encandeamento por ela produzido”.



**Figura 27:** Armadura com aparelhagem auxiliar incorporada ( luminária Z, Schröder, 2005).

Estas características fotométricas do conjunto luminária/lâmpada são definidas de acordo com a Publicação nº 34 da CIE (Commission Internationale de l’Eclairage) e são as adoptadas pela EDP: o “alcance ... dado pelo ângulo de elevação do raio central do feixe de luz”, a “dispersão... definida pela posição da linha, paralela ao eixo da estrada, tangente ao contorno de 90% de  $I_{max}$  na estrada” e o «controlo... dado pelo índice SLI (“specific lantern index”), obtido através duma fórmula<sup>72</sup>» (EDP, 2002).

<sup>72</sup>  $SLI = 13,84 - 3,31 \lg I_{80} + 1,3 \lg (I_{80}/I_{80})^{1/2} - 0,08 \lg (I_{80}/I_{80}) + 1,29 F$  em que  $\lg = \log_{10}$  = logaritmo decimal.

Para uma melhor percepção do tipo de componentes e do seu posicionamento na luminária, são apresentados os desenhos e tabelas seguintes de diversos tipos de luminárias, com funcionalidades e componentes diferentes, indicando várias características eléctricas assim como normas, índices IP<sup>73</sup> e códigos IK<sup>74</sup> a que estão sujeitos por regulamentação europeia (fig. 28, 29, 30 e 31) (tab. 11, 12 e 13):

---

<sup>73</sup> O Índice de Protecção IP, define a protecção da caixa do equipamento. O primeiro número define a dimensão máxima do corpo que pode penetrar na caixa – protecção contra contactos directos e entrada de corpos externos, o segundo define o comportamento em relação a líquidos - protecção contra a penetração de líquidos. Uma letra opcional pode completar os dois valores de IP, e indica a capacidade do invólucro em proteger as pessoas contra o acesso a partes perigosas.

**1º Algarismo:**

0 - sem protecção

1 - contra corpos superiores a 50 mm (ex. contacto involuntário da mão);

2 - contra corpos superiores a 12 mm (ex. dedo da mão);

3 - contra corpos superiores a 2.5 mm (ex. ferramentas, «clips», ganchos de cabelo);

4 - contra corpos superiores a 1 mm (ex. fios pequenos)

5 - contra depósito de poeiras nocivas;

6 - protecção total contra depósitos de poeira.

**2º Algarismo.**

0 - não tem .

1 - contra a queda vertical de gotas de água (condensação);

2 - contra a queda de gotas até 15° em relação à vertical;

3 - contra a queda de gotas até 60° em relação à vertical (chuva);

4 - contra as projecções de água em todas as direcções;

5 - contra as projecções de água a alta pressão em todas as direcções;

6 - contra as projecções de água equivalentes a uma vaga;

7 - contra a imersão;

8 - equipamento submersível, em condições acordadas.

**Letra Opcional:**

A – protege contra o acesso das costas da mão

B – protege contra o acesso dos dedos

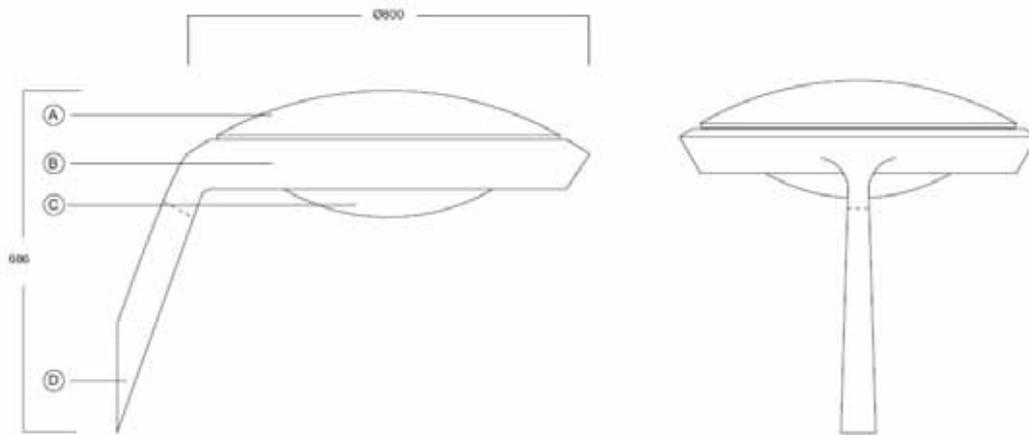
C - contra o acesso de um objecto com Ø 2,5mm

D - contra o acesso de um objecto com Ø 1 mm (Merlin Gerin, 2001)

<sup>74</sup> A norma EN 50102 define um código IK que caracteriza a capacidade de um material resistir aos impactos mecânicos.

Energia do Impacto (joules)	Código IK segundo Norma EN 50102
0,00	00
0,15	01
0,2	02
0,35	03
0,5	04
0,7	05
1	06
2	07
5	08
10	09
20	10

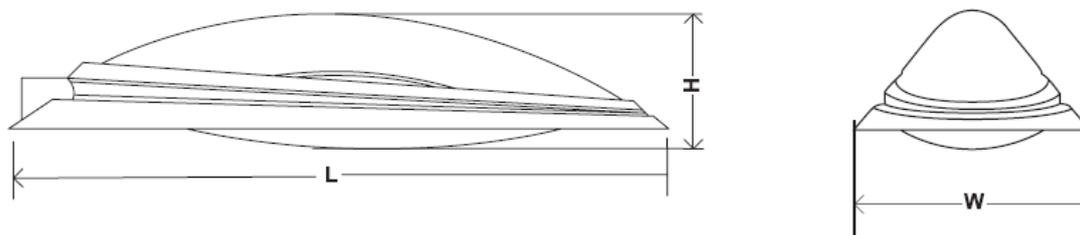
(Merlin Gerin, 2001)



**Figura 28:** Desenho da luminária YSP da Industrias de Iluminación Roura  
(Acedido em: 28 de Setembro de 2008, em: <http://iluminacionroura.es/es/index.php>)

<b>A</b>	Tampa	Rebatível
<b>B</b>	Materiais	Estrutura e tampa em fundição de alumínio L-2341
<b>C</b>	Grupo Óptico	Distribuição assimétrica, difusor em vidro temperado incolor.
<b>D</b>	Fixação	Encastre em tubo Ø40x115 mm
	Lâmpadas	V.M.C.C. 80/125/250/400 W V.S.A.P. 100/150/250/400 W HM 100/150/250/400 W
	Casquilho	E-40
	IP	IP-66 Grupo óptico / IP-55 Compartimento Eléctrico
	Características Eléctricas	Classe II Tensão Nominal 230 V-50 Hz
	Norma <b>CE</b>	EN 60.598

**Tabela 11:** Legenda da fig. 28 (adaptado de Industrias de Iluminación Roura)



**Figura 29 :** Desenho da luminária modelo Hestia da Schröder (Acedido em: 29 de Setembro de 2008, em: <http://www.schreder.com/10-6-23-66/product/detail.aspx>)

Hestia	Mini	Midi
L	780 mm	927 mm
H	163 mm	190 mm
W	266 mm	324 mm
Encavadouro	Ø 34	Ø 48
Penetração	80 mm	85 mm

**Tabela 12:** Legenda da fig. 29 (adaptado do catálogo do modelo Hestia da Schröder)

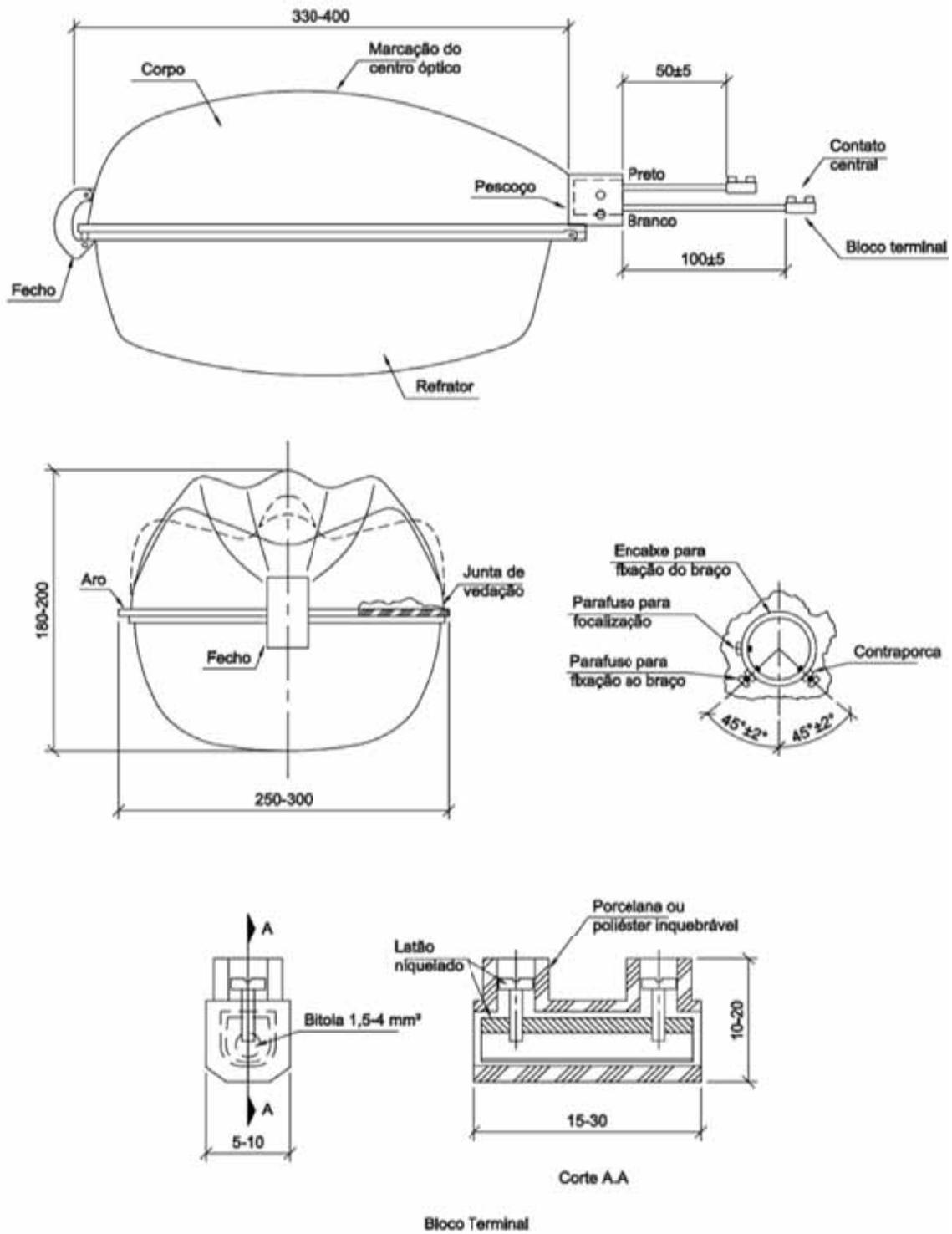
Estanquicidade do bloco óptico	IP 66 – Sealsafe® (*)
Estanquicidade do bloco dos acessórios eléctricos	IP 44 (*) (***)
Resistência ao choque (vidro)	IK 08 (**)
Resistência aerodinâmica (CxS) - Mini	0,066 m2
- Midi	0,075 m2
Tensão nominal	230 V – 50 Hz
Classe eléctrica	I ou II (opcional) (*)
Peso (vazio)	- Mini 5,7 kg
	- Midi 8,7 kg

(\*) segundo IEC - EN 60598

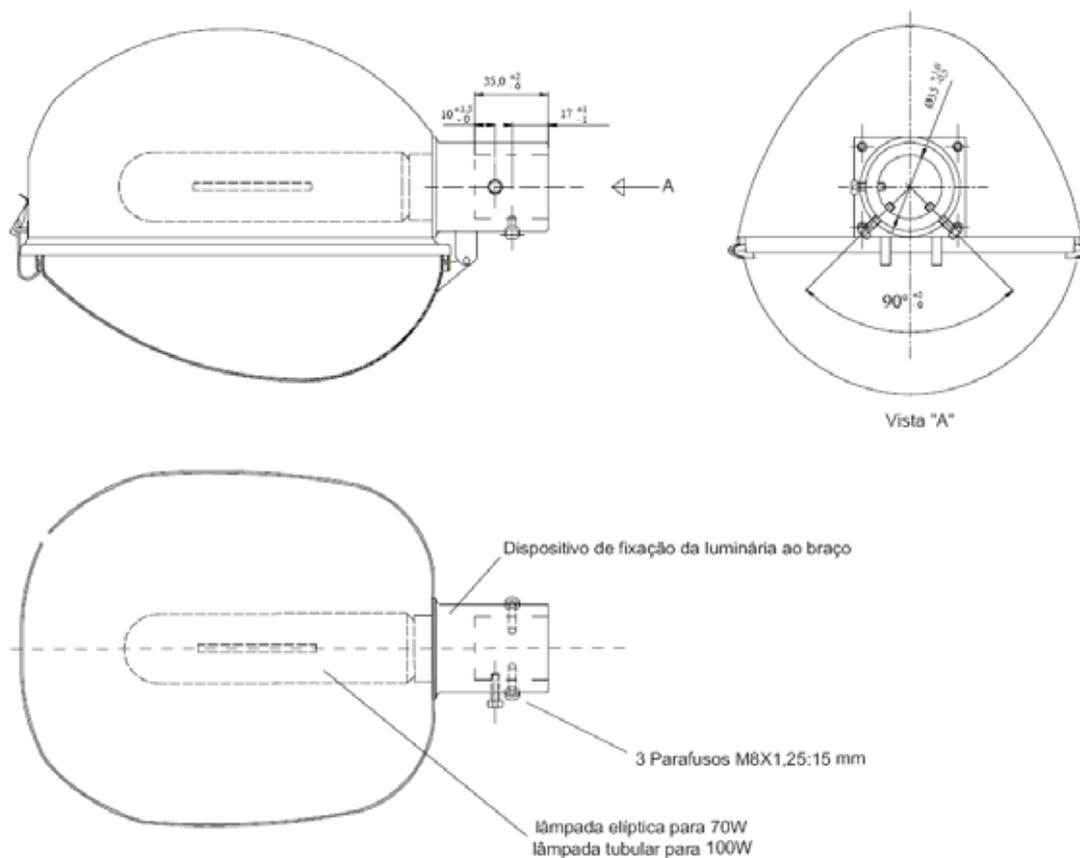
(\*\*) segundo IEC - EN 62262

(\*\*\*) opção: IP 66 para Hestia Mini, IP 65 para Hestia Midi

**Tabela 13:** Características da luminária modelo Hestia – fig. 29 (adaptado do catálogo do modelo Hestia da Schröder)



**Figura 30:** Desenho da luminária fechada para VSA 50/70 Tipo LF-1 da Companhia Energética de Goiás (Rodrigues, L., Machado, D., Almeida, I., 2006).



**Figura 31:** Desenho da luminária para lâmpadas a vapor de sódio de 70 e 100W da agência CPFL Energia (CPFL, 2008)

### 2.2.1.1. Classificação geral das luminárias

A EDP (2002) classifica as luminárias em relação a uma série de parâmetros previamente estipulados: as destinadas às vias de circulação automóvel e as destinadas a jardins. Neste sentido, as luminárias para as vias de circulação são classificadas quanto aos graus de protecção mínimos do **difusor**: A – luminária aberta (sem difusor) e F- luminária fechada (com difusor); quanto à **protecção contra os choques eléctricos**; quanto ao **modo de fixação da luminária**; quanto ao **ambiente** de baixa ou alta poluição; quanto ao **diâmetro exterior do tubo de fixação** em que só são admitidos dois diâmetros de 42mm e 60mm; quanto aos **valores das características fotométricas**, respectivamente o alcance, a dispersão, o controlo e o rendimento luminoso; e quanto à **potência e tipo de lâmpada** (EDP, 2002).

As luminárias para jardins são classificadas quanto ao **tipo de luminária**; quanto à **protecção contra os choques eléctricos**; e quanto à **potência e tipo de lâmpada**. Os graus de protecção mínimos “*são IP54 e IK10*” e o “*modo de fixação é com tubo vertical de 60mm de diâmetro exterior*” (EDP, 2002).

### 2.2.1.2. Especificações técnicas e normativas das luminárias

Relativamente às especificações técnicas das luminárias actualmente aceites pela EDP, encontram-se redigidas num documento datado de 2002, intitulado *Luminárias de Iluminação Pública. Especificação técnica das características e dos ensaios*. Este documento estabelece as bases – características e ensaios correspondentes –, através das quais, as luminárias de iluminação do espaço público deverão obedecer para poderem ser instaladas nas redes da EDP. Aborda as seguintes especificações: tipologia das **classes admitidas para as luminárias**, quanto ao tipo de protecção contra choques eléctricos e quanto ao grau de protecção contra a penetração de corpos sólidos estranhos e de poeiras, contra a penetração de líquidos e contra as acções mecânicas; as **condições ambientais**, compreendendo as condições climatéricas e as condições de poluição; a **marcação** na luminária e nos terminais; a **construção** no que se refere a peças imperdíveis, acessórios de lâmpadas, corta circuito fusível e suportes das lâmpadas, sistema de fecho da luminária (nas luminárias fechadas) e junta de vedação (nas luminárias abertas); **linhas de fuga e distâncias do ar**; **disposições com vista à ligação à terra**; **terminais**; **cablagem exterior e interior**; **protecção contra choques eléctricos**; **características fotométricas**; e **ensaios tipo**.

Este conjunto de especificações tem como base as normas europeias EN 60598-1 (Junho 2000) – Luminárias. 1ª parte: regras gerais e generalidades sobre ensaios; e a EN 60598-2-3 (Junho 1994) – Luminárias. 2ª parte: regras particulares; Secção 3: Luminárias de iluminação pública (EDP, 2002). São ainda feitas menções às seguintes normas: NP EN 60529 (1994); EN 50102 (Março de 1995); EN 60629-2 (1995) + A1 (1997) (Emenda nº 1); ISO 2360 (1982); ISO 3210 (1983); ISO 7599 (1983); e às seguintes especificações da EDP: DMA-C71-210 – Balastros; DMA-C71-250 – Condensadores; DMA-C71-270 – Arrancadores; DMA-C72-280 – Suportes de lâmpadas; e DMA-C32-

203 – Cabos isolados do tipo H07V-K. Por fim, é indicada a recomendação da CIE – Commission Internationale de l’Eclairage – Publicação nº 34: luminárias de iluminação de ruas – dados fotométricos de instalação, classificação e desempenho.

Quanto aos requisitos de performance das luminárias são definidos na norma EN 12665 (2002) *Light and Lighting - Basic Terms and Criteria for Specifying Lighting Requirements*:

- **Rácio de saída de luz:** rácio do fluxo total da luminária, medido sob determinadas condições com as suas próprias lâmpadas e equipamentos, e a soma dos fluxos luminosos individuais das mesmas lâmpadas quando utilizados fora da luminária com os mesmos equipamentos, sob determinadas condições (consultar IEC 50 (845/CIE 17.4));
- **Rácio de saída de luz descendente:** rácio entre o fluxo descendente da luminária, medido sob determinadas condições com as suas próprias luzes e equipamentos, e a soma dos fluxos luminosos individuais das mesmas lâmpadas quando utilizados fora da luminária com os mesmos equipamentos, sob determinadas condições (consultar IEC 50 (845/CIE 17,4));
- **Rácio de saída de luz ascendente:** rácio entre o fluxo ascendente da luminária, medido sob determinadas condições com as suas próprias luzes e equipamentos, e a soma dos fluxos luminosos individuais das mesmas lâmpadas quando utilizados fora da luminária com os mesmos equipamentos, sob determinadas condições (consultar IEC 50 (845/CIE 17,4));
- **Utilância** (de uma instalação, para uma superfície de referência) (U): rácio entre o fluxo luminoso recebido pela superfície de referência e a soma dos fluxos totais individuais das luminárias da instalação (IEC 50/CIE 17,4);
- **Factor de utilização** (de uma instalação, para uma superfície de referência) ( $UF = U \times LOR$ ): rácio do fluxo luminoso recebido pela superfície de referência e a soma dos fluxos totais individuais das luzes da instalação (IEC 50/CIE 17,4). A superfície de referência na iluminação do espaço público é, naturalmente, a superfície da estrada.

### 2.2.2. Colunas ou postes

O poste ou coluna é um “*apoio destinado a suportar uma ou várias luminárias e constituído por uma ou várias partes: um fuste, eventualmente uma extensão superior e, se necessário, um braço*” (EDP, 2007) (fig. 32).

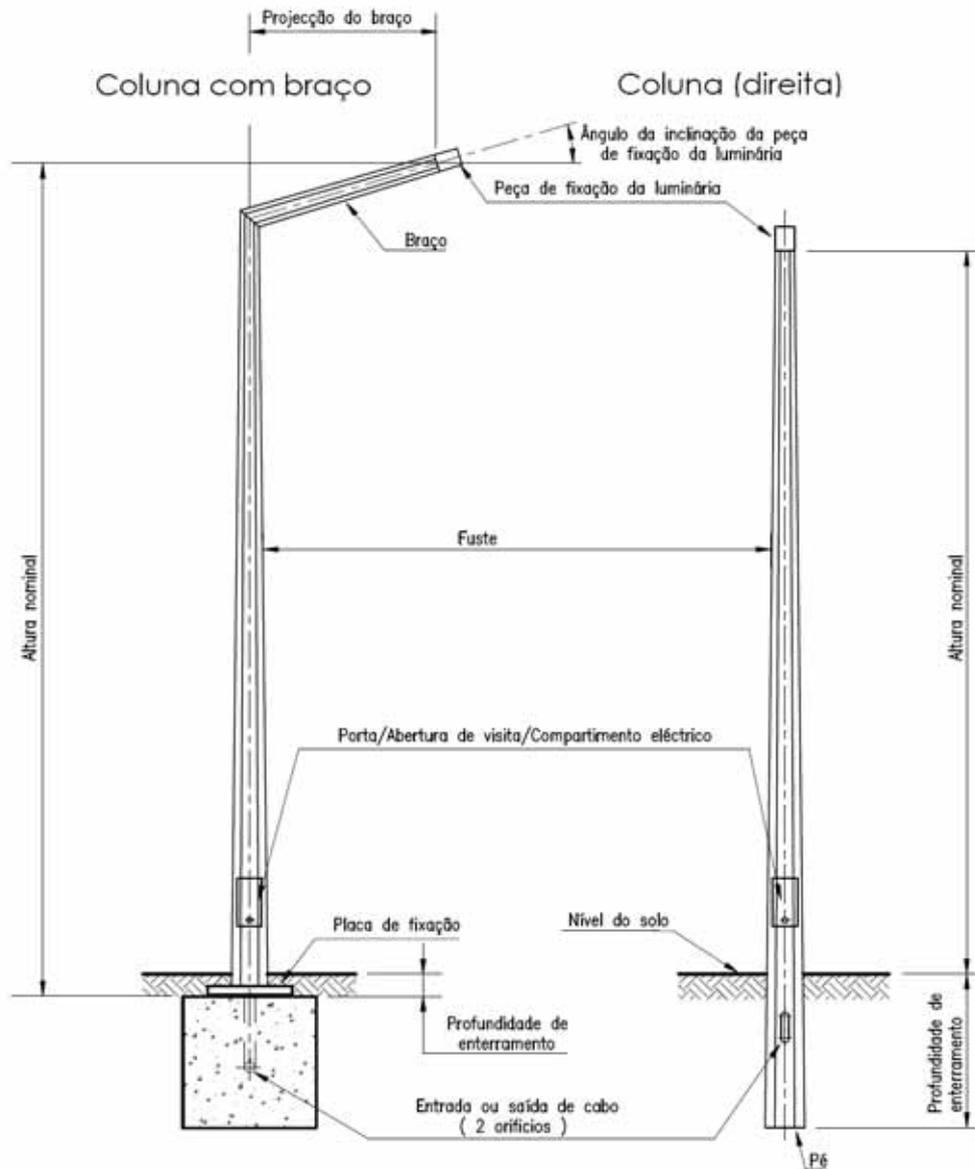


Figura 32: Terminologia das colunas de iluminação (EDP, 2007).

Para Teixeira (2003) as colunas de suporte às luminárias para iluminação do espaço público devem apresentar uma boa resistência aos esforços resultantes da acção do vento e aos choques mecânicos, uma boa resistência à intempérie e à corrosão, uma manutenção fácil e barata e, espaço suficiente para a colocação e acesso fácil da aparelhagem de protecção.

Estas colunas são geralmente em aço, liga de alumínio ou em betão. As colunas em aço têm como vantagens uma boa resistência aos choques mecânicos e à corrosão, desde que mantidos regularmente, e uma conservação reduzida mas, apresentam um preço elevado. As colunas em liga de alumínio têm características mecânicas elevadas, estão protegidos em princípio contra a corrosão e não necessitam de quaisquer cuidados de conservação. Os postes de liga de alumínio são muito mais leves do que os postes de aço – cerca de 33% (Gestivento, 2008) – o que facilita o seu transporte e manuseamento. Apesar de apresentarem um preço mais elevado que as anteriores, este é geralmente compensado em virtude da pouca ou mesmo ausência de qualquer trabalho de conservação. Os postes em betão ou em betão pré-esforçado duram normalmente mais tempo sem conservação pois apresentam uma boa resistência aos ambientes corrosivos, sendo a sua utilização recomendada em zonas próximas do mar ou com ambiente agressivo.

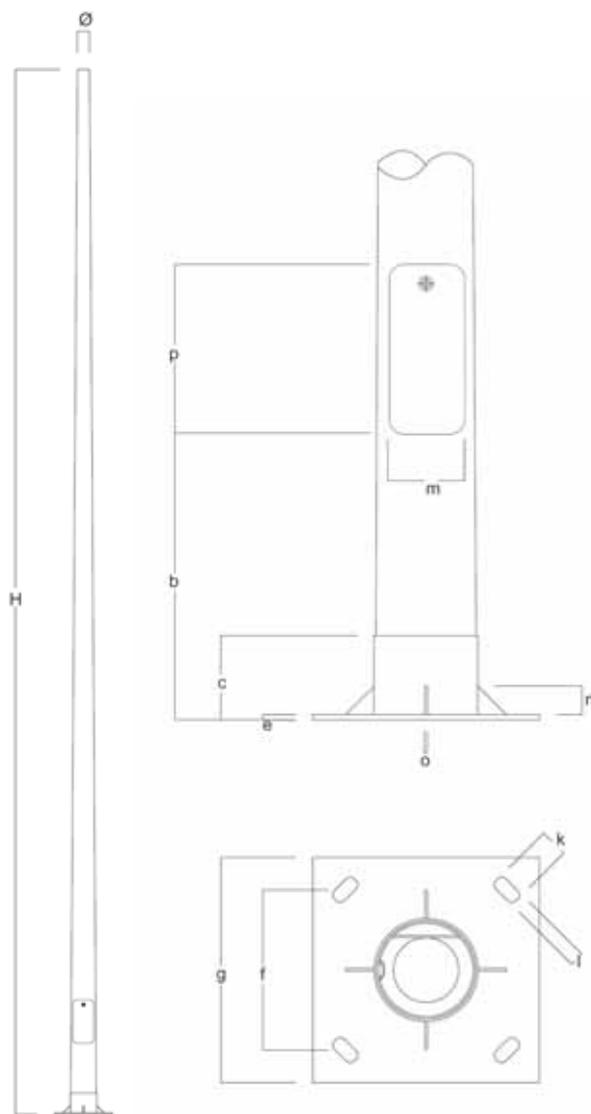
Teixeira (2003) refere que ultimamente têm-se realizado várias experiências com matérias plásticas, mas a sua flexibilidade limita a altura do poste a 6 ou 8 m. No entanto, apresentam vantagens ao nível da leveza e ao nível de acabamentos pois suprimem qualquer pintura. Estas colunas são normalmente circulares ou poligonais por vezes reforçadas na base a partir da placa de apoio. Contêm uma portinhola na qual são colocados os fusíveis e os auxiliares eléctricos não previstos no equipamento da armadura. Recentemente o investigador José Carlos Ferreira, a trabalhar como projectista de linhas aéreas da EDP e durante um mestrado na Universidade de Engenharia do Porto, desenvolveu “*uns postes dez vezes mais leves que o betão e dez vezes mais resistentes que o aço*”. (Ferreira, D.N. 30 Agosto 2008). O poste utiliza o *towpreg*, uma tecnologia inovadora, constituída por um compósito leve, muito resistente, reciclável e sem riscos de electrocussão. Apelidado de Polight, este novo

projecto envolve a Universidade do Minho, o INEGI - Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial e a Universidade do Porto e para já destina-se aos grandes postes de electricidade colocados em zonas rurais de difícil acesso. Segundo este investigador, na Europa e até à data, só existem postes de betão ou ferro, assim “*dado que os únicos concorrentes são americanos*” (Ferreira, D.N. 30 Agosto 2008) e “*se atendermos ao custo dos apoios de betão colocados no terreno (com máquinas, indemnizações a pagar, transporte, utilização de gruas para arvoreamento, número de homens por hora, etc.) trará um benefício económico em cerca de 60% à empresa distribuidora*” (Ferreira, D.N. 30 Agosto 2008).

As colunas podem apresentar vários formatos e configurações, cónicas, tronco-cónicas, cilíndricas, bi-cilíndricas, octogonais, etc., dependendo do tipo de iluminação pretendida, do material utilizado, do esquema de fixação ao solo ou do tipo de braços, entre outras características (figs. 33, 34 e 35). Ou seja, a selecção de uma coluna é determinada pela altura necessária, pela orientação do apoio e pelo local a ser implantado<sup>75</sup>.

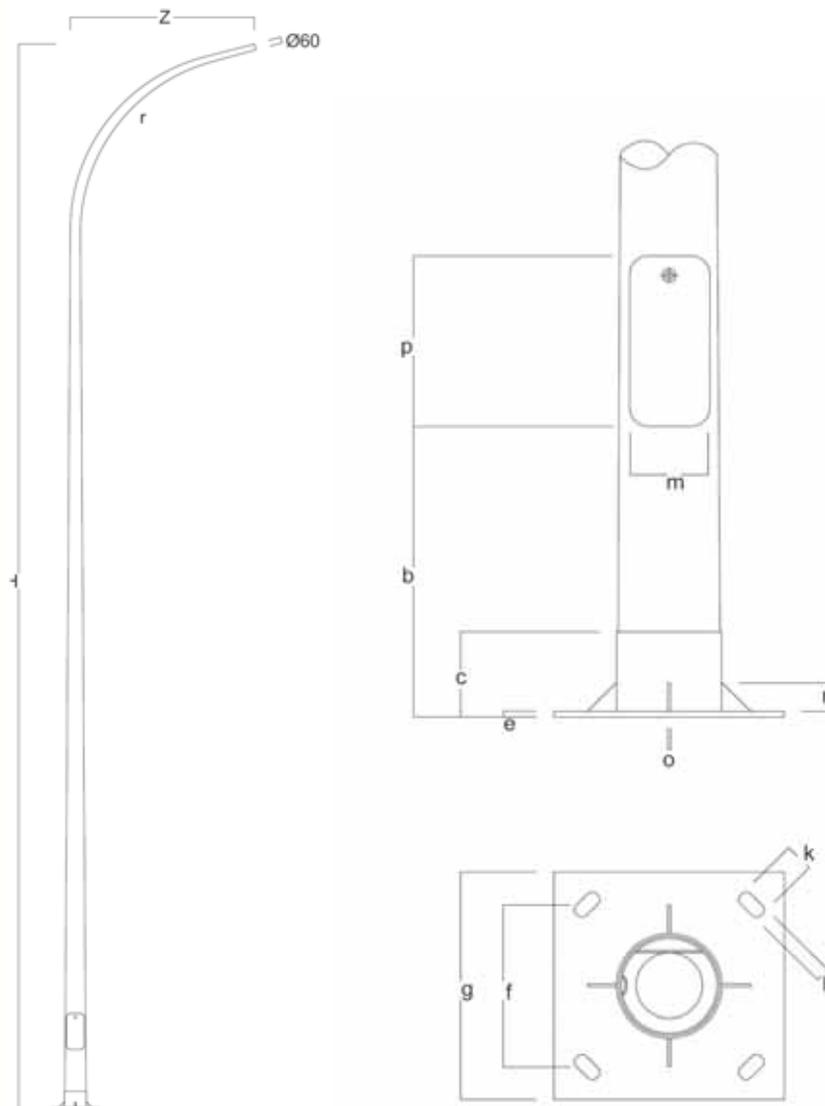
---

<sup>75</sup> Para a rede aérea com apoios de alinhamento ou de ângulo (reduzido) são usados postes que garantam 200 daN de esforço à cabeça. Em situações de ângulos mais pronunciados, são usados postes que suportam uma tensão de 400 daN (EDP, 2008).



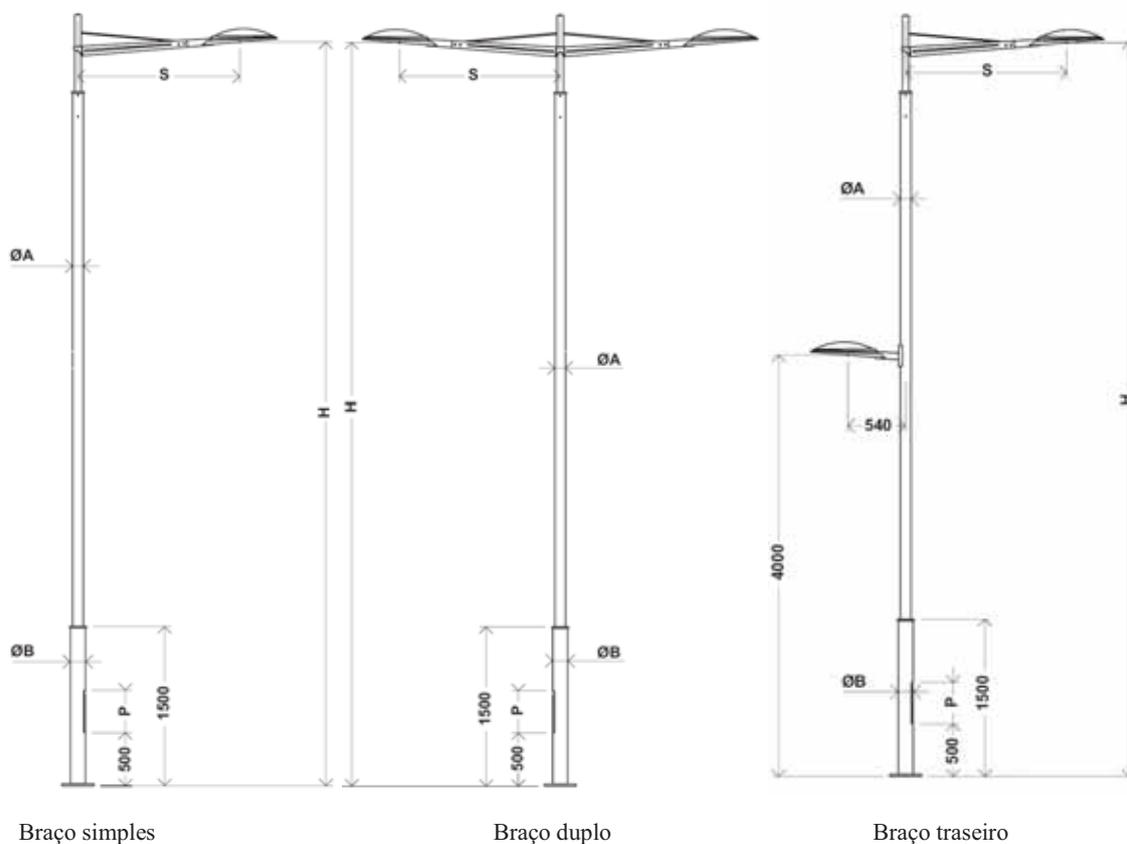
**Figura 33:** Desenho da coluna cónica Mixtas da Industrias de Iluminación Roura (Acedido em: 28 de Setembro de 2008, em: <http://iluminacionroura.es/es/index.php>)

Coluna tronco-cónica em tubo de aço galvanizado com as seguintes dimensões: altura (H) de 3000/4000/6000/7000/8000/9000/10000/12000mm; diâmetro do tubo superior (Ø) de Ø60mm e Ø102mm; diâmetro do tubo na base entre Ø99mm e Ø256mm; espessura do fuste de 3mm e 4mm; medidas da placa base (g) de 300x300mm e de 400x400mm e espessura (e) de 8mm e 10mm; medidas da portinhola (pXm) entre 300x65mm e 300x150mm; centros de ancoragem com 200x200mm, 215x215mm e 285x285mm; furação placa base (kXl) com 45x20mm e 50x25mm; espessura das 4 chapas (o) com 4mm e altura (n) com 50mm; altura e espessura do aro de reforço (c) 140x4mm e altura da portinhola ao solo (b) com 500mm (fig. 33).



**Figura 34:** Desenho da coluna Báculos Mixtos da Industrias de Iluminación Roura (Acedido em: 29 de Setembro de 2008, em: <http://iluminacionroura.es/es/index.php>)

Coluna tronco-cónica com braço em tubo de aço galvanizado com as seguintes dimensões: altura (H) de 5000/6000/7000/8000/9000/10000/11000mm; braço (z) com 1000/1500/2000mm; raio (r) com 800mm; altura da portinhola ao solo (b) com 500mm; medidas das 4 chapas (nXo) com 50x4mm; espessura da placa base (e) de 8mm e 10mm; medidas da portinhola (pXm) entre 300x65mm e 300x150mm; medidas da placa base (g) de 300mm e de 400mm; centros de ancoragem com 215mm e 285mm; furação placa base (kXl) com 45x20mm e 50x25mm; altura das 4 chapas (n) com 50mm; altura e espessura do aro de reforço (c) 140x4mm (fig. 34).



**Figura 35:** Desenhos de coluna Condor (Acedido em: 29 de Setembro de 2008, em: <http://www.schreder.com/10-6-23-66/product/detail.aspx>)

A coluna Condor é composta por um poste cilíndrico, em aço galvanizado pintado, à qual está fixo um braço com tirante em alumínio. Pode ter um braço simples, um braço duplo ou um braço traseiro, o que permite a iluminação simultânea das zonas de circulação automóvel e das zonas pedonais. Apresenta uma altura compreendida entre 5 e 8 metros com a luminária Hestia Mini, e até 12 metros com a luminária Hestia Midi (fig. 35 e tab. 14). Dependendo do tipo de luminária apresenta as seguintes dimensões:

	S	Ø A	Ø B	H	P
Hestia Mini	1510 mm	100 mm	140 mm	5 > 8 m	500 x 90 mm
Hestia Midi	1645 mm	100 mm	140 mm	5 > 8 m	500 x 90 mm
	2145 mm	140 mm	195 mm	6 > 12 m	500 x 110 mm

**Tabela 14:** Dimensões Coluna Condor (Acedido em: 29 de Setembro de 2008, em: <http://www.schreder.com/10-6-23-66/product/detail.aspx>)

### 2.2.2.1. Especificações técnicas e normativas das colunas

As colunas de iluminação estão sujeitas a ensaios de acordo com a norma europeia EN-40 “*Lighting columns*”, redigida pelo comité técnico CEN-TC 50. Esta norma específica os requisitos para a verificação estrutural de colunas em betão armado e pré esforçado (EN 40-4:2005), em aço (EN 40-5:2002), em alumínio (EN 40-6:2002) e em compósitos reforçados com fibras (EN 40-7:2002), através de ensaios experimentais. Esta norma considera as forças horizontais devido ao vento e as forças verticais devido ao próprio peso da estrutura e da luminária. A segurança passiva e o comportamento da coluna devido ao impacto de um veículo automóvel são requisitos que não estão considerados nesta norma.

No entanto, constata-se que, “*para o território nacional, não se encontram ainda definidos, no âmbito da normalização europeia aplicável, os valores de três parâmetros (valor de base da velocidade do vento, fiabilidade e classe de deformação), essenciais ao dimensionamento das colunas de IP*” (EDP, 2007) sendo que ainda estão em vigor as seguintes especificações:

- DMA-C71-510/E de Outubro de 1994. *Material para Iluminação Pública. Colunas e Braços de Colunas. Características e ensaios.* Neste documento especificam-se as características e os ensaios a que devem obedecer as colunas e braços de colunas normalizados pela EDP para as redes de iluminação do espaço público;
- DMA-C71-511/E de Julho de 1999. *Material para Iluminação Pública. Colunas de Aço Com Graus de Protecção LP\*3 e LK10. Características e ensaios.* Neste documento especificam-se as características e os ensaios a que devem obedecer as colunas de aço com graus de protecção IP\*3 (protecção contra a penetração de água) e IK10 (protecção contra acções mecânicas), para as redes de iluminação do espaço público;
- DMA-C71-521/E de Julho de 1999. *Material para Iluminação Pública. Colunas de Betão Pré-Esforçado Polido. Características e ensaios.* Neste documento especificam-se as características e os ensaios a que devem

obedecer as colunas de betão pré-esforçado polido destinadas a redes de iluminação do espaço público;

- DMA-C71-520/N de Dezembro de 2000. *Material para Iluminação Pública. Colunas de betão. Características e ensaios*. Neste documento especificam-se as características e os ensaios das colunas de betão armado ou pré-esforçado, direitas ou com braço, utilizadas nas redes de iluminação do espaço público, não normalizados pela EDP mas conformes com as normas NP (Norma Portuguesa).

A harmonização da norma EN 40 deu, no entanto, origem à elaboração da especificação DMA-C71-512/E de Janeiro de 2007, para colunas de iluminação de aço. Provisoriamente, procedeu-se ao dimensionamento destas colunas, com base “*nos valores que se presume poderem vir a assumir regulamentarmente, em futuro mais ou menos próximo, os referidos parâmetros:  $v_{b,0} = 28 \text{ m/s}$ ;  $\gamma_w = 1,2$ ;  $0,10 (h+w)$* ” (EDP, 2007) que deu origem à seguinte especificação:

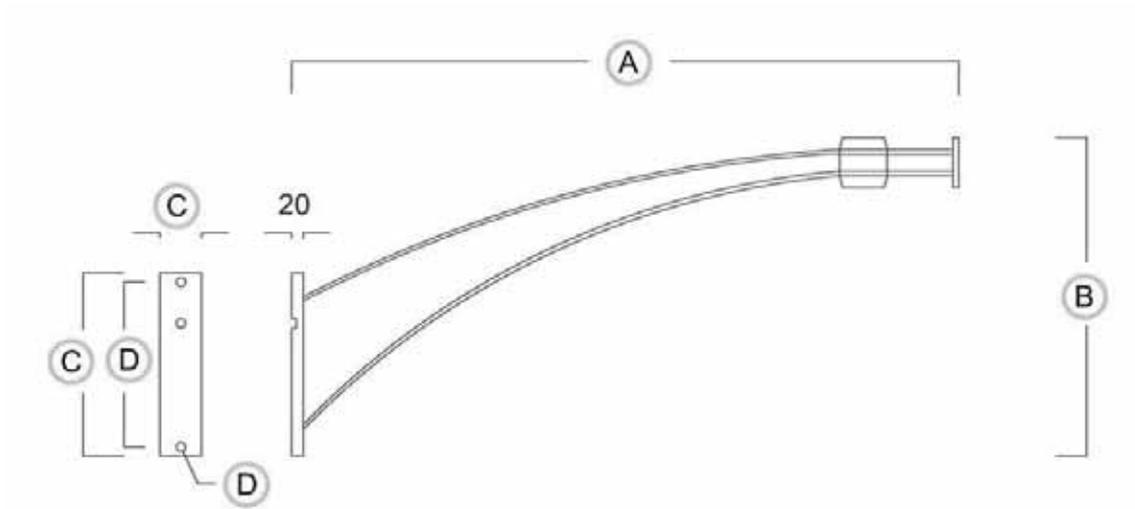
- DMA-C71-512/N de Janeiro de 2007. *Aparelhos de iluminação eléctrica e acessórios. Material para iluminação do espaço público: colunas de aço da série H. Características e ensaios*. Este documento especifica as características e os ensaios de colunas de aço da série H com graus de protecção IP \*3 (protecção contra a penetração de água) e IK 10 (protecção contra acções mecânicas), destinadas a redes de iluminação do espaço público.

### 2.2.3. Consolas

As consolas ou braços de iluminação são geralmente colocados nas fachadas dos edifícios em locais em que as condições o exigem, como por exemplo, em zonas com passeios estreitos em que as colunas perturbam a circulação dos peões.

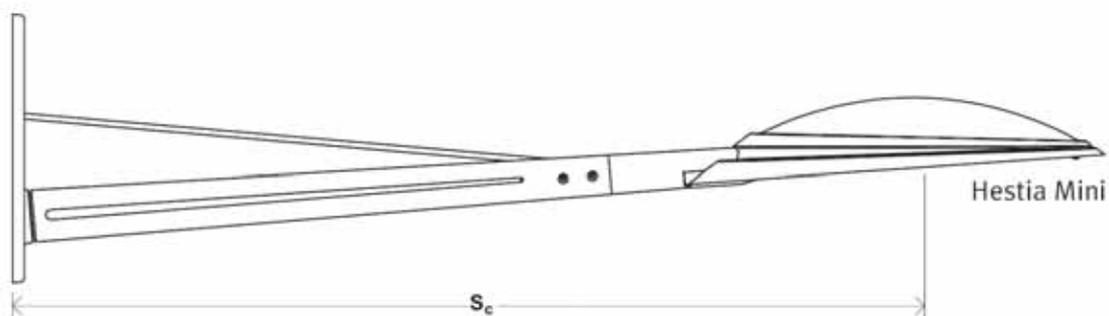
Segundo Teixeira (2003), a colocação de consolas deverá obedecer às seguintes condições: “*ausência de árvores de grande porte; presença ao longo das vias de*

*edifícios suficientemente altos e de construção robusta; largura a iluminar, de fachada a fachada, não ultrapassando os 20 m".* Para além disto, recomenda que as consolas metálicas sejam convenientemente protegidas contra a corrosão (fig. 36 e 37).



**Figura 36:** Desenho da consola Guardamar da Industrias de Iluminación Roura (Acedido em: 29 de Setembro de 2008, em: <http://iluminacionroura.es/es/index.php>)

A consola Guardamar, em fundição de alumínio L-2520, é saliente da fachada (A) 1120mm o modelo pequeno e 1400mm o modelo grande. O modelo pequeno e o modelo grande têm, respectivamente de altura (B) 540mm e 675mm e de base (C) 70x310mm e 90x400mm. A ancoragem à base faz-se com 2 brocas de Ø 15mm a 280mm e Ø 18mm a 350mm (fig. 36).



**Figura 37:** Desenhos da Consola Condor com luminária Hestia (Acedido em: 29 de Setembro de 2008, em: <http://www.schreder.com/10-6-23-66/product/detail.aspx>)

A consola Condor é composta por um braço com tirante em alumínio fixo a uma chapa que permite a fixação à parede. Apresenta-se com dimensões (Sc) de 1515mm e 1650mm, quer se aplique a luminária Hestia Mini ou Hestia Midi (fig. 37).

As especificações e normas relativas às consolas ou braços encontram-se inseridas nos documentos referidos na secção anterior, respeitantes às colunas de iluminação do espaço público.

Existem ainda em alguns locais Cabos de Suspensão, utilizados apenas em certos casos especiais, como por exemplo em vias estreitas. Este tipo de suspensão realiza uma disposição axial das armaduras e tem como desvantagens uma manutenção difícil e de expor as armaduras à acção do vento o que pode ocasionar movimentos indesejáveis (Teixeira, 2003).

#### **2.2.4. Outras especificações técnicas e normativas**

Para além das especificações e normas acima referidas a que as luminárias, colunas e consolas estão sujeitas, existem outras relativas a acessórios e complementos que a seguir se enunciam:

- DMA-C71-210/E de Dezembro de 1993. *Balastros para Lâmpadas de Descarga (Excepto Fluorescentes Tubulares). Características e ensaios.* Neste documento especificam-se as características e os ensaios dos balastros para lâmpadas de descarga (excepto lâmpadas fluorescentes tubulares) a usar nas redes de iluminação do espaço público;
- DMA-C71-250/E de Novembro de 1993. *Condensadores para Circuitos com Lâmpadas de Descarga. Características e ensaios.* Neste documento são mencionadas as características dos condensadores a usar nas luminárias de iluminação do espaço público;
- DMA-C71-270/E Dezembro de 1993. *Arrançadores para Lâmpadas de Descarga. Características e ensaios.* Este documento especializa as

características e os ensaios dos arrancadores para lâmpadas de descarga a usar nas redes de iluminação do espaço público;

- DMA-C71-310/E de Janeiro de 1997. *Relés Fotoelétricos para Iluminação Pública. Especificação técnica das características e dos ensaios*. Este documento refere as características e os ensaios a que devem obedecer os relés fotoelétricos para comando da iluminação do espaço público.

### 3. Conceitos base

#### 3.1. Conceitos base

*“Like concrete, steel, glass and wood, light is an architectural material. Although silent, intangible and invisible, light is extremely powerful; the direction, angle, intensity and colour characteristics of the incident light define how we perceive materials and space”* (Philips, 2005).

Para além das questões directamente relacionadas com a constituição das partes do produto, existem uma série de princípios directa e/ou indirectamente relacionados com o design de candeeiros de iluminação do espaço público que deveriam ser, necessariamente, do conhecimento do projectista. Entre eles encontram-se as questões relacionadas com os factores luminotécnicos como a luz e a cor, a temperatura da cor, o índice de restituição das cores, o rendimento luminoso e a duração de vida média da fonte de luz. E as questões relacionadas com as características da luz em si e os materiais, ou seja, em conjunto com a aparência, a textura e a composição das superfícies, que determina quanta e que tipo de luz é absorvida, reflectida e/ou transmitida.

Para além disto, os requisitos de performance para novas instalações de iluminação do espaço público elaborados pela CEN TC 169 e pela CEN TC 226<sup>76</sup> na norma EN 13201-

---

<sup>76</sup> Disponíveis no CEN – Comité Européen de Normalisation em <http://www.cen.eu/cenorm/homepage.htm>

2, especifica critérios relativos a estes temas. A orientação *CEN/TR 13201-1-1:2004 - Road lighting - Part 1: Selection of lighting classes* descreve a selecção das classes de iluminação rodoviária. Esta orientação considera as classes de iluminação definidas na EN 13201-2 e fornece orientações sobre a sua aplicação. A norma EN 13201-2 contém os requisitos de performance nas classes definidas (ME1... ME6, MEW1 ... MEW6, CE0 ... CE5, S1 .. S6, ES1 ... ES6, A1 ... A6). Cada classe de iluminação é caracterizada por um conjunto de requisitos fotométricos, nomeadamente de iluminância máxima e mínima, luminância e uniformidade, entre outros, que visam atender as necessidades visuais de determinados utentes, em certos tipos de estradas e ambientes.

### 3.1.1. Olho e luz

Para se entender a luz é necessário perceber como funciona a visão humana. O olho “*é um sistema de percepção de luz formado por um agente fotoreceptor (retina) e um obturador (pupila)*”. (Candura, 2003). A retina é constituída por dois tipos de fotoreceptores: os cones que nos dão a percepção das cores e estão associados à visão diurna, e os bastonetes que nos dão a percepção de claro e escuro e estão associados à visão nocturna. Neste sentido, os cones são activos com níveis de luminosidade altos e os bastonetes são activos em baixa luminosidade, ou seja, segundo Candura (2003), os “*cones e bastonetes possuem respostas ou sensibilidades espectrais diferentes, definidas, respectivamente, como visão fotópica e visão escotópica. Os cones são mais receptivos a luz verde no comprimento de onda de 508 nanómetros, enquanto os bastonetes são mais receptivos a luz azul-verde em 555 nanómetros. Podemos também definir, em função dos níveis de luminosidade intermediários, a visão mesópica*”.

Esta percepção é importante para se aferir sob condições fotópicas ou escotópicas a eficiência dos vários tipos de lâmpadas. As normas para a iluminação pública estabelecem, dependendo do tipo de via a iluminar, valores mínimos de luminância em patamares iguais a 0,5; 0,75; 1; 1,5; e 2 cd/m<sup>2</sup> (candela por metro quadrado), ou seja, encontra-se na condição de visão mesópica (fig. 38).

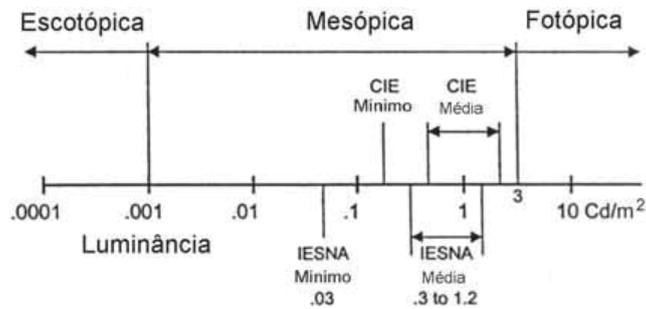
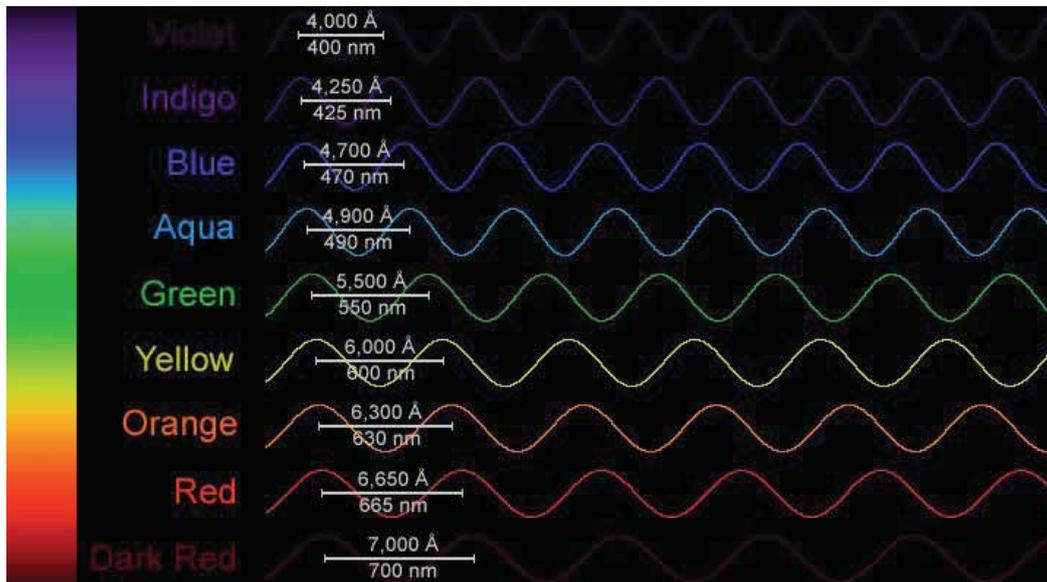


Figura 38: Visões fotópica, mesópica e escotópica (Candura, 2003)

### 3.1.2. Luz e cor

Segundo Gregory (1979), a “luz é apenas uma estreita região do espectro electromagnético total, que inclui ondas de rádio, raios infravermelhos, ultravioletas e raios x”. Tecnicamente, a luz é radiação electromagnética constituída por fotões que viajam em ondas (Philips, 2005) e o ser humano interpreta os efeitos da absorção dos fotões como algo a que chama luz. Como tal, toda a radiação electromagnética emitida ou reflectida por qualquer corpo, cujos comprimentos de onda estão compreendidos entre 380 nm (nanómetros) e 780 nm, é susceptível de ser percebida como luz, ou seja, sempre que a sua intensidade seja superior a uns valores mínimos conhecidos como limiares absolutos de percepção visual. Estes limiares mínimos de percepção do olho humano variam para cada comprimento de onda e, em função destas, dá-se como correlação fisiológica a percepção das distintas cores no tipo de visão correspondente (fig. 39).

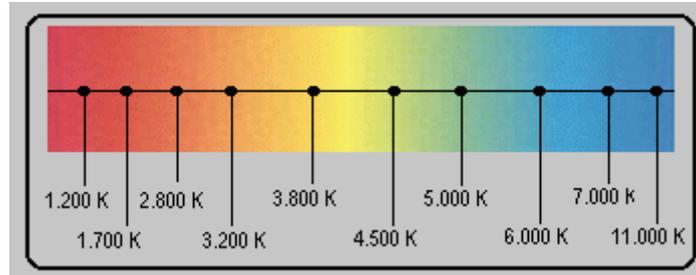


**Figura 39:** Espectro de luz visível (Acedido em: 1 de Outubro de 2008, em: <http://www.windows.ucar.edu>)

Na análise de Gregory (1979), a cor depende “*não só dos comprimentos de onda de estímulo e das intensidades, mas também de diferenças de intensidade entre regiões, e de os padrões serem aceites como representativos de objectos*”. Encerra um conceito subjectivo próprio do ser humano, e consiste na interpretação que o sistema sensorial e o cérebro atribuem aos diferentes comprimentos de onda da luz recebida, ao interpretarem os estímulos nervosos provocados pela absorção dos fótons da radiação electromagnética. A cada impressão de comprimento de onda de luz temos as seguintes correspondências: violeta 380 – 435 nm, azul 435 – 500 nm, Verde 500 – 565 nm, amarelo 565 – 600 nm, laranja 600 – 630 nm e vermelho 630 – 780 nm (Philips, 2005).

### 3.1.3. Temperatura da cor

A temperatura de cor expressa a aparência de cor da luz emitida pela fonte de luz. É uma forma simplificada para caracterizar as propriedades espectrais de uma fonte de luz. Embora determinada temperatura corresponda a uma frequência do espectro electromagnético, o resultado pode ser resumido numa escala linear (fig. 40).



**Figura 40:** Temperatura da cor na escala de Kelvin

Como tal, cada fonte de luz, natural ou artificial, tem uma cor intrínseca medida em graus Kelvin: uma temperatura de cor baixa de 2000K é uma cor âmbar dourado, uma intermédia de 5000K é uma cor neutra, e uma cor fria de 6500K corresponde a um branco azulado (Philips, 2005). A temperatura de cor da luz do dia varia conforme a hora: ao meio-dia apresenta valores médios entre 6.000K e 7.000K e, ao amanhecer e ao pôr-do-sol apresenta valores na ordem dos 2.500K, devido à absorção da parte azul do espectro pela atmosfera (fig. 41).

A análise realizada por Teixeira (2005) à classificação da tonalidade de cor da luz emitida por uma lâmpada revela que, uma temperatura de cor inferior a 3300K tem uma classificação de quente, a sigla é W e a tonalidade de cor emitida é branco quente; uma temperatura de cor entre 3300K e 5300K tem uma classificação de intermédia, a sigla é I e a tonalidade de cor emitida é branco neutro; uma temperatura de cor superior a 5300K tem uma classificação de fria, a sigla é C e a tonalidade de cor emitida é branco frio.

Cada temperatura afecta a forma como a cor dos objectos é reflectida e como os olhos percebem as cores e, o cérebro utiliza como referência o nosso conhecimento prévio das cores para corrigir a temperatura nas cores que vemos.



**Figura 41:** Temperatura da cor (adaptado de Philips, 2008)

### 3.1.4. Índice de restituição das cores

O índice de restituição de cores (IRC ou Ra) quantifica a fidelidade com que as cores são reproduzidas sob uma determinada fonte de luz. Este índice é baseado na média de uma série de medições, com um valor máximo de 100. A cor só pode ser representada com precisão se estiver presente no espectro de saída da fonte de luz (fig. 42). A luz solar, as lâmpadas incandescentes e de halogéneo têm um espectro contínuo com todas as cores (comprimento de onda) representadas, e, portanto, têm um Ra = 100 (Philips, 2005).

A observação efectuada por Teixeira (2005) à classificação do índice de restituição de cores agrupa as fontes de luz nas seguintes classes: Classe 1A -  $IRC \geq 90$ ; Classe 1B -  $80 \leq IRC < 90$ ; Classe 2 -  $60 \leq IRC < 80$ ; Classe 3 -  $40 \leq IRC < 60$ ; e Classe 4 -  $IRC \leq 40$ .



**Figura 42:** Índice de Restituição das cores (adaptado de Philips, 2008)

### 3.1.5. Rendimento luminoso

Como referido anteriormente nem toda a energia eléctrica consumida por uma lâmpada se converte em luz visível, perdendo-se uma parte na forma de calor ou em radiação não visível - infravermelha ou ultravioleta. A Direcção Geral de Energia e Geologia - DGEG (2008) afirma que, para termos uma ideia da quantidade de energia útil, define-se “o rendimento luminoso como a razão entre o fluxo luminoso produzido e a potência eléctrica consumida (característica das lâmpadas, 40 W, 75 W etc.)”. A unidade em que se expressa o rendimento luminoso é o lúmen por Watt (lm/W).

Segundo Teixeira (2005), o rendimento luminosos varia entre 8 lm/W para algumas lâmpadas de incandescência e cerca de 200 lm/W para as lâmpadas de descarga de vapor de sódio de baixa pressão, sendo que quanto maior for o rendimento melhor será a lâmpada e menos energia gastará. A tabela 15 apresenta alguns valores de referência relativos ao tipo de fonte de luz e respectiva eficiência luminosa.

Fonte de Luz	Eficiência Luminosa lm/W
Lâmpada com filamento de tungsténio de Edison	1,4
Lâmpada com filamento de tungsténio	15 - 20
Lâmpada de quartzo e halogéneo	20 - 25
LEDs de luz branca de alto brilho	40 - 85
Tubos fluorescentes e lâmpadas fluorescentes compactas	50 - 80
Lâmpada de vapor de mercúrio	50 - 60
Lâmpada de vapor de sódio de alta pressão	100 - 140

**Tabela 15:** Eficiência Luminosa de algumas fontes de luz (DGEG, 2008).

Relativamente à iluminação do espaço público a EDP (2002) define o rendimento luminoso como a “percentagem do fluxo da lâmpada que sai da luminária e é emitida no hemisfério inferior”. Adopta a publicação nº 34 da CIE que define “3 graus de

alcance:  $<60^\circ$  curto (c),  $60^\circ - 70^\circ$  intermédio (i) e,  $>70^\circ$  longo (l); 3 graus de dispersão:  $<45^\circ$  estreito (e),  $45^\circ - 55^\circ$  médio (m) e,  $>55^\circ$  largo (l); 3 graus de controlo:  $<2$  limitado (l), 2 - 4 moderado (m) e, 4 apertado (a)” (EDP, 2002).

O rendimento luminoso do conjunto luminária/lâmpada é alcançado pela soma dos valores máximos de  $K_1$  e  $K_2$ . Depende assim da largura da estrada e da altura, inclinação e localização do foco luminoso (EDP, 2002) (fig. 43).

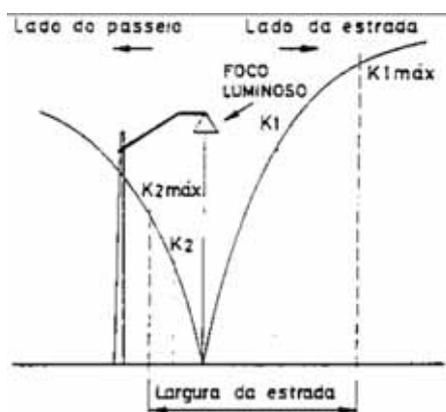


Figura 43: Cálculo do Rendimento Luminoso (EDP, 2002).

### 3.1.6. Tempo de vida útil das lâmpadas

De acordo com Teixeira (2005) a duração de vida média de uma lâmpada indicada pelo fabricante “indica o número de horas após as quais 50% de um lote significativo de lâmpadas acesas deixa de emitir fluxo luminoso”, sendo que a utilização de um balastro duplica o seu tempo de vida (DGEG, 2008). A tabela 16 apresenta alguns dos valores de duração de vida útil média de algumas lâmpadas mais comuns.

Tipo de Lâmpada	Duração (horas)
100 W - Incandescente	1000
20 W (38 mm) - Fluorescente	9000
18 W (26 mm) - Fluorescente	9000
20 W - Fluorescente compacta	8000
18 W - Sódio de baixa pressão	7000
250 W - Sódio de alta pressão	12 000

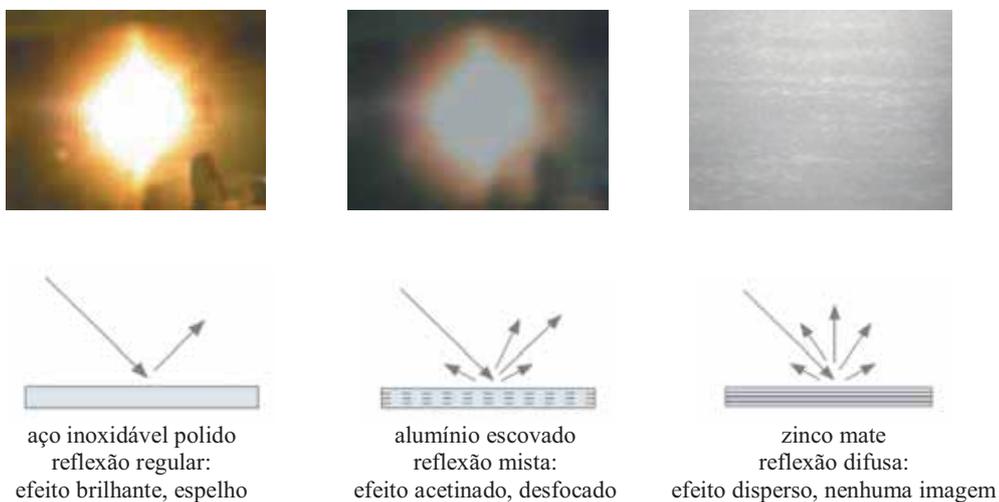
**Tabela 16:** Tempo de vida útil das lâmpadas (DGEG, 2008)

### 3.1.7. Luz e reflexão

Quando a luz incide numa superfície de um material, o resultado final depende da composição da própria luz combinada com factores como o tipo de material, a sua textura e cor e também o ângulo de incidência. As superfícies quando sujeitas a luz absorvem uma parte da luz incidente, reflectem uma proporção e em alguns casos transmitem uma percentagem. Ou seja, as características da própria luz combinadas com a aparência, a textura e a composição da superfície irão determinar quanto e que tipo de luz é absorvido, o que é reflectido e o que, se for caso disso, é transmitido. A luz reflectida é o que entra nos nossos olhos, e que define, em última análise, como reconhecemos o material e o espaço num contexto mais vasto (Philips, 2005).

Os objectos podem ser vistos através da luz que emitem, ou mais frequentemente pela luz que reflectem. Taylor (2000) num estudo realizado para o Lighting Research Center e o Rensselaer Polytechnic Institute refere três tipos de reflexão: a regular ou especular, a mista e a difusa. A reflexão especular ocorre quando o raio de luz é reflectido da superfície com o mesmo ângulo que o raio de incidência, o que acontece em espelhos e superfícies polidas. A reflexão mista ocorre quando uma superfície desigual reflecte a luz em mais do que um ângulo, mas os ângulos de reflexão são mais ou menos os mesmos que os ângulos incidentes. A reflexão difusa ocorre quando uma superfície rugosa ou mate reflecte a luz em vários ângulos diferentes.

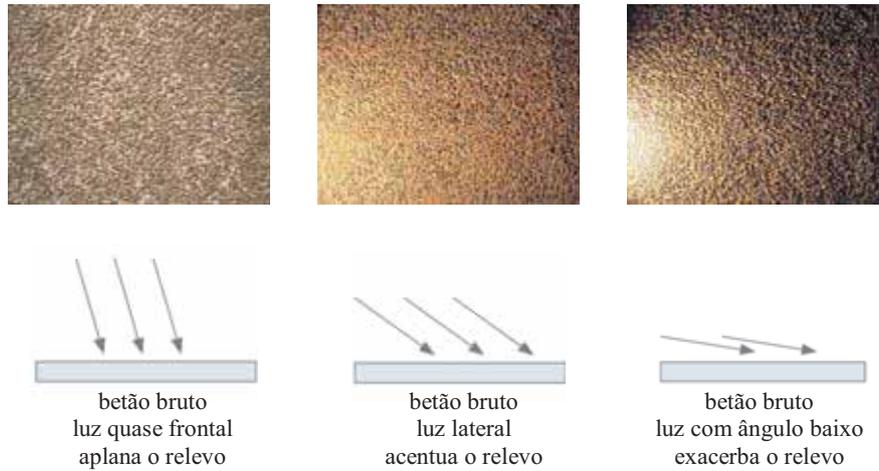
Materiais baços como o zinco, cimento e madeira provocam uma reflexão difusa em todas as direcções; materiais polidos como o metal, o vidro, os mosaicos, o plástico, etc., provocam uma reflexão mista, e a reflexão regular (espelho) acontece numa direcção específica, para que seja possível ver uma imagem reflectida da fonte luminosa e de outras coisas no ambiente (Philips, 2005). Aliás a reflexão regular “*demonstra a lei da reflexão, que estabelece que o ângulo entre o raio incidente e uma linha que é normal (perpendicular) à superfície é igual ao ângulo entre o raio reflectido e a normal*” (Taylor, 2000) (fig. 44).



**Figura 44:** Efeito da reflexão da luz em diferentes materiais (adaptado de Philips, 2005)

### 3.1.8. Luz e textura

A direcção da luz tem muita influência na aparência de uma superfície, ou seja, na sua textura. Se a luz incidir de frente na superfície, a textura e o relevo ficam pouco visíveis. Se a luz incidir lateralmente define a textura e se a luz incidir quase rasante, exagera a textura e os relevos da superfície, criando muitas vezes um efeito rugoso (fig. 45).



**Figura 45:** Efeito da direcção da luz em betão bruto (adaptado de Philips, 2005)

### 3.1.9. Transmissão da luz

A transmissão acontece quando a luz atravessa uma superfície, ou seja, “*é a capacidade que um material tem para permitir a passagem de luz através dele*” (Philips, 2005). Assim, a “*absorção, reflexão, refração e difusão ... todas afectam a transmissão de luz*” (Taylor, 2000).

As substâncias transparentes como o vidro, alguns plásticos e a água permitem a passagem da luz, mas esta muda de direcção dando origem ao fenómeno conhecido por refração. As substâncias translúcidas como o tecido, o vidro gravado e a porcelana fina também permitem a passagem de luz, mas a sua composição interior difunde e espalha a luz internamente para que não se consiga ver claramente através delas. As substâncias opacas não permitem a passagem de luz, ou seja, toda a luz é absorvida ou reflectida (fig. 46).

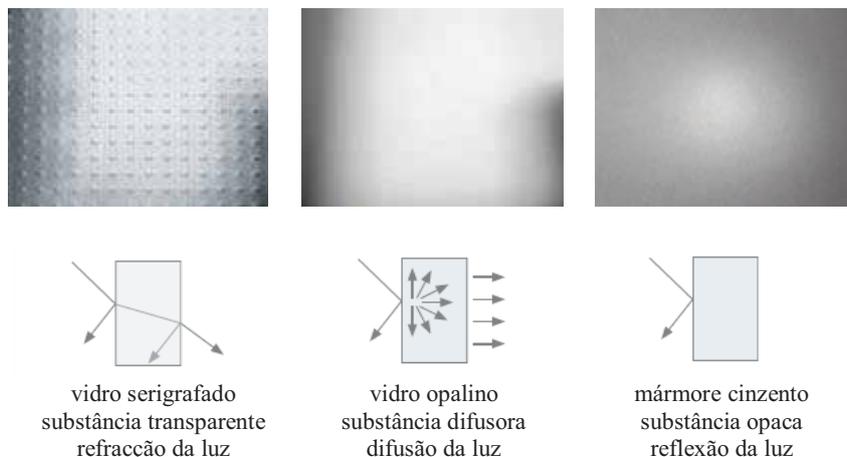


Figura 46 : Transmissão da luz em materiais diferentes (adaptado de Philips, 2005)

### 3.1.10. Refracção da luz

Como referido anteriormente, a luz quando entra num material transparente é refractada e muda de direcção. Este fenómeno acontece porque *“quando a luz passa entre diferentes materiais, os raios dobram e alteram ligeiramente a sua velocidade”* (Ryer, 1997).

Como tal, quando se altera a composição interna de uma chapa de material transparente, torna-se possível manipular os ângulos de saída da luz, ou seja, consegue-se orientar a luz e a influenciar a sua distribuição, princípio este, bastante utilizado em projectores para suavizar ou propagar os feixes de luz (fig. 47).

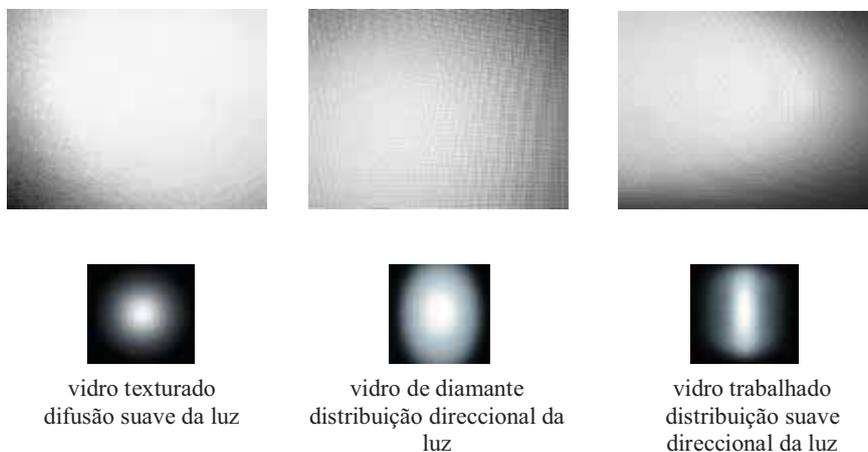


Figura 47: Efeito da refracção da luz em diferentes tipos de vidro (adaptado de Philips, 2005)

### 3.1.11. Unidades fotométricas da luz

#### 3.1.11.1. Iluminância

O fluxo de luz emitido por uma luminária viaja em várias direcções, até atingir uma superfície. A quantidade de luz que atinge a superfície por unidade de área chama-se iluminância (fig. 48). Ou seja, a iluminância é “*uma medida de fluxo fotométrico por unidade de superfície, ou densidade de fluxo visível*” (Ryer, 1997). A unidade de iluminância é o lux (lx) ou lúmenes por metro quadrado. Assim, se o fluxo luminoso de 1 lúmen incidir numa área de 1 m<sup>2</sup> a iluminação dessa área é de 1 lux. A portaria n.º 454 de 2001 de 05/01 define os níveis de iluminação, e consequentemente os níveis de iluminância e de uniformidade global<sup>77</sup>.

O estudo realizado pela Commission International de l'Eclairage (2007) refere que quando a luminária se encontra a uma distância razoável da superfície, pode ser considerada como o ponto de partida, e a iluminância (lx) sobre uma superfície perpendicular à direcção de intensidade é simplesmente a intensidade  $I$  (cd) dividida pelo quadrado da distância  $D$  (m). Isto permite calcular exactamente a iluminância de objectos verticais iluminados por faróis. No caso da superfície de ruas e estradas, existe geralmente um ângulo  $G$ , entre o plano de estrada e a direcção de intensidade. Neste caso a iluminância em lux é dado pelos

$$\frac{I \cos G}{D^2}$$

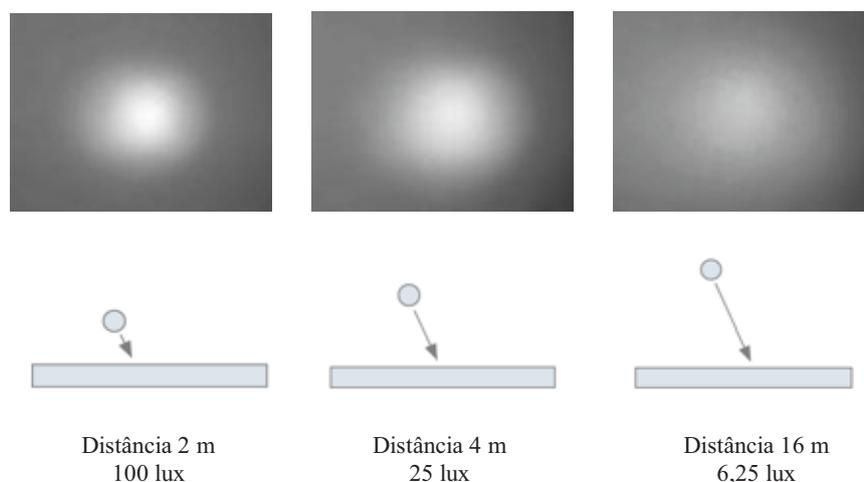
ou

$$\frac{I \cos^3 G}{H^2}$$

onde  $H$  é altura de montagem da luminária.

---

<sup>77</sup> Uniformidade global ( $U_0$ ) é a razão entre a iluminância mínima e a iluminância média.



**Figura 48:** Iluminância e distância à superfície (adaptado de Philips, 2005)

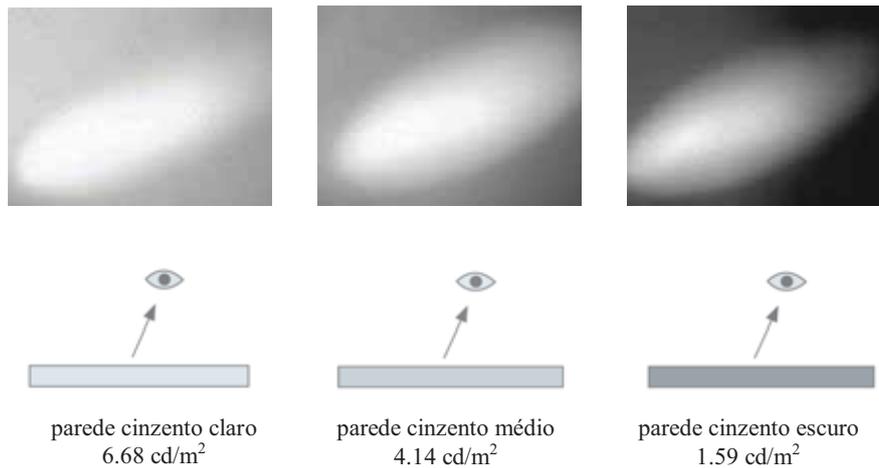
### 3.1.11.2. Luminância

Segundo Taylor (2000) a luminância ( $L$ ) é “a iluminância por unidade de ângulo sólido”. Ou seja, a luminância é a densidade de radiação visível - fotópica ou escotópica<sup>78</sup> - numa determinada direcção. Por outras palavras, a luminância é “a quantidade mensurável que mais se assemelha à percepção do brilho por uma pessoa, embora não sejam o mesmo” (Taylor, 2000) e é medida em candelas por metro quadrado ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ).

Para a CIE, (2007) a “relação entre a iluminância de uma superfície e sua consequente luminância é bastante complicada, pois depende da direcção a partir da qual a luz incidente atinge a superfície, a direcção a partir da qual é vista e, as qualidades inerentes da própria superfície – as suas características de reflexão”. Ou seja, depende da quantidade de luz incidente multiplicada por um coeficiente que descreve a reflectividade da superfície.

<sup>78</sup> Visão fotópica: percepção visual com luz intensa, assegurada pelos cones retinianos. Visão escotópica: percepção visual quando há fraca iluminação, só permitindo distinguir grosseiramente a forma dos objectos. Definição da equipa Médicos de Portugal (<http://medicosdeportugal.saude.sapo.pt> acedido a 23 de Outubro de 2008)

Os estudos realizados pela Philips (2005), afirmam que os designers podem controlar a nossa percepção do espaço, ao compreenderem como a luz interage com os materiais. No geral, os materiais mais escuros absorvem mais luz que os mais claros, e nesse sentido reflectem/transmitem menos luz (fig. 49).



**Figura 49:** Luminância e diferentes cores (adaptado de Philips, 2005)

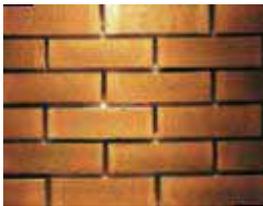
Sendo a luminância influenciada pelo tipo de revestimento do pavimento, é determinante conhecer as características de reflexão do mesmo. Desde os anos sessenta, “que a maioria dos cálculos fotométricos de luminância baseiam-se em classificações teóricas de revestimentos R1, R2, R3 e R4 definidos pela CIE”<sup>79</sup> (Schröder, 2006). Assim R1 corresponde a um revestimento em betão, R2 a um alcatrão difusor, R3 a alcatrão clássico e R4 a um alcatrão especular.

### 3.1.11.3. Aparência de cor dos materiais

A aparência de cor dos materiais depende da composição espectral da fonte de luz, pois como referido anteriormente, o ser humano percebe a cor, porque o comprimento de onda da luz respeitante aquela cor está a ser reflectido pela superfície. A tabela abaixo

<sup>79</sup> CIE 144(2001): “Road surface and road marking reflection characteristics”

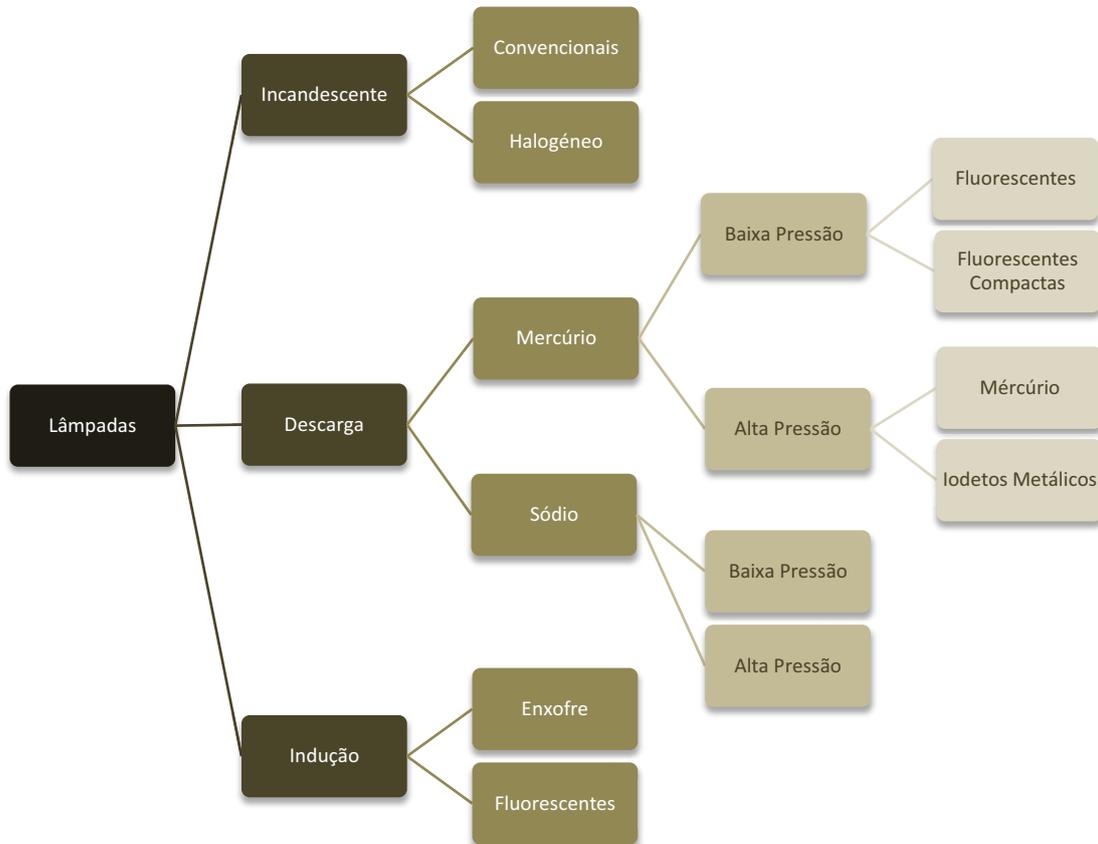
atesta a percepção de cor efectivamente reflectida por cada superfície, consoante o tipo de lâmpada, temperatura de cor e respectivo índice de restituição de cores (tab. 17). As lâmpadas escolhidas foram a SON, CDM e CDM-T da empresa Philips.

	Tipo de Lâmpadas		
	SON / 1950 K / Ra 25	CDM / 3000 K / Ra >80	CDM-T / 4200 K / Ra >80
<b>Tijolo</b>			
<b>Pedra</b>			
<b>Vegetação</b>			

**Tabela 17:** Aparência de cor dos materiais consoante o tipo de lâmpada (adaptado de Philips, 2005)

### 3.2. Tipologia de lâmpadas existentes

As secções anteriores atestam a importância colossal que o tipo de lâmpada tem na qualidade de luz que produz. A revisão da literatura e a pesquisa de mercado revelou uma ampla gama de fontes de luz artificial, que podem ser classificadas com base no princípio de funcionamento da fonte luminosa e divididas em três grandes grupos: as incandescentes, que necessitam de um condutor sólido – filamento – para irradiar luz, as de descarga que emitem luz a partir da passagem de corrente por um gás e as lâmpadas de indução em que a descarga do gás é produzida por uma corrente induzida por um campo magnético externo (fig. 50):



**Figura 50:** Tipologia de Lâmpadas

Conforme a tipologia das lâmpadas de descarga são utilizadas as seguintes abreviaturas (os dois primeiros caracteres indicam a *descarga de gás*):

- *Na* de Sódio;
- *Hg* para Mercúrio;
- *MH* de iodetos metálicos (não científico).

Os dois caracteres seguintes indicam a *pressão interna* do tubo de descarga:

- *HP* para alta pressão;
- *LP* de baixa pressão.

O quinto dígito indica a *forma exterior do bolbo*:

- *B* para forma em balão (elipsóide, ovóide);

- *T* de forma tubular.

O sexto dígito indica o *tratamento exterior do bulbo*:

- *F* de fluorescente ou fosco;
- *C* para transparente.

Assim uma lâmpada de sódio de alta pressão tubular transparente é indicada como tipo: NaHP-TC; uma lâmpada de mercúrio de alta pressão é indicada como tipo: HgHP-BF; uma lâmpada fluorescente tubular é indicada como tipo: HgLP-TF; e uma lâmpada de iodetos metálicos ovóide é indicada como tipo: MHHP-BF (para as lâmpadas de iodetos metálicos, também pode ser feita uma subdivisão com base no material do tubo: quartzo ou cerâmica '*cer*'). Para as lâmpadas fluorescentes é feita uma subdivisão entre as linear e as compactas '*comp*').

### 3.2.1. Lâmpadas incandescentes

#### 3.2.1.1. Lâmpadas incandescentes convencionais

A luz de lâmpadas incandescentes é proveniente de um filamento metálico em "*tungsténio muito fino enrolado sob a forma de dupla espiral para assegurar uma eficácia luminosa óptima*" (EDP, 2008), alojado no interior de uma ampola de vidro na qual existe um gás inerte. A electricidade "*ao passar no filamento aquece-o e, em consequência disso, este emite radiação electromagnética*" (DGEG, 2008) (fig. 51).



**Figura 51:** Lâmpada Philips Standard 100W E27 240V A55 CL 1CT  
(<http://www.prismaecat.lighting.philips.com>)

Este tipo de lâmpada proporciona um fluxo luminoso com uma cor confortável e oferece uma excelente reprodução de cores, pois possui um Ra de 100 *“mas só estão aptas a produzir luz quente entre 2400 a 3100 K que é quase equivalente à luz natural entre o pôr-do-sol e uma hora após”* (DGEG, 2008). Apresenta, no entanto, *“muito baixa eficiência luminosa e o menor tempo de vida médio (cerca de 1000 horas) de todas as fontes luminosas existentes”* (EDP, 2008) mas *“não é afectado pelo número de vezes que entra em ignição (que se acende)”* (DGEG, 2008).

As lâmpadas de incandescência são as mais utilizadas *“em iluminação de uso comum, luz ambiente ou de orientação”* (EDP, 2008) no sector doméstico, mas *“o tipo de funcionamento destas lâmpadas faz com que apenas uma pequena parcela da energia consumida seja convertida em luz, sendo a restante perdida em calor”* (EDP, 2008) ou seja, o *“seu rendimento é baixo”* (EDP, 2008), entre *“os 6 e os 18 lúmen por Watt”* (DGEG, 2008)<sup>80</sup>. Como resultado, esta tecnologia já não é actualmente utilizada em novas instalações de candeeiros de iluminação do espaço público.

### 3.2.1.2. Lâmpadas de halogéneo

As lâmpadas de halogéneo têm um funcionamento análogo às lâmpadas de incandescência: também *“são lâmpadas de filamento, mas para evitar que o tungsténio evaporado condense no interior da lâmpada, existe neste, um gás halogenado que tem por função capturar os átomos de tungsténio e transportá-los de novo para o filamento”* (DGEG, 2008). Ou seja, a mistura dos gases inertes e do halogéneo capturam os átomos de tungsténio e conduzem-nos de volta para o filamento, funcionando *“sob o princípio do ciclo regenerativo, evitando o escurecimento da lâmpada devido à regeneração do filamento e, por consequência, um fluxo luminoso que permanece constante ao longo da sua vida útil”* (EDP, 2008) (fig. 52).

---

<sup>80</sup> Na sequência do compromisso da Austrália em eliminar gradualmente a utilização de lâmpadas de incandescência, os 27 dirigentes da União Europeia decidiram que todos os Estados-Membros terão que utilizar a iluminação eficiente da energia antes de 2010.



**Figura 52:** Lâmpada Philips Traffic Halogen 12058 50W GY6.35 12V UNP  
(<http://www.prismaecat.lighting.philips.com>)

Consegue-se assim reduzir significativamente o tamanho da lâmpada, permitindo que “a temperatura do filamento possa atingir temperaturas superiores a 3000 K” (DGEG, 2008), apresente uma “maior eficiência luminosa, quando comparada com as incandescentes” (EDP, 2008), ofereça uma “luz branca e brilhante com excelente reprodução de cores” e uma “maior duração com vida média de 2500 horas ou seja, cerca de 2,5 vezes a das lâmpadas incandescentes, sendo portanto uma solução mais interessante do ponto de vista energético” (EDP, 2008). É, assim possível, conseguir uma duração de vida útil de até 4000 horas para um rendimento de até cerca de 25 lm/W (Teixeira, 2005), ou seja, as lâmpadas de halogéneo oferecem mais luz com potência menor ou igual à das incandescentes comuns, além de possuírem uma vida útil mais longa.

### 3.2.2. Lâmpadas de descarga de vapor de mercúrio de baixa pressão

Nas lâmpadas de descarga de vapor de mercúrio de baixa pressão “os electrões são emitidos por um eléctrodo aquecido quando lhe é aplicada uma diferença de potencial e se cria um plasma ou um gás com capacidade para conduzir a electricidade” (DGEG, 2008). Nesta análise a DGEG (2008) acrescenta que neste plasma “os electrões colidem com átomos (predominantemente de mercúrio)” e “transferem energia para os átomos que adquirindo essa energia ficam num estado excitado”, que ao regressarem “ao seu estado de equilíbrio, libertam aquela energia na forma de fotões”. Em muitas destas lâmpadas o comprimento de onda dos fotões emitidos não se situa no intervalo do espectro da luz visível, necessitando de um arrancador e de um balastro para criar o circuito necessário ao seu funcionamento.

### 3.2.2.1. Lâmpadas fluorescentes

Neste tipo de lâmpadas a *“corrente eléctrica, ao passar através do gás, emite radiações ultravioletas que atingem o pó fluorescente ou fósforo na superfície do tubo convertendo-se em radiação visível”* (EDP, 2008). Deverão ser utilizadas com balastros electrónicos, em vez dos antes utilizados balastros electromagnéticos, pois *“a poupança de energia pode ir aos 30%, a vida útil da lâmpada aumenta, diminuindo o efeito de cintilação e a substituição do arrancador torna-se desnecessária”* (EDP, 2008).

É uma lâmpada que proporciona uma alta eficácia luminosa, com pouca potência e baixo consumo energético, *“possuindo um razoável índice de restituição de cores, sendo extremamente longa a sua vida útil, em média cerca de 12000 horas”* (EDP, 2008) (fig. 53).



**Figura 53:** Lâmpada Philips MASTER TL-D HF Super 80 16W/840 1SL  
(<http://www.prismaecat.lighting.philips.com>)

### 3.2.2.2. Lâmpadas fluorescentes compactas e lâmpadas fluorescentes compactas electrónicas

As lâmpadas fluorescentes compactas possuem um princípio de funcionamento similar aos das fluorescentes tubulares mas apresentam dimensões mais reduzidas. São constituídas por um filamento ligado em série com um tubo de descarga. Este filamento de *“tungsténio vem também substituir o balastro na limitação da corrente em funcionamento normal”* (DGEG, 2008) (fig. 54).

Oferecem *“uma razoável restituição de cor, ... uma vida útil mais longa (cerca de 8 vezes superior às lâmpadas incandescentes)”* (EDP, 2008), ou seja, um *“tempo de vida útil, entre as 5000 e as 25 000 horas”* (DGEG, 2008) e, *“uma economia maior (o consumo de energia eléctrica é cerca de 80% inferior)”* (EDP, 2008). A sua eficiência luminosa *“varia entre 35 a 80 lm/W”* (DGEG, 2008).

Segundo a EDP (2008) as lâmpadas fluorescentes compactas electrónicas diferem das anteriores por incorporar “na base um reactor electrónico” e serem constituídas por “tubos fluorescentes finos dobrados ou soldados” (fig. 55).



**Figura 54:** Lâmpada Philips MASTER PL-S



**Figura 55:** Lâmpada Philips SL-Electronic

(<http://www.prismaecat.lighting.philips.com>)

### 3.2.3. Lâmpadas de descarga de vapor de mercúrio de alta pressão

#### 3.2.3.1. Lâmpadas de mercúrio

As lâmpadas de descarga de vapor de mercúrio de alta pressão têm “dentro do tubo de descarga vapor de mercúrio e árgon e quatro eléctrodos: dois principais e dois auxiliares” (DGEG, 2008). Durante o aquecimento a pequena quantidade de mercúrio que se encontra no estado líquido, vai-se gradualmente evaporando, produzindo uma luz inicialmente fraca. À medida que a pressão vai aumentando, a luz produzida pelo arco voltaico com o vapor de mercúrio a alta pressão ganha intensidade. O árgon serve para activar o arco voltaico, que só emite raios ultra-violetas (UV) invisíveis ao olho humano. Para emitir luz a ampola é montada no interior de um bolbo revestido internamente com uma camada de fósforo, que passa a emitir luz assim que recebe os raios UV (fig. 56).



**Figura 56:** Lâmpada Philips HPL Comfort 400W/534 E40 HG 1SL  
(<http://www.prismaecat.lighting.philips.com>)

De acordo com a DGEG (2008) a luz desta lâmpada caracteriza-se por “*falta de radiações vermelhas, tomando uma cor branca – azulada*” e apresenta “*uma eficiência luminosa (média) entre 50 a 60 lm/W e a sua vida útil é de cerca de 9 000 horas, no entanto o seu índice de restituição de cor é baixo, 40 a 48*” dependendo do modelo. Mas “*apresenta valores bastante reduzidos de eficiência*” (EDP, 2008). São normalmente utilizadas na iluminação de vias públicas e áreas industriais, aeroportos e em grandes espaços exteriores.

### 3.2.3.2. Lâmpadas de iodetos metálicos

De acordo com o Instituto de Sistemas e Robótica da Universidade de Coimbra (ISR-UC, 2007), a lâmpada de descarga de mercúrio de alta pressão com iodetos metálicos, é similar à lâmpada de descarga de mercúrio de alta pressão acima descrita, com excepção da presença de iodetos metálicos. Esta presença permite, por um lado, um desempenho muito maior, e por outro, a possibilidade de se variar a coloração da lâmpada através da selecção dos iodetos metálicos colocados no interior do tubo de descarga. Podem apresentar potências entre os 70 a 400W – baixa potencia, e até 18000W – alta potência e a sua eficiência luminosa “*encontra-se em torno de 100 lumens/Watt, ou seja, o dobro da tradicional lâmpada de vapor de mercúrio*” (ISR-UC, 2007) (fig. 57).



**Figura 57:** Lâmpada Philips HPI-T PLUS 400W/643 E40 SLV  
(<http://www.primaecat.lighting.philips.com>)

O documento DMA-C72-220/E de Julho de 1996 (EDP, 1996) estabelece as especificações das características das lâmpadas de vapor de mercúrio de alta pressão, assim como os ensaios a que são submetidas as lâmpadas para comprovação dessas características. Este documento baseia-se na Norma Europeia EN 60188, de Fevereiro de 1988 e nas suas emendas A1 de Setembro de 1990 e na A5 de Agosto de 1993.

#### **3.2.4. Lâmpadas de descarga de vapor de sódio**

##### **3.2.4.1. Lâmpadas de descarga de vapor de sódio de baixa pressão**

Segundo a ISR-UC (2007) as lâmpadas de descarga de vapor de sódio de baixa pressão funcionam através da “*descarga num tubo de vidro especial em forma de U, contendo uma atmosfera composta de 99% de neônio e 1% de argônio, além do sódio*”. A nível funcional é semelhante à lâmpada fluorescente, com “*os cátodos aquecidos, e o circuito de ligação, constituído por um balastro, e um arrancador*” (ISR-UC, 2007).

Ainda de acordo com o mesmo estudo efectuado pelo ISR-UC (2007), este tipo de lâmpada é a fonte de luz artificial de maior rendimento, atingindo uma eficiência luminosa superior a 180 lumens/Watt mas o seu espectro é praticamente monocromático na região do amarelo (fig. 58).



**Figura 58:** Lâmpada Philips SOX Plus 135W BY22d 1SL

(<http://www.prismaecat.lighting.philips.com>)

O documento DMA-C72-230/E de Julho de 1996 (EDP, 1996) especifica as características das lâmpadas de vapor de sódio de baixa pressão para as redes de iluminação do espaço público, assim como os ensaios a que são submetidas as lâmpadas para comprovação dessas características. Este documento baseia-se na Norma Europeia EN 60192, de Julho de 1993 e nas suas emendas A4 de Janeiro de 1995 e na A5 de Janeiro de 1995.

#### 3.2.4.2. Lâmpadas de descarga de vapor de sódio de alta pressão

Actualmente a lâmpada de descarga de vapor de sódio de alta pressão apresenta uma das últimas tecnologias em termos de eficiência e durabilidade. Funciona conforme o mesmo princípio da lâmpada de iodetos metálicos, mas emprega uma mistura de sódio com mercúrio, além de gases nobres que iniciam a ignição da lâmpada (fig. 59).

Apresenta um espectro mais rico que a lâmpada a vapor de sódio de baixa pressão e que a lâmpada de vapor de mercúrio, devido ao facto “*de que sob altas temperaturas e pressões, as linhas monocromáticas do espectro do sódio começam a sobrepor-se, produzindo através de interferências construtivas e destrutivas outras linhas espectrais, que normalmente seriam imperceptíveis*” (ISR-UC, 2007).



**Figura 59:** Lâmpada Philips MASTER SON-T PIA Plus 600W/220 E40 1SL

(<http://www.prismaecat.lighting.philips.com>)

Relativamente à eficiência luminosa, até 150 Lm/W, é ligeiramente inferior ao da lâmpada a vapor de sódio de baixa pressão, situando-se em segundo lugar em maior eficiência luminosa comparativamente a outras fontes de luz artificiais. No entanto, emitem uma luz amarela e dourada apenas indicada para iluminação de locais onde a reprodução de cor não é um factor importante, mas de qualquer forma, superior ao índice de restituição de cores das lâmpadas a vapor de sódio de baixa pressão. Segundo ISR-UC (2007) são uma alternativa à lâmpada de vapor de mercúrio, pois oferecem uma maior eficiência e economia na iluminação do espaço público, embora com inferior qualidade de reprodução cromática.

Para a EDP (2008) este tipo de lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão tem *“vantagens a todos os níveis, isto é, ao nível do comportamento luminotécnico e energético”*. O documento DMA-C72-240/E de Julho de 1996 (EDP, 1996) determina as especificações das características das lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão, assim como os ensaios a que são submetidas as lâmpadas para comprovação dessas características. Este documento baseia-se na Norma Europeia EN 60622, de Janeiro de 1993 e nas suas emendas A4 de Junho de 1994, na A5 de Julho de 1994, na A6 de Julho de 1994, na A7 de Dezembro de 1995 e na A8 (sem data). Para além desta documentação relativa ao tipo de lâmpadas definidas nestas especificações, a EDP distingue no documento DMA- C72-280/E de Fevereiro de 1990 as características e os ensaios dos suportes das lâmpadas de descarga (com excepção das fluorescentes) a incluir nas luminárias das redes de iluminação do espaço público.

### **3.2.5. Lâmpadas de indução**

A nova geração de lâmpadas, as chamadas lâmpadas de indução, promete uma luz de melhor qualidade e uma vida de longa duração, com menor consumo de energia. É um tipo de lâmpada que não funciona com nenhum princípio mencionado até agora, nem a descarga nem a incandescência, mas utiliza frequência elevada para excitar uma bobina ou emprega a energia de micro-ondas, direccionada para um elemento como o enxofre

para produzir luz visível. Neste grupo encontram-se as lâmpadas fluorescentes indutivas e as lâmpadas de enxofre.

### 3.2.5.1. Lâmpadas de enxofre

As lâmpadas de enxofre funcionam segundo o princípio da indução electromagnética e são constituídas por uma pequena esfera de quartzo contendo o gás árgon e certa quantidade de enxofre. A esfera é montada na extremidade de um magnetrão<sup>81</sup>, onde recebe directamente a radiação electromagnética, que excita as moléculas de enxofre *“emitindo uma luz muito intensa e com um tom levemente azulado, possuindo um espectro luminoso bastante rico”* (ISR-UC, 2007).

Segundo Teixeira (2005), este tipo de lâmpadas têm muitas vantagens relativamente às lâmpadas de descarga: *“tem mais rendimento, é ambientalmente favorável (não contém mercúrio), tem uma excelente restituição de cores, uma estabilidade de cor excelente, uma fraca degradação de radiação IV<sup>82</sup>, muita baixa emissão de UV e longa duração de vida”* (fig. 60)



**Figura 60:** Lâmpada de enxofre desenvolvida pela Technical University of Eindhoven / Philips  
([www.lamptech.co.uk/](http://www.lamptech.co.uk/))

---

<sup>81</sup> É a mesma válvula que permite o funcionamento dos fornos de microondas.

<sup>82</sup> Radiação Infravermelha.

### 3.2.5.2. Lâmpadas fluorescentes de indução

O princípio de funcionamento das lâmpadas fluorescentes de indução baseia-se “na excitação do mercúrio e dos gases nobres que se encontram no seu interior através da aplicação de um campo magnético oscilante de altíssima frequência” (ISR-UC, 2007) e a sua principal característica é o facto de “prescindir da necessidade de eléctrodos para originar a ionização do gás” (Teixeira, 2005). Ou seja, a sua duração de vida é extensíssima pois não tem eléctrodos, que constituem a parte mais frágil da lâmpada (fig. 61).

Aliás de acordo com a análise realizada por Teixeira (2005), este tipo de fonte luminosa apresenta uma duração de vida “de cerca de 60 000 horas, que correspondem a cerca de 15 anos de funcionamento de 11 horas por dia”; é uma lâmpada que “emite luz instantaneamente”, fornece “um índice de restituição de cores de cerca de 80” e a possibilidade de seleccionar “entre 3 diferentes tonalidades de cor” aliado a “um bom rendimento global do sistema face às lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão”



**Figura 61:** Lâmpada Philips MASTER QL 85W/840 Twist Base SLV

(<http://www.prismaecat.lighting.philips.com>)

Actualmente existem dois sistemas de produção desta nova ionização do gás sem eléctrodos: as lâmpadas fluorescentes de alta potência sem eléctrodos e as lâmpadas de descarga em gás a baixa pressão por indução.

As lâmpadas fluorescentes de alta potência sem eléctrodos são compostas por um tubo fluorescente em forma de anel sem eléctrodos e por um equipamento electrónico com uma frequência de aproximadamente 250 KHz. Segundo Teixeira (2005), as principais vantagens destas lâmpadas assentam na “duração de vida extremamente longa: 60000 horas” na “potencia de 100 a 150 W”, no “fluxo luminoso até 12000 lm”, no “rendimento luminoso até 80 lm/W”, no “baixo perfil geométrico, o que permite o

*desenvolvimento de armaduras baixas”, numa “luz confortável sem oscilações” e num “arranque rápido sem cintilação”.*

As lâmpadas de descarga em gás a baixa pressão por indução têm um recipiente de descarga que contem o gás a baixa pressão e um núcleo cilíndrico de ferrito. Este núcleo concebe um campo magnético, induzindo a corrente eléctrica no gás que provoca a sua ionização. Contem também um gerador de alta frequência com 2,65 MHz para iniciar e manter a descarga de energia fornecida à antena (Teixeira, 2005). Ainda de acordo com este autor, as principais vantagens destas lâmpadas assentam na *“duração de vida extremamente elevada: 60000 horas”* nas *“potências das lâmpadas de 55, 65 e 165 W”*, no *“fluxo luminoso até 12000 lm”*, no *“rendimento luminoso entre 65 e 81 lm/W”*, no *“acendimento instantâneo sem cintilação e sem efeito estroboscópico”* e, numa *“luz agradável de grande conforto visual”* (Teixeira, 2005).

### **3.2.6. Outro tipo de lâmpadas**

#### **3.2.6.1. Luz mista**

As lâmpadas de luz mista são lâmpadas compostas por uma *“ampola cheia de gás, revestida na parede interna por uma camada fluorescente, contendo um tubo de descarga em série com um filamento”* (Teixeira, 2005), que funcionam em tensão de rede 220V, sem reactor (fig. 62). A análise efectuada por Teixeira (2005) a este tipo de lâmpadas revela, que tal como acontece na lâmpada de vapor de mercúrio de alta pressão com ampola fluorescente, também neste caso a radiação ultravioleta da descarga do mercúrio é convertida em radiação visível pela camada fluorescente. A somar a esta radiação existe a radiação visível do próprio tubo de descarga e a luz quente do filamento incandescente, que dão origem a uma luz branca difusa, de aparência agradável. Em geral, são uma alternativa de maior eficiência para substituição de lâmpadas incandescentes pois apresentam uma duração média de vida útil de 2000h.



**Figura 62:** Lâmpada Philips ML 160W E27 235-245V SLV  
(<http://www.primaecat.lighting.philips.com>)

### 3.2.6.2.LED

Os LED (Light Emitting Diode ou Diodo Emissor de Luz, em português) são “*dispositivos semicondutores que convertem electricidade directamente em luz*” (ISR-UC, 2007), constituídos por “*uma série de camadas de material semicondutor*” (ISR-UC, 2007) (fig. 63). Dependendo do material usado na sua composição e da largura de banda proibida do semicondutor, emitem luz que varia entre as cores vermelho, amarelo, verde e azul, sendo a luz branca produzida através do uso de um fósforo conversor. O rendimento luminoso, dependente do tipo de cor, tem vindo a aumentar com o passar dos anos, e actualmente a Cree, um fabricante de LED americano, já apresentou ao mercado um LED branco quente com uma eficácia luminosa de 55 lúmenes/watt. A tensão de operação deste tipo de lâmpadas varia de 2 V a 4 V, dependendo também do tipo de cor.



**Figura 63:** Subsistema LED da Philips Intuos LMS 1x4 4W 20-24VDC RGBA 8Dx50  
(<http://www.primaecat.lighting.philips.com>)

A Schröder (2008) considera os LED como o “*futuro da iluminação*” pois apresentam como vantagens uma “*dimensão compacta, longo tempo de vida, baixos requisitos de manutenção, luz branca, eficácia luminosa crescente e amplas capacidades de design*”

acrescentando que já desafiam “*as fontes de luz tradicionais em aplicações de iluminação pública*” (fig. 64).



De acordo com a Schröder a luminária Isme está equipada com 24 LED de alta potência de 1 W: 22 em branco de 4500 K e 2 azul royal, orientados de modo a permitir uma distribuição longitudinal. Os LED estão posicionados no interior da luminária como se fossem projectores miniaturas, para otimizar a distribuição de luz e proporcionar uma boa uniformidade.

**Figura 64:** Luminária ISME de LED Schröder

(Acedido em: 20 Out. 2008, em: <http://www.schreder.com/272-6-259/default.aspx>)

Outro exemplo apresentado pela Schröder é a luminária Azo equipada com LED, concebida em colaboração com o gabinete de arquitectura 3LHD e a equipa de design de mobiliário urbano Numen/For Use. Esta luminária foi desenvolvida para a iluminação e valorização de Riva – a frente marítima de Split, na Croácia (fig. 65).



**Figura 65:** Luminária AZO com LED da Schreder (Acedido em: 20 Out. 2008, em: <http://www.schreder.com/272-6-259/default.aspx>)

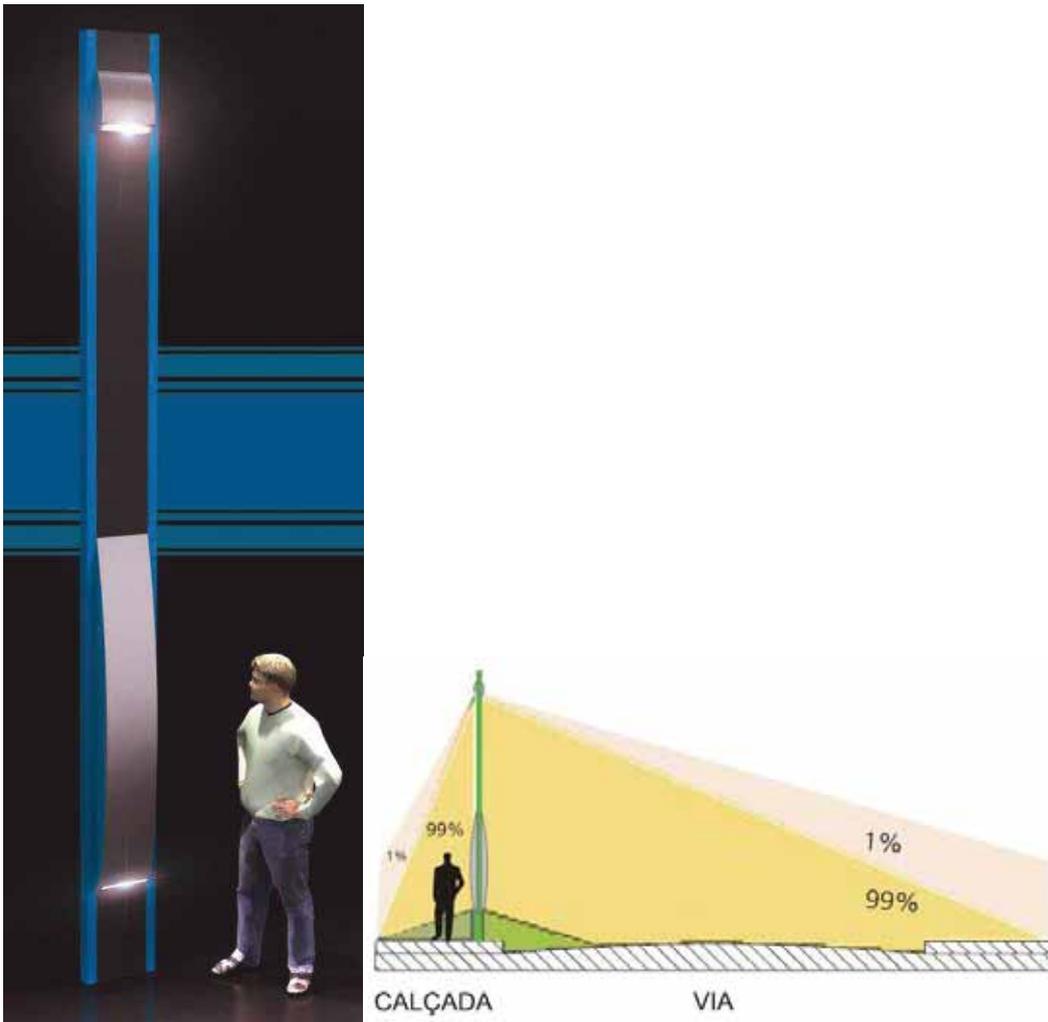
### 3.2.6.3.Fibra Óptica

A fibra óptica apresenta-se geralmente num *“cabo de plástico sólido que transporta e emite luz desde uma fonte geradora até ao local desejado”* (ISR-UC, 2007). Teixeira (2005) refere que um sistema de fibras ópticas é constituído por *“um gerador/emissor de luz”* onde geralmente são utilizadas *“lâmpadas de iodetos metálicos, mas também podem usar-se lâmpadas de halogéneo”*; por *“fibras ópticas de vidro ou plástico de elevada pureza que transmite os sinais luminosos”*, que *“podem ser ou não envolvidos por uma protecção em PVC”*, e *“na extremidade do cabo de fibra óptica é usado geralmente, um terminal óptico para modificar a superfície iluminada”*

A luz é transmitida através de um feixe de luz que é lançado na ponta da fibra e a percorre por meio de reflexões sucessivas. A fibra óptica possui geralmente duas camadas: o núcleo e o revestimento. No núcleo, ocorre a transmissão da luz propriamente dita, facto possível devido à diferença de índice de refacção entre o revestimento e o núcleo, sendo que o núcleo tem sempre um índice de refacção mais elevado, factor que aliado ao ângulo de incidência do feixe de luz permite o fenómeno da reflexão total.

A empresa ZipLux desenvolveu a luminária Ziplux Lamp que, de acordo com o catálogo do produto, economiza 30% com o sistema de direcção de luz em que 99% desta é direccionada para área a ser iluminada. A luz é direccionada através de cabos de fibra óptica, eliminando a necessidade de luminárias, lentes ou reflectores, o que garante um resultado de iluminação em áreas de até 200m<sup>2</sup> por unidade.

A lâmpada e todos os componentes ficam posicionados no interior da base, protegidos de oscilações, variações bruscas de temperatura e agentes naturais (fig. 66).

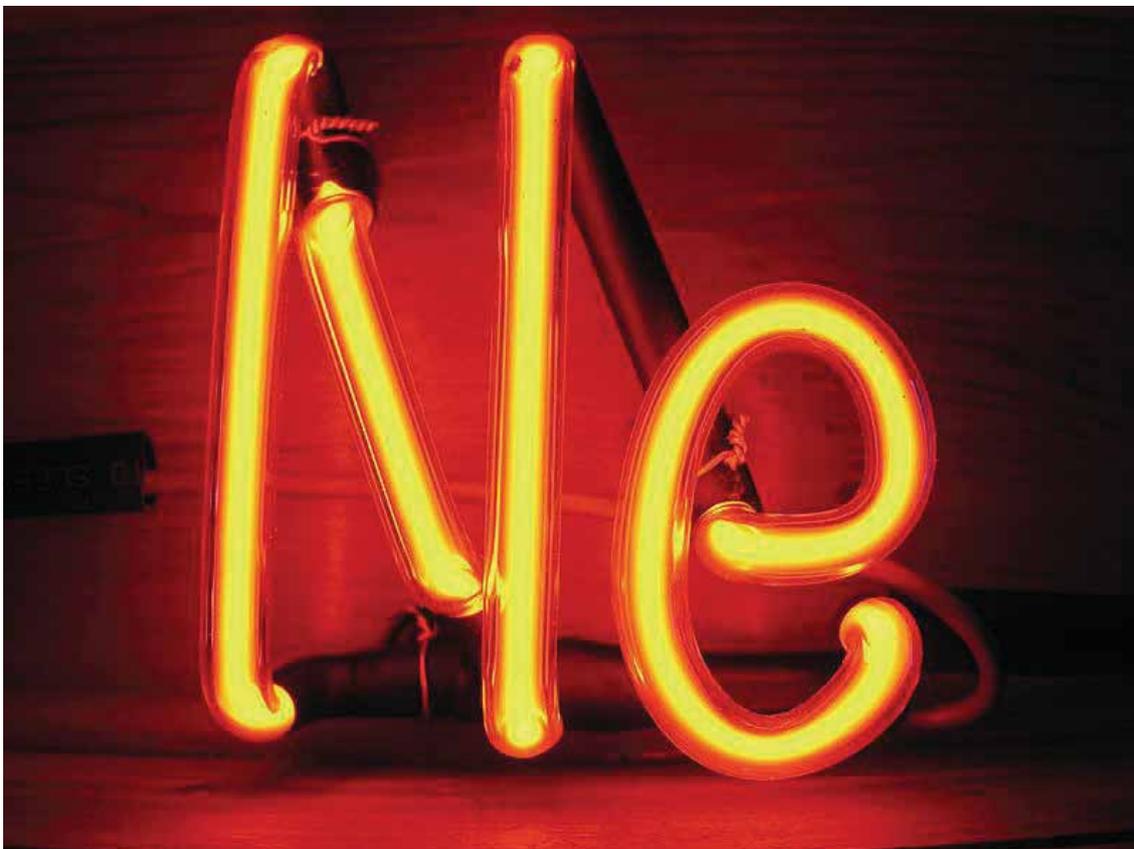


**Figura 66:** Desenho e corte da Luminária Ziplux Lamp com fibra óptica (Acedido em: 22 Out. 2008, em: <http://www.ziplux.com.br/modelos.htm>)

#### 3.2.6.4. Lâmpadas de Néon

As lâmpadas de néon são lâmpadas de cátodo frio, em vidro e que têm no seu interior um gás rarefeito (néon ou néon com vapor de mercúrio) e dois eléctrodos nas extremidades. Ao ser aplicada nos eléctrodos uma tensão suficientemente elevada, o tubo ilumina-se com a cor que depende do gás utilizado. A tensão necessária para o funcionamento do tubo depende do comprimento do tubo, do seu diâmetro, bem como do gás utilizado. Geralmente são necessários entre 300V a 1 000V por metro de tubo. A tensão pode ser obtida directamente da rede ou intercalando um transformador.

Este tipo de lâmpadas é muito utilizado em reclamos luminosos publicitários, pois apresenta-se em várias cores e possibilidades configurativas (fig. 67).



**Figura 67:** Lâmpada de néon (acedido em: 7 Abril 09, em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:NeTube.jpg>)

### **3.2.7. Comparação dos tipos de lâmpadas**

A tabela 18 apresenta uma comparação dos diversos tipos de lâmpadas acima descritos, relativamente à potência, ao fluxo luminoso, à eficiência luminosa média, à vida útil e, também descreve as principais vantagens e desvantagens de cada uma. Optou-se pela empresa OSRAM devido à oportunidade na recolha de informação.

Tipo de Lâmpada	Potência (Watts)	Fluxo Luminoso (lúmen)	Eficiência Luminosa Média (lm/W)	Vida Útil (horas)	Vantagens	Desvantagens
<b>Incandescente Convencional:</b> Classic Standard A	60	710	11,8	1000	Iluminação geral e localizada de interiores. Tamanho reduzido e custo baixo.	Muito baixa eficiência luminosa. Custo de utilização elevado. Vida útil curta.
	100	1560	15,6			
	150	2140	14,3			
	200	3040	15,2			
<b>Incandescente Halogéneo:</b> Haloline Energy Saver	80	1500	18,8	2000	Tamanho da lâmpada reduzido. Maior eficiência luminosa em comparação com a incandescente. Luz branca e brilhante. Excelente reprodução de cores.	Baixa eficiência luminosa. Vida útil curta.
	120	2450	20,4			
	230	5060	22			
	400	9200	23			
<b>Baixa Pressão Fluorescente:</b> Fluorescente Tubular T10/T12	20	1060	53	12000	Alta eficácia luminosa, com pouca potência e baixo consumo energético. Índice de restituição de cores razoável. Vida útil longa.	Necessita de reactor.
	40	2700	67,5			
	110	9350	85			
<b>Baixa Pressão Fluorescente Compacta:</b> Duluxstar MiniTwist	13	850	65,4	6000	Índice de restituição de cor razoável. Consumo de energia cerca de 80% inferior relativamente às incandescentes. Vida útil razoável.	Fluxo luminoso total é atingido após 5 mn. Não permite o reacendimento imediato, pois, dependendo do tipo, necessita entre 2 a 15 mn para que arrefeça. Falta de radiações vermelhas, (cor branca azulada). Necessita de reactor.
	18	1200	66,7			
	23	1500	65,2			
	80	3800	47,5			
<b>Alta Pressão Vapor de Mercúrio:</b> Hql Standard	125	6300	50,4	24000	Eficiência luminosa média. Pequeno volume. Vida útil longa.	Fluxo luminoso total após 2 a 4 minutos. Necessita de reactor e arrancador
	250	13000	52			
	400	22000	55			
<b>Alta Pressão Iodetos Metálicos:</b> HCl -TS	72	6900	95,8	12000	Ótima eficiência e baixo custo de funcionamento. Boa reprodução de cores. Vida útil média.	Fluxo luminoso total após 2 a 4 minutos. Necessita de reactor e arrancador
	74	6700	90,5			
	144	14800	102,7			
	144	14200	98,6			
<b>Vapor de Sódio Baixa Pressão:</b> SOX	18	1800	100	16000	Excelente eficiência luminosa.	Espectro é praticamente monocromático na região do amarelo.
	37	4600	124,3			
	56	8100	144,6			
	91	13500	148,4			
	135	22500	166,7			
	185	32000	173			
<b>Vapor de Sódio Alta Pressão:</b> Vialox Nav Super 4y	70	6600	94,3	28000	Ótima eficiência; baixo custo de funcionamento, dimensões reduzidas, rendimento cromático razoável (luz de cor branco-dourado). Vida útil longa.	Custo elevado que é amortizado com o uso. Demora cerca de 5 min. para atingir 90% do fluxo luminoso total.
	100	10700	107			
	150	17500	116,6	32000		
	250	33200	132,8			
	400	56500	141,3			
<b>Indução Magnética:</b> Endura	600	90000	150	16000	Longa durabilidade. Alto fluxo luminoso. Partida instantânea. Excelente índice de reprodução de cores.	
	70	6500	92,9			
	100	8000	80			
	150	12000	80			

Tabela 18: Tabela comparativa de diversos tipos de lâmpadas da OSRAM



Foram seleccionadas lâmpadas com diferentes tipos de potências, no sentido de se perceber, que as diferenças em watts têm como consequência um fluxo luminoso distinto, que pode representar maior ou menor eficiência luminosa média. Para além do facto que, consoante o tipo de lâmpadas, também os resultados em termos de eficiência luminosa média podem apresentar valores distintos. É também efectuada uma comparação relativamente às vantagens e desvantagens, assim como à vida média em horas de cada tipo de lâmpada, denotando-se que cada tipologia apresenta resultados distintos, e que as vantagens se podem tornar em desvantagens, e vice-versa, dependendo da solução a iluminar (tab. 18).

### **3.2.8. Tipologia de lâmpadas utilizadas na iluminação do espaço público**

A seguinte tabela comparativa apresenta diversos tipos de lâmpada utilizados pela Philips, na iluminação de espaços públicos urbanos. Mais uma vez a opção pela empresa deveu-se somente à oportunidade na recolha de informação. Através deste tipo de comparação consegue-se compreender como a temperatura de cor, o índice de restituição de cores assim como a eficácia, vida útil e distribuição da potência espectral depende do tipo de lâmpada utilizada em cada candeeiro de iluminação do espaço público. Mais uma vez se percebe que a qualidade da luz efectivamente emitida depende de inúmeros factores e, é importante quantificar as vantagens e desvantagens de diferentes alternativas, face aos objectivos de cada projecto urbano de iluminação do espaço público (tab. 19).



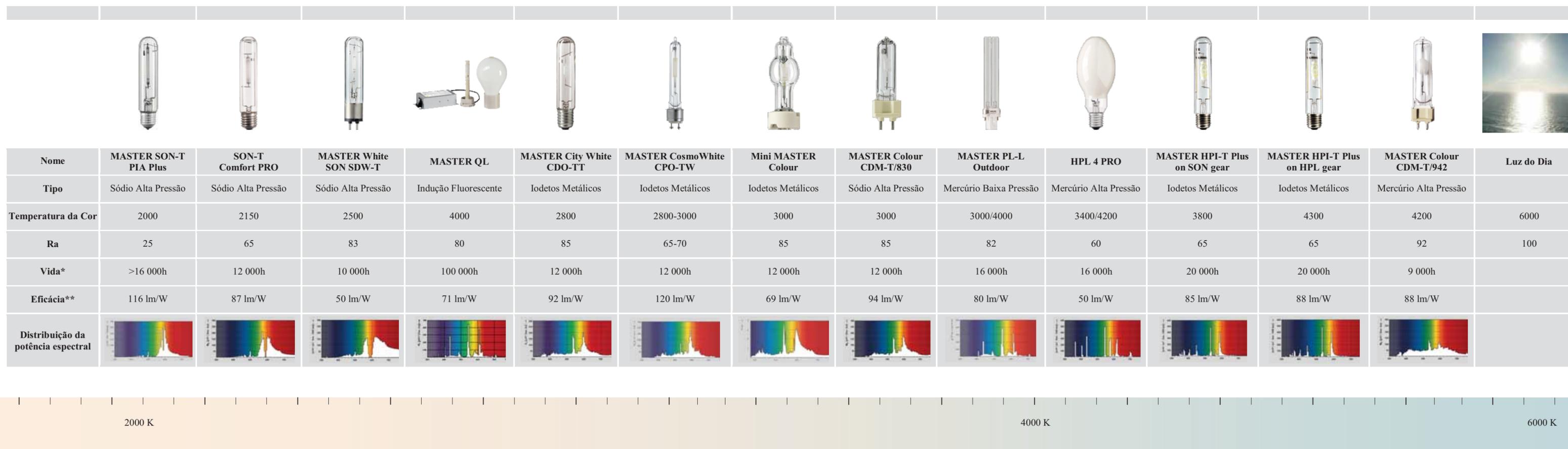


Tabela 19: Tipologia de lâmpadas utilizadas na iluminação pública: comparação da temperatura de cor, Ra, vida, eficácia e distribuição de potência espectral (adaptado de Philips, 2008)

\* Medições baseadas em lâmpadas a funcionarem em equipamentos standard, até uma média de 50% de falha.

\*\* Valores indicativos pois variam consoante os Watts da lâmpada seleccionada

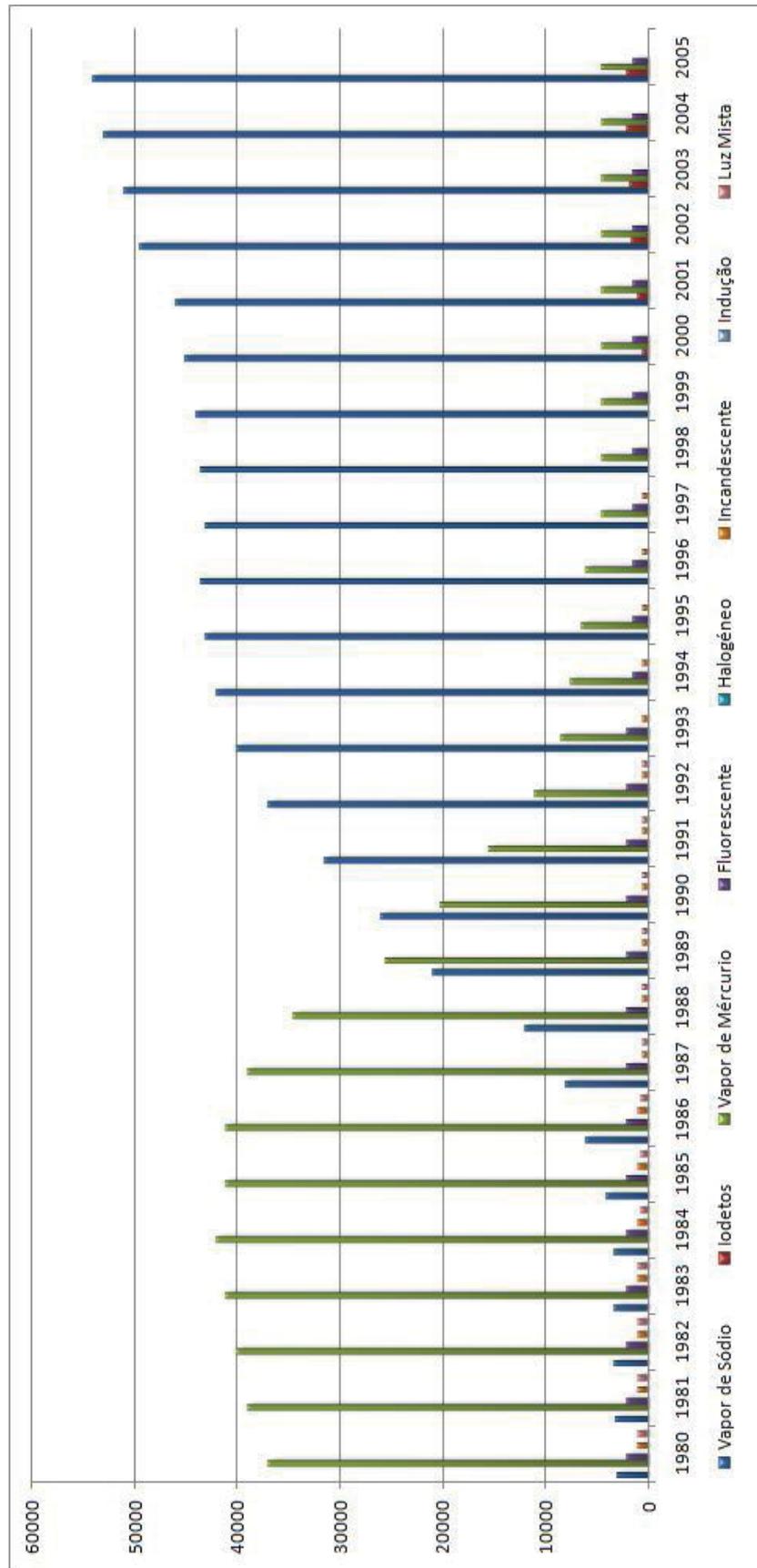


### **3.2.9. Tipologia de lâmpadas utilizadas na iluminação do espaço público de Lisboa**

No intuito de se ter uma ideia do panorama do tipo de lâmpadas actualmente usadas na iluminação dos espaços públicos urbanos das cidades portuguesas, apresenta-se o seguinte gráfico, resumo da análise realizada por Ferreira (2006) e que ilustra vinte e cinco anos de iluminação do espaço público de Lisboa, entre 1980 e 2005 (gráf. 4).

A observação do gráfico permite constatar que nos anos 80 utilizavam-se predominantemente lâmpadas de vapor de mercúrio, e que vinte cinco anos depois, em 2005, não chegam a ser 5000. Gradualmente têm vindo a ser substituídas pelas lâmpadas de vapor de sódio, a chamada luz amarela. As lâmpadas de luz mista praticamente já não existem, assim como as lâmpadas de incandescência, das quais sobram um número insignificante.

O número de lâmpadas existentes em Lisboa no ano de 2005 é significativo – mais de 50000 – quando comparado com Paris que nesta data tem entre 125000 e 126000 lâmpadas. Este valor é expressivo ao constatar que o concelho de Lisboa tem pouco mais de meio milhão de habitantes (509 751 em 2006) e cerca de 83 Km<sup>2</sup>, enquanto Paris tem mais de 2000000 de habitantes e uma área de cerca de 105 Km<sup>2</sup> (Ferreira, 2006). Aliás, para este autor o rácio de Lisboa relativamente ao número de lâmpadas é francamente positivo e defende que há luz a mais na capital.



**Gráfico 4:** Tipo de lâmpadas existentes no município de Lisboa entre 1980 e 2005 (adaptado de Ferreira, S., *Sessão Ponto de Encontro* de 30 de Março de 2006)

### 3.2.10. Especificações técnicas e normativas das lâmpadas

Como observado nas secções anteriores, cada lâmpada apresenta características diferentes. A Norma *EN 12665:2002 Light and lighting - Basic terms and criteria for specifying lighting requirements*, define quais os requisitos gerais de performance das lâmpadas:

- Fluxo luminoso: valor inicial do fluxo luminoso da lâmpada, declarada pelo fabricante ou o vendedor responsável, sendo a lâmpada utilizada em condições específicas, e após um curto período de uso de 100 horas. Unidade: lúmen [lm];
- Potência da Lâmpada: potência consumida pela lâmpada. Unidade Watt [W];
- Factor de Sobrevivência da Lâmpada: fracção do número total de lâmpadas que continuam a funcionar num determinado tempo sob determinadas condições e determinadas frequências de troca;
- Factor de Manutenção do Fluxo Luminoso da Lâmpada: rácio entre o fluxo luminoso emitido pela lâmpada num dado momento da sua vida e o fluxo luminoso inicial;
- CIE 1974 índice geral de cores (Ra);
- Eficácia luminosa de uma lâmpada: quociente do fluxo luminoso emitido pela energia consumida pela fonte. Unidade lúmen por watt (lm/W).

Deverão também ser considerados os seguintes requisitos de performance estipulados na publicação *CIE 154 (2003): Maintenance of outdoor lighting systems*, que sugere factores de manutenção e selecção de equipamento adequado relativos à progressiva redução da quantidade de luz emitida pela lâmpada. A norma *EN 60662: High pressure sodium vapour lamps – Performance*, que especifica as dimensões das lâmpadas, as características eléctricas para o arranque e funcionamento da lâmpada, juntamente com informações para efeitos de concepção e design do balastro, do arrancador e da luminária. A norma *EN 61167: Metal halide lamps – Performance*, que especifica os métodos de ensaio a serem utilizados na determinação das características das lâmpadas

de iodetos metálicos, tanto com terminal simples como duplo, utilizadas com corrente alternada, 50 Hz ou 60 Hz, com balastos que satisfazem os requisitos da IEC 923. E a norma *EN 62035: Discharge Lamps (Excluding Fluorescent Lamps) - Safety Specifications*, que especifica os requisitos de segurança para lâmpadas de descarga (excluindo as lâmpadas fluorescentes) para fins de iluminação geral. É aplicável a lâmpadas de vapor de sódio de baixa pressão e de descarga de alta intensidade (HID), ou seja, a lâmpadas de vapor de mercúrio de alta pressão, a lâmpadas de vapor de sódio de alta pressão e a lâmpadas de iodetos metálicos.

### **3.3. Plano de acção para a eficiência energética**

A Directiva n.º 2006/32/CE de 5 de Abril, do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos, estabeleceu, entretanto, a obrigação de os Estados membros publicarem um plano de acção para a eficiência energética, estabelecendo metas de, pelo menos, 1 % de poupança de energia por ano até 2016 (Diário da República, 1.ª série, N.º 97, 20/05/2008).

Como tal, a Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008 aprova o Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética - Portugal Eficiência 2015, documento que engloba um conjunto alargado de programas e medidas consideradas fundamentais para que Portugal possa alcançar e suplantar os objectivos fixados no âmbito da referida directiva europeia (D.R., 1.ª série, N.º 97, 20/05/2008). Este plano abrange vários sectores, nomeadamente o da iluminação pública, dos quais se apresenta o sumário de programas e medidas relativos ao tema em estudo (tab. 20):

Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética								
Programas e Medidas			Impactos (tep <sup>83</sup> )		Metas			
Designação da medida	Código da medida	Descrição	Cenário intermédio		Indicadores	Actual	2010	2015
			2010	2015				
Iluminação pública eficiente	E8M8	Instalação de reguladores de fluxo como garante da melhoria de eficiência energética na iluminação pública.	1.764	6.174	Nº de pontos de iluminação intervencionados		46.429	162.500
	E8M9	Substituição de globos por equipamento com melhor capacidade de reflexão e necessidade de lâmpadas de menor potência	230	805	Nº de globos substituídos		14.286	50.000
	E8M10	Cumprimento de requisitos mínimos de eficiência energética para novas instalações	893	3.126	Nº de novas instalações		57.143	200.000
	E8M11	Phase out de lâmpadas de vapor de mercúrio na iluminação pública	814	3.258	Nº Lâmpadas de mercúrio instaladas	300.000	225.000	0
	E8M12	Substituição de luminária e balastro electrónico em instalações com mais de 10 anos	2.003	5.340	Nº total de pontos de iluminação		40.385	107.692
	total		5.704	18.703				

**Tabela 20:** Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (adaptado de D.R., 1.ª série, N.º 97, 20/05/2008)

<sup>83</sup> tep: tonelada equivalente de petróleo, uma medida de energia.

Procura-se integrar neste plano exclusivamente a componente de eficiência energética na óptica da procura energética, não considerando neste caso o seu possível impacto ao nível da oferta energética. Pretende-se assim, através da implementação destas medidas de eficiência energética e alteração de comportamentos de consumo, reduzir a energia consumida no sector da iluminação do espaço público através da “*substituição de equipamento e acessórios no parque já instalado por outros mais eficientes*” nomeadamente “*reguladores de fluxo luminoso*”, “*phase out de lâmpadas de mercúrio*”, “*substituição dos balastos ferromagnéticos por acessórios electrónicos*” e “*reposição recorrente dos condensadores*”. E também através da implantação de “*novas instalações (de substituição ou de raiz) cumprindo requisitos mínimos de eficiência energética*” mormente com a “*criação de um regulamento para a iluminação pública*” (D.R., 1.ª série, N.º 97, 20/05/2008).

### **Síntese conclusiva**

A maioria da população mundial vive e trabalha em centros urbanos. Como principais centros de actividade económica, de inovação e cultura, as cidades são pólos de atracção que oferecem várias níveis de oportunidades que avocam as mais diversas pessoas. Mas, quanto maior a densidade populacional mais preocupações surgem com os sistemas necessários à manutenção da sociedade moderna. Hoje em dia, as necessidades das comunidades elevaram-se de tal forma, que o ser humano encontra-se dependente de um complexo sistema de serviços e infra-estruturas que tem de funcionar de maneira coordenada e padronizada. Os sistemas viários e de transporte, o abastecimento de água, gás e electricidade, os resíduos, as comunicações, etc., que surgiram como mais uma comodidade, são actualmente parte intrínseca da vida do cidadão, que deles são cativos. Dentro destes serviços a iluminação pública tornou-se um dos sistemas essenciais para a qualidade de vida das comunidades urbanas.

Quando surgiu, a iluminação nocturna ampliou o nosso universo, tanto em relação ao espaço como ao conceito de tempo, pois permitiu o domínio da escuridão da noite e, assim, prolongar a estadia nos espaços públicos das cidades. Até aos finais do século XVIII não se encontra qualquer tentativa concreta de introdução de candeeiros de

iluminação pública nas cidades portuguesas. Só em 1780, já no reinado de Dona Maria I, é que são efectuadas as primeiras tentativas de iluminação pública a azeite em Lisboa. Este feito de Pina Manique, logo cedo entrou no imaginário da cidade, como sinal de urbanidade que contribuiu para melhorar a qualidade de vida dos seus cidadãos. A partir de 1825, começa a ouvir-se falar da iluminação a gás, mais potente e económica, mas por várias circunstâncias, só em Março de 1847 é que o gás de iluminação se instala em Lisboa, sendo uma vez mais, os locais que constituíam os centros cultural e comercial da cidade e a zona residencial da alta sociedade lisboeta, as zonas favorecidas na colocação dos primeiros candeeiros de iluminação pública a gás. Aos poucos, estes candeeiros de base rectangulares, cujo sistema era aceso manualmente pelo chamado vaga-lumes, foram-se estendendo a toda a cidade. Com a generalização do gás a iluminação pública torna-se indispensável para o desenvolvimento social e económico da cidade e, começa a assumir-se como um dos vectores importantes para a segurança pública e para a prevenção da criminalidade. Surge a Companhia Lisbonense de Illuminação de Gaz e mais tarde, a Sociedade Gaz de Lisboa, que provoca uma renovação formal nos candeeiros, através da apresentação de cinco desenhos tipo para a iluminação pública de Lisboa, presentes ainda em alguns bairros históricos de Lisboa. Estabelece a sua fábrica junto à Torre de Belém e utiliza o inovador sistema de iluminação de manga incandescente, que apresenta um poder iluminante melhor, capaz de concorrer com o sistema a electricidade durante muitos anos. Mais tarde, em 1891 nasce a Sociedade Companhias Reunidas de Gaz e Electricidade, fruto da fusão destas duas empresas. Esta companhia celebra logo um novo contrato de concessão com a Câmara Municipal de Lisboa, que se manterá até 1928 e será o quadro regulador do fornecimento de gás à cidade de Lisboa.

A iluminação a electricidade também foi amplamente noticiada antes de ser introduzida no quotidiano da cidade. Só em 1889 é que é inaugurada a primeira rede eléctrica de iluminação pública na Avenida da Liberdade, com candeeiros de arco voltaico de grandes dimensões com 8 a 10 metros. A introdução da iluminação pública a electricidade veio beneficiar das ideias higienistas já introduzidas na cidade. Este sistema a electricidade é percebido como sinónimo de conforto urbano e de segurança dos cidadãos e muda decisivamente os hábitos da sociedade lisboeta. Os candeeiros

tornam-se uma referência dentro da paisagem citadina e surge uma nova cultura urbana, com novas formas de ocupação e uso do espaço. Com a introdução das lâmpadas eléctricas de incandescência na iluminação do espaço público, os candeeiros voltam a diminuir de altura, e inicia-se a lenta substituição da iluminação a gás pela electricidade, que leva, a partir de 1919, à adaptação dos candeeiros de gás à electricidade. Surgem assim novas luminárias próprias desta época como o bico de pato, o aro, etc. Este serviço de iluminação é continuamente sujeito a todo o tipo de melhoramentos, mas apesar de todos os esforços em 1917 - 40 anos depois da inauguração da electricidade - quase 90% dos candeeiros usados na iluminação eram a gás contra 3% a electricidade e 7% a petróleo.

A partir dos finais dos anos vinte, é introduzido o sistema *novalux*, que faz surgir uma nova luminária – o nabo, que apresenta um vidro translúcido, que dá uma nova luminosidade à cidade. A 5 de Maio de 1928 é realizado um novo contrato entre a Câmara Municipal e a CRGE, que estipulava a duração da concessão em 50 anos e que esteve em vigor até à nacionalização da empresa em 1975. Este contrato reflecte a tomada de consciência pela Câmara da importância da iluminação do espaço público no desenvolvimento urbano de Lisboa e, representa uma mudança de atitude, que é fundamental na modernização e embelezamento da cidade. Nesta altura são introduzidas as lâmpadas de vapor de mercúrio, que elevam de novo os candeeiros adaptando a iluminação ao crescente fenómeno urbano do trânsito rodoviário. A crise do petróleo de 1973 trouxe consigo as preocupações com o consumo energético e fez surgir as lâmpadas de vapor de sódio e outras que procuram reduzir o consumo de electricidade, mantendo um nível elevado de luminosidade. Em 1975 a CRGE é nacionalizada e integrada na empresa pública EDP – Electricidade de Portugal. A partir desta data a EDP torna-se a única concessionária de electricidade de Portugal continental que, desde então, tem centrado a sua actuação no aperfeiçoamento da eficiência energética dos equipamentos, procurando em conjunto com os respectivos municípios, a melhoria continua do serviço prestado. Actualmente o serviço de iluminação do espaço público de Lisboa é assegurado pela Divisão de Iluminação Pública da Câmara Municipal de Lisboa.

Durante décadas o sistema de iluminação do espaço público baseou-se quase unicamente, na noção de iluminação da via basicamente concebida para o trânsito motorizado. Hoje em dia passou-se para o conceito de projectar para o espaço urbano, dando importância ao peão e encarando a luz como uma condição fundamental para a realização de ambientes promotores das actividades de cidadania, assim como de ornamentação e para sublinhar os espaços e edifícios mais relevantes da cidade. Até há pouco tempo, os requisitos de projecto centravam-se no custo dos produtos, no respectivo consumo de energia e na capacidade de iluminação dada pelos equipamentos. Presentemente, já se constatou que são igualmente importantes parâmetros como a segurança física do cidadão e do seu património, o consumo energético das fontes de luz e das suas instalações e uma maior participação do poder público na melhoria e na manutenção da iluminação do espaço público urbano, assim como o fornecimento de condições apropriadas de conforto visual, maiores possibilidades de lazer e resposta ao desejo de equipamentos esteticamente adequados aos locais. Para além disto, é necessário assegurar um nível de iluminação adequado de acordo com o tipo de utilizadores - peões, condutores e/ou mistos, com as características do tráfego - densidade e velocidade dos veículos, densidade dos peões - e, com as características ambientais - percepção do espaço e segurança.

Os candeeiros são elementos que configuram o espaço público, são vistos de dia e de noite, logo a sua estética é de extrema relevância. Os equipamentos considerados no âmbito deste trabalho foram classificados em candeeiros de iluminação pedonal urbana, candeeiros de iluminação viária urbana e os candeeiros de iluminação mistos pedonal/viária urbana. No geral, o objectivo deste tipo de candeeiros é fornecer luz para uma informação visual suficiente, de modo a permitir uma utilização nocturna com segurança, procurando o equilíbrio entre o objectivo de reduzir o efeito da intrusão da luz artificial no ambiente nocturno e a necessidade de fornecer a iluminação necessária para criar ambientes agradáveis e seguros.

Um candeeiro é composto por um suporte – coluna ou consola - uma ou mais luminárias e o material eléctrico de iluminação. Por sua vez, a luminária é constituída pelo sistema óptico, o suporte das lâmpadas, o corpo da armadura, a fixação da armadura ao poste, a

aparelhagem auxiliar e os dispositivos de regulação. O sistema óptico pode ser formado pelo reflector, refractor e difusor, e destina-se a alterar a distribuição do fluxo luminoso emitido pelas lâmpadas. A luminária tem como finalidade orientar o fluxo luminoso para alcançar a repartição luminosa pretendida, com o melhor rendimento possível, evitar o encandeamento, cumprir com as especificações eléctricas que garantem a segurança e o bom funcionamento e, proteger da melhor forma as lâmpadas e os dispositivos eléctricos e ópticos das condições atmosféricas. Para poderem ser instaladas nas redes da EDP, têm de cumprir com as especificações técnicas do documento *Luminárias de Iluminação Pública. Especificação técnica das características e dos ensaios*. Quanto aos requisitos de performance têm que cumprir com os definidos na norma EN 12665 (2002) *Light and Lighting - Basic Terms and Criteria for Specifying Lighting Requirements*.

O poste ou coluna é um apoio designado a sustentar uma ou várias luminárias e composto por uma ou várias partes: um fuste, eventualmente uma ampliação superior e, se necessário, um braço. Estas colunas geralmente em aço, liga de alumínio ou em betão, devem ostentar uma boa resistência aos esforços resultantes da acção do vento e aos choques mecânicos, uma boa resistência à intempérie e à corrosão, uma manutenção acessível e económica e, espaço suficiente para a colocação e fácil acesso à aparelhagem de protecção. As colunas podem apresentar diferentes tamanhos e configurações, dependendo do tipo de iluminação exigida, do material empregado, do esquema de fixação ao solo, e do género de braços, entre outras características. A selecção de uma coluna é estabelecida pela altura necessária, pela orientação do apoio e pelo local a ser instalada. Quanto às especificações técnicas estão sujeitas a ensaios de acordo com a norma europeia EN-40 "*Lighting columns*", redigida pelo comité técnico CEN-TC 50.

As consolas ou braços de iluminação são vulgarmente aplicados nas fachadas dos edificios em locais em que as circunstâncias assim obrigam, como por exemplo em áreas com passeios estreitos em que as colunas atrapalham a circulação de peões. Deverão ser colocadas em zonas sem árvores de grande porte, ao longo das vias de

edifícios suficientemente altos e de construção resistente e em que a largura a iluminar, de fachada a fachada, não ultrapasse os 20 m.

Para se realizar um projecto de design de um candeeiro também é imprescindível o conhecimento de questões relacionadas com o conforto visual, com factores luminotécnicos e a economia de energia. Como tal, para além da parte física do produto, é necessário preponderar as condições relacionados com as características da luz. O conforto visual, por exemplo, exige o controlo dos reflexos, dos brilhos e da ofuscação, além de cuidados com os contrastes. A economia de energia apela a sistemas energeticamente eficientes e a geometrias optimizadas, para que o somatório do consumo tenha o menor impacto no conjunto. Os factores luminotécnicos exigem o domínio da relação da luz e a cor, da temperatura da cor, do índice de restituição das cores, do rendimento luminoso e da duração de vida média da fonte de luz. E as questões relacionadas com as características da luz em si e os materiais, ou seja, em conjunto com a aparência, a textura e a composição das superfícies, que determina quanta e que tipo de luz é absorvida, reflectida e/ou transmitida e as questões das unidades fotométricas da luz como a iluminância e a luminância.

Para além disto, cada classe de iluminação é caracterizada por um conjunto de requisitos fotométricos, designadamente de iluminância máxima e mínima, luminância e uniformidade entre outros, especificados em normas que estabelecem os requisitos de performance para as várias classes definidas.

Estas questões sugerem a importância que o tipo de lâmpada tem na qualidade de luz que produz. A revisão da literatura e a pesquisa de mercado exibiram uma vasta gama de fontes de luz artificial, que podem ser classificadas com base no princípio de funcionamento da fonte luminosa e divididas em três grandes grupos: as incandescentes, que carecem de um condutor sólido – filamento – para irradiar luz, as de descarga que irradiam luz a partir da passagem de corrente por um gás e as lâmpadas de indução em que a descarga do gás é produzida por uma corrente induzida por um campo magnético externo.

Actualmente a principal fonte de luz utilizada na iluminação dos espaços públicos é a lâmpada de vapor de sódio, a chamada luz amarela, que gradualmente tem vindo a substituir as lâmpadas de vapor de mercúrio. As lâmpadas de luz mista praticamente já não existem, assim como as lâmpadas de incandescência, das quais sobram um número insignificante. Isto deve-se ao facto de, actualmente, a regulamentação relativa à iluminação dos espaços públicos definir claramente os requisitos gerais de performance das lâmpadas, nomeadamente na norma EN 12665:2002 *Light and lighting - Basic terms and criteria for specifying lighting requirements*. Também a Directiva n.º 2006/32/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à eficiência na utilização final de energia e aos serviços energéticos, estabeleceu a obrigação de os Estados membros publicarem um plano de acção para a eficiência energética, estabelecendo metas de, pelo menos, 1 % de poupança de energia por ano até 2016.

Todas estas considerações apontam para a necessidade de se considerar num projecto de design de um candeeiro para a iluminação do espaço público, a natureza e potência das lâmpadas assim como a natureza do dispositivo óptico, os factores luminotécnicos, o rendimento luminoso e a eficiência energética do sistema, a resistência ao aquecimento, à sujidade, à corrosão e às vibrações, assim como às condições atmosféricas, o dispositivo de fixação, respectivo peso e dimensões da luminária. No plano económico deve considerar-se o custo das luminárias e respectivos suportes, o valor da instalação, a facilidade de substituição das lâmpadas e da aparelhagem auxiliar e a facilidade de limpeza.



O capítulo quatro contextualiza o terceiro e último quadro teórico de referência deste estudo, e encontra-se dividido em quatro secções. A primeira secção centra-se na determinação e delimitação dos vários termos existentes na bibliografia e, na definição do conceito de eco-design, discutindo a referência científica existente neste domínio, com especial incidência no ciclo de vida do produto. Analisa as tendências recentes de eco-design e a necessidade de inovação, e descreve as políticas ambientais europeias de desenvolvimento de produto. Na segunda secção é realizada uma crítica ao processo metodológico de design e à introdução do ambiente como um requisito no desenvolvimento do produto. São caracterizados os processos de design *clássico* de Pahl e Beitz (1998), e os processos de eco-design de Brezet *et al.*, (1997) e da ISO TR 14062, estabelecendo-se a relação entre eles. Também descreve o paradoxo de design derivado da integração de critérios ambientais nas fases iniciais de design de produto, e os aspectos que deverão ser introduzidos no processo *clássico* de design para o eco-design funcionar. A terceira secção tem como objectivo apresentar as ferramentas e métodos de avaliação dos impactos ambientais, para poder seleccionar aquela que irá servir para avaliar a carga ambiental dos candeeiros de iluminação pública. É ainda abordada a questão da separação entre quem desenvolve os métodos e ferramentas e os seus presumíveis utilizadores. A última parte deste capítulo caracteriza as estratégias mais comuns dentro do campo do eco-design que permitem minimizar ou eliminar os impactos ambientais dos produtos, identificados através das ferramentas de avaliação. Reconhece também quais as estratégias que podem ser integradas no processo de design e aquelas que, na perspectiva de Gertsakis *et al.*, (1997), poderão ser integradas no eco-design de candeeiros dentro duma lógica de ciclo de vida.

## 1. Eco-design

### 1.1. Conceitos gerais

O Relatório Brundtland (WCED, 1987), também conhecido por *Our Common Future* publicado pela World Commission on Environment and Development, define o conceito de desenvolvimento sustentável como um modelo de “*development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs*” (WCED, 1987).

Sendo, essencialmente, a enunciação de um princípio ético e de compromisso intergeracional, a operacionalização do conceito tem-se mostrado complexa e difícil, pois existem muitas dimensões para o desenvolvimento sustentável – económica, social, ambiental, (claramente expressas em vários documentos e cimeiras) mas também cultural, política – e as sociedades têm dificuldade em gerir todas estas dimensões. Aliás, para Pol (2002) as “*conditions of modern life, especially in the cities, are a major obstacle to the adoption of sustainability values*”. É, de facto, importante mudar os actuais padrões ocidentais de consumo e de produção tecnológica, principalmente do ponto de vista comportamental, para se conseguir alcançar a sustentabilidade em algumas destas dimensões.

O relatório Brundtland também faz recomendações para uma nova abordagem ao design e à produção, definindo orientações para: “*a production system that respects... the ecological base*” e, “*a technological system that searches continuously for new solutions*” (WCED, 1987). Estas advertências traduziram-se numa crescente preocupação pelo futuro das próximas gerações e pelos níveis alarmantes de consumo

de recursos não renováveis, fazendo disparar o interesse pelas questões ambientais. Vários países, governos e empresas estão actualmente a estabelecer metas para alcançar o desenvolvimento sustentável e reduzir o consumo de recursos, com a esperança de conseguir preservar o ambiente natural para as gerações futuras. Neste sentido, a protecção ambiental tornou-se um factor estratégico na indústria em geral, com uma crescente inquietação nos impactos negativos dos produtos. A legislação relativa aos impactos ambientais dos produtos está cada vez mais rígida e os compradores estão cada vez mais cientes da sua soberania no mercado, relativamente ao exercício do poder de escolha do produto, considerando factores como a funcionalidade, a usabilidade, a estética, os custos, etc., mas também os seus impactos ambientais.

A revisão da literatura identificou consenso na ideia que as mudanças climáticas verificadas no decorrer das últimas décadas se encontram directamente ligadas ao declínio das condições de vida e à degradação dos recursos naturais do nosso planeta. Realidades como o efeito de estufa, o aumento do buraco na camada de ozono, a desertificação e o empobrecimento dos solos são acompanhadas por fenómenos como cheias e secas, com consequências cada vez mais graves. Todos estes factores atestam de alguma forma, a acção nefasta que as actividades humanas estão a provocar no meio ambiente.

De facto, a partir dos anos 80 do século passado a atenção consagrada ao desempenho ambiental dos produtos e processos, implicou uma significativa mudança na abordagem às actividades industriais: os modelos propostos pela investigação mais recente e os sucessos dos investigadores e das empresas têm gradativamente ampliado o conceito de sustentabilidade a qualquer actividade produtiva e têm salientado a enorme responsabilidade das actividades do design (Brezet, 1997).

Actualmente, já não existem incertezas que os desafios ambientais globais exigem um modo de pensar radical, na definição de critérios de design que constituirão as linhas de orientação para o desenvolvimento de produtos e serviços sustentáveis. No processo de design de produto, o designer tem uma grande influência ao construir soluções baseadas nos objectivos e nas directivas para uma sustentabilidade ambiental. A pesquisa

realizada indica que em 80-90% dos produtos, os impactos em termos de custos e de ambiente são, em grande medida, determinados nas fases de concepção (Design Council, 1997).

Neste sentido os produtos enquanto realidade física em si, têm um peso significativo pois, todos “*têm um impacto ambiental, seja durante a sua produção, utilização ou eliminação*” (Comissão das Comunidades Europeias CCE, 2004) e, “*a natureza exacta desse impacto é muito complexa e difícil de quantificar, mas a extensão potencial do problema é clara*” (CCE, 2004). Para além disto, apesar de os produtos serem “*fundamentais para a riqueza da nossa sociedade e para a qualidade de vida que todos usufruímos*” (CCE, 2001) o “*crescente consumo de produtos está também, directa ou indirectamente, na origem da maior parte da poluição e do esgotamento de recursos que a nossa sociedade causa*” (CCE, 2001).

## 1.2. Definições

A investigação em Eco-design<sup>84</sup> centra-se, maioritariamente, no modo de integração sistemática de considerações ambientais na concepção e desenvolvimento de um produto, serviço ou sistema. O seu campo da pesquisa ainda se encontra em franco desenvolvimento, o que leva diferentes investigadores a constantemente redefinir a sua noção do significado de eco-design. São aqui apresentadas três definições que espelham a realidade das diversas interpretações.

Como tal, Brezet e Van Hemel (1997) definem que “*ecodesign considers environmental aspects at all stages of the product development process, striving for products that make the lowest possible impact throughout the product life-cycle*”. Nesta definição o artefacto físico é o âmago do eco-design. Já Simon *et al.*, (2000) assumem uma perspectiva mais abrangente e também incluem os serviços na definição de eco-design:

---

<sup>84</sup> A expressão eco-design é usada de forma geral na Europa, mas nos Estados Unidos este conceito é frequentemente apelidado de Design para o Ambiente (*Design for Environment*, no original – DfE). Assim, o termo DfE é aqui considerado sinónimo de Eco-design.

*“ecodesign is a broad term implying a balanced view of the whole product life cycle and design effort focused on reducing the major environmental impacts of a product or service”*. Ambas as definições têm em comum o facto de abordarem o impacto ambiental durante todo o ciclo de vida, o que se torna significativo pois permite observar o impacto total do produto no ambiente. Sherwin e Evans (2000) definem o eco-design como *“the design of a product, service or system with the aim of minimising the overall impact on the environment”*. Argumentam que o eco-design é *“eco-product development”* e referem a integração das considerações ambientais em todas as fases de desenvolvimento do produto. Incluem ainda na sua definição a noção do desenvolvimento de sistemas.

Ao longo dos anos, o termo eco-design acabou por assumir significados diferentes para pessoas diferentes. Contudo, a maior parte das vezes, (como se pode observar pelas definições acima), **eco-design significa a introdução das considerações ambientais no design ‘tradicional’ de produto, com o objectivo de melhorar o desempenho ambiental do produto, sem modificar drasticamente o seu conceito**. Desta forma, o eco-design não é um modo definido de criar produtos novos e amigos do ambiente, mas antes uma maneira de manipular parâmetros ambientais juntamente com os habituais requisitos de design, no processo de desenvolvimento do produto.

A denominação de eco-design encontra paralelos numa série de outros títulos, por exemplo: Design Verde (*Green design*), Eco-Inovação (*Eco-innovation*), Desenvolvimento de Ecoproduto (*Eco-product Development*), Design para a Sustentabilidade (*Design for Sustainability*), Design Sustentável de Produto (*Sustainable Product Design*), Design Ambiental (*Environmental Design*), Design Ambientalmente Consciente (*Environmentally Conscious Design*), Design do Ciclo de Vida (*Life Cycle Design*) e Design para ‘X’ (*Design for ‘X’*) em que ‘X’ pode ser ‘ambiente’, (*‘environment’*), ‘re-fabrico’ (*‘remanufacture’*), ‘desmontagem’ (*‘disassembly’*), ‘reciclabilidade’ (*‘recyclability’*) ou um conjunto de outras eco-questões (Wong, 2000). Embora os termos sejam frequentemente considerados quase sinónimos, vários autores apontam diferenças subtis de significado (tab. 21).

Denominação	Âmbito	Enquadramento										
<b>Design Verde (Green Design)</b>	Limita-se a tratar de um elemento do ciclo de vida ou do problema ambiental (Demi, 2002).											
<b>Design Ecológico (Ecological Design)</b>	Pretende reduzir o impacto ambiental dos materiais por todo o ciclo de vida e encontra-se com mais frequência em estudos de arquitectura. (Sim Van Der Ryn e Stuart Cowan, 2002)	<p>→ <i>“Solutions grow from place: Ecological design begins with the intimate knowledge of a particular place. Therefore, it is small-scale and direct, responsive to both local conditions and local people. If we are sensitive to the nuances of place, we can inhabit without destroying.</i></p> <p><i>Ecological accounting informs design: Trace the environmental impacts of existing or proposed designs. Use this information to determine the most ecologically sound design possibility.</i></p> <p><i>Design with nature: By working with living processes, we respect the needs of all species while meeting our own. Engaging in processes that regenerate rather than deplete, we become more alive.</i></p> <p><i>Everyone is a designer: Listen to every voice in the design process. No one is participant only or designer only. Everyone is a participant designer. Honour the special knowledge that each person brings. As people work together to heal their places, they also heal themselves.</i></p> <p><i>Make nature visible: De-natured environments ignore our need and our potential for learning. Making natural cycles and processes visible bring the designed environment back to life. Effective design helps inform us of our place within nature”</i> (Sim Van Der Ryn e Stuart Cowan, 2002).</p>										
<b>Eco-Inovação (Eco-innovation)</b>	Tem como objectivo desenvolver novos produtos e serviços que se baseiem, não no redesign ou em mudanças incrementais ao produto existente, mas antes em proporcionar ao consumidor a função que este exige, da forma mais eco-eficiente. (Low, 2000).	<p>→ <b>Desmaterialização:</b> redesign orientado para a função com soluções que desmaterializam o produto e o substituem por um serviço. Um exemplo desta mudança de um produto para um serviço, é o serviço de mensagens telefónicas em rede, que veio substituir os atendedores de mensagens electrónicas. Os serviços de mensagens telefónicas são acedidos por um telefone vulgar e não exigem qualquer outro equipamento em casa, eliminando assim os impactos de produção, materiais, embalagem e logística do produto electrónico.</p>										
<b>Desenvolvimento de Ecoproduto (DEP) [Eco-product Development (EPD)]</b>	Conceito mais abrangente do que o eco-design (Centre for Sustainable Design, 2002), pois considera a integração dos requisitos ambientais através de todo o processo de desenvolvimento de produto e em cada fase desse processo. Por conseguinte, eco(re)design (adaptação de produto existente) e eco-inovação (desenvolvimento de novo produto) são estratégias de DEP.	<p>→ <b>Fases do processo:</b></p> <table border="0"> <tr> <td>Génese de ideias;</td> <td>Teste;</td> </tr> <tr> <td>Desenvolvimento conceptual;</td> <td>Produção;</td> </tr> <tr> <td>Avaliação;</td> <td>Lançamento;</td> </tr> <tr> <td>Produção do protótipo;</td> <td>Gestão do produto;</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Gestão do fim-de-vida.</td> </tr> </table>	Génese de ideias;	Teste;	Desenvolvimento conceptual;	Produção;	Avaliação;	Lançamento;	Produção do protótipo;	Gestão do produto;		Gestão do fim-de-vida.
Génese de ideias;	Teste;											
Desenvolvimento conceptual;	Produção;											
Avaliação;	Lançamento;											
Produção do protótipo;	Gestão do produto;											
	Gestão do fim-de-vida.											
<b>Design Sustentável de Produto (Sustainable Product Design)</b>	Definido como a articulação equilibrada das questões económicas, ambientais, éticas e sociais na concepção e no desenvolvimento de produtos. Exige criatividade, inovação e a participação de muitos actores diferentes, tais como decisores políticos, estratégias empresariais, gestores, designers, engenheiros, gestores de marketing, consumidores, etc. (Jones, 2001).	<p>→ <b>Dimensão social e ética:</b> valoriza o ciclo de vida, tal como o eco-design, mas coloca considerável ênfase na inclusão adicional de considerações sociais e éticas necessárias para alcançar o desenvolvimento sustentável.</p> <p><b>Escala temporal:</b> design sustentável tem uma componente temporal de longo prazo muito proeminente, em sintonia com o conceito de equidade intergeracional inerente ao desenvolvimento sustentável. Ao contrário, por exemplo, do design verde e do eco-design que não têm uma dimensão temporal manifesta.</p> <p><b>Design de Sistemas:</b> o design sustentável também se orienta para sistemas, enquanto o design verde e o eco-design apresentam um enfoque no produto.</p>										

Tabela 21: Definição, âmbito e enquadramento da terminologia em eco-design



Os sistemas de gestão ambiental orientados para o produto, as estratégias de serviço sustentáveis, a gestão de produto, a gestão da cadeia de oferta, e a Política Integrada de Produto (PIP) (IPP na sua sigla em inglês - *Integrated Product Policy*) são outros exemplos de conceitos que se tornaram populares nos últimos anos, no sector empresarial e junto de decisores políticos. Aliás, a Política Integrada de Produto faz parte integrante da estratégia de desenvolvimento sustentável da União Europeia, que tem desenvolvido esforços para a implementar através de várias iniciativas, nomeadamente através do *Livro verde sobre a política integrada relativa aos produtos* (2001)<sup>85</sup>. O seu objectivo principal é reduzir “os impactos produzidos pelos produtos ao longo do seu ciclo de vida, utilizando, sempre que possível, uma abordagem impulsionada pelo mercado, que tenha em conta as preocupações em matéria de competitividade” (CCE, 2004).

Embora os conceitos acima apresentem, por vezes, diferenças na orientação estratégica, todos têm o mesmo propósito: reduzir o impacto dos produtos e serviços no ambiente. Como tal, apesar das várias definições de eco-design encontradas na literatura e em diversas directivas, todas sugerem, em regra, vários conceitos chave como:

- Começar na primeira fase do processo de design e integrar as preocupações ambientais de um produto logo nas fases iniciais do processo de design;
- Considerar as preocupações ambientais juntamente com outros requisitos do produto, tais como qualidade, custo, segurança, funcionalidade, etc.;
- Considerar todo o impacto de um produto ao longo da totalidade do seu ciclo de vida, do “berço à sepultura” (“*cradle-to-grave*”), ou seja, optimização na extracção e transformação dos materiais, fabrico limpo, distribuição eficiente, utilização/operação limpa e optimização do fim de vida.

A razão por que este estudo usa o conceito de eco-design e não qualquer outra alternativa é que esta noção tende a ser a mais amplamente utilizada na indústria e no

---

<sup>85</sup> Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2001:0068:FIN:PT:PDF>

meio académico, e também a que reúne maior consenso. Todos os termos alternativos tendem a ter conotações específicas ou a referir-se a técnicas/áreas de design especializadas, sendo o eco-design o termo mais genérico. O termo Design Sustentável de Produto poderia parecer à primeira vista o mais adequado para os objetivos deste estudo, pois ultrapassa o conceito de eco-design e encerra em si a noção de sustentabilidade. Para além disto, integra os aspectos éticos e sociais do ciclo de vida do produto em conjunto com as considerações económicas e ambientais, tentando alcançar a tão falada “*triple bottom line*”<sup>86</sup> (Tischner e Charter, 2001). No entanto, na prática os projectos que incluíram adicionalmente os factores sociais e éticos não são axiomáticos, sendo que a questão operacional de introdução destes factores está longe de ser fácil (Tischner e Charter, 2001).

### 1.3. Desenvolvimento das estratégias ambientais

Apesar do design para a sustentabilidade ter ganho uma importância e expressão particular nesta década, não é um fenómeno exclusivo destes tempos mais recentes. Aliás, a evolução de ideias neste campo do design para a sustentabilidade tem, no geral, um paralelo no movimento ambiental<sup>87</sup>.

Se recuarmos a épocas remotas verifica-se que o homem sempre se preocupou com estas questões. O relatório da European Environment Agency de 2005 refere, que já no século V a.C., Platão (428/27-347 a.C.) escrevia sobre os efeitos das práticas insustentáveis relativas às florestas, referindo-se ao desbaste das montanhas em torno de Atenas, em resultado da exploração madeireira para a construção naval e para limpar terrenos agrícolas (Platão, séc. V a.C. *apud* European Environment Agency, 2005). Ao longo dos séculos podem encontrar-se referências que ilustram que a reflexão sobre a

---

<sup>86</sup> “*Triple bottom line*”: consideração dos benefícios económicos e financeiros ao lado dos benefícios sociais/éticos e ecológicos (Tischner e Charter, 2001).

<sup>87</sup> Movimento ambiental ou movimento ecológico, como também é denominado.

qualidade do ambiente não é um fenómeno novo. O que é verdadeiramente inovador é a escala que actualmente apresenta, transversal a diversas áreas da humanidade.

Estes conceitos e preocupações são manifestados, mais recentemente, no trabalho de William Morris (1834-1896) *News from Nowhere*, (1890), e de Ian McHarg (1920-2001) com a obra *Design with Nature*, (1968), em que as ideias para o planeamento do uso do solo de acordo com a natureza, são francamente avançadas para a época. Victor Papanek (1927-1999) em *Design for the Real World*, (1972) também explorou vários conceitos relativos à sustentabilidade que ainda hoje podem ser encontrados. Papanek agitou o *establishment* do design ao condenar veemente o seu mundo, fascinado com (como ele o via) o estilo superficial e com produtos inúteis. A grande apreensão de Papanek centrava-se nos grupos minoritários, ou seja, defendia que se devia projectar para uma ampla gama de grupos minoritários na sociedade – os idosos, as crianças ou os baixos – que em conjunto, argumentava, constituíam a maioria. De certa forma, a visão de Papanek antecipou a ligação do design com o desenvolvimento sustentável, no sentido em que abordou o design no contexto global e social alargado. Outro exemplo encontra-se em E. F. Schumacher (1911-1977) com o livro *Small is Beautiful* (1973), que apela à localização e a sistemas de pequena escala, circunstância que ajudou a formatar alguns dos argumentos económicos, sociais e estruturais que facilitam o design para uma vida saudável, equitativa e autónoma.

Assim nos anos 1970, o movimento de design ambiental avançou da perspectiva anti-tecnológica, caracterizando-se por uma preocupação nas consequências – tanto para os países industrializados como para os em vias de desenvolvimento – da livre economia de mercado e as subseqüentes atitudes materialistas e estilos de vida então adoptados. São dados os primeiros passos na criação de estratégias preventivas relativas aos desafios ambientais extremamente orientadas para a tecnologia. Na altura, as novas tecnologias eram muitas vezes conectadas a reduções energéticas e na racionalização da utilização da matéria-prima. Estas estratégias desenvolviam-se sob denominações como tecnologias de baixa ou não poluição, tecnologias limpas, redução de resíduos e prevenção da poluição. Todas se centravam na causa dos poluentes, ou seja, trabalhavam-se as razões da formação de poluição. Esta primeira abordagem ao controlo

da poluição deu origem a uma conjuntura de produção limpa ou preventiva, numa tentativa de evitar substâncias poluentes e tóxicas na fase de fabrico.

Durante os anos 80 do século passado, o movimento ambiental começou a ganhar terreno. Os tratados e estratégias de design ecológico começam a ser referidos como design sustentável. Os projectistas começam a compreender que o impacto das suas obras era sentido muito para além das paredes exteriores dos seus edifícios e do simples manuseamento dos seus produtos, e que a tecnologia podia não conter a melhor solução. A abordagem a uma produção não poluente estendeu-se a vários países, sendo primeiramente aplicada aos processos industriais - tecnologias mais limpas e, mais tarde, numa tentativa de ser mais inclusiva, foi aplicada aos próprios produtos - produtos mais limpos. A preocupação começou a centrar-se nos impactos ambientais de todo o ciclo de vida dos produtos. Tornou-se claro que para além da fase de fabrico, o sistema do produto na sua globalidade constituía uma fonte importante de distúrbio ambiental.

Os anos 90 trouxeram, por um lado, vários projectos-piloto<sup>88</sup> que certificaram e apresentaram diversos exemplos de produtos que foram melhorados através de algum tipo de abordagem de eco-design, exemplos esses reconhecidos como modelos de poupança em termos económicos e ambientais. Por outro lado, trouxeram uma vastidão de literatura relativa ao design e sustentabilidade. Parte desta, são tentativas de sintetizar várias ideias e filosofias, em estratégias e teorias completas de design sustentável a todos os níveis. No seu livro, *Ecological Design* (1996) Sim Van Der Ryn e Stuart Cowan descrevem a evolução do design sustentável, e afirmam que tudo até este ponto dos anos 1990 foi considerado a primeira geração:

*“The first generation of ecological design was based on small-scale experiments... Many of the technologies and ideas of this generation, such as alternative building materials, renewable energy, organic foods,*

---

<sup>88</sup> Exemplos: o Projecto Dutch PROMISE e o Projecto EcoReDesign do Centre for Design no Royal Melbourne Institute of Technology.

*conservation, and recycling have been widely adopted in piecemeal fashion. We now stand at the threshold of a second generation of ecological design”.*

De facto, nas últimas décadas a preocupação ambiental moveu-se dos processos e instalações fabris, para os produtos e o seu impacto no ambiente durante todo o seu ciclo de vida. Durante os anos noventa, foram os produtos em si que se tornaram no centro do debate, e a protecção ambiental tornou-se uma questão estratégica na indústria assim como na agenda política. Esta visão proporcionou o surgimento de uma série de questões à volta de como desenhar e produzir produtos com um impacto ambiental reduzido, que partiram de ou originaram os conceitos descritos anteriormente: Eco-design, Design Verde (Green Design), Design Ecológico (Ecological Design), Eco-Inovação (Eco-innovation), Eco-Desenvolvimento de Produto (Eco-Product Development) e Design Sustentável de Produto (Sustainable Product Design) entre outros.

Mas, apesar do eco-design se encontrar no topo das agendas de grandes empresas e dos governos, a sua extensão a todos os sectores, a todas as organizações assim como a todas as unidades de negócio relevantes, ainda se encontra em crescimento. Aliás as experiências de implementação de eco-design na indústria demonstraram que é uma tarefa complexa, que envolve várias áreas disciplinares, e onde existe uma grande variedade de abordagens (Johansson, 2000).

No entanto, toda esta actividade deu origem a uma série de directivas e legislação comunitária, principalmente nas indústrias das tecnologias de informação e electrónica, líderes na pesquisa e desenvolvimento em eco-design. Apesar de tudo, no lado académico, de standardização e legislativo (directivas WEEE<sup>89</sup>, RoHS<sup>90</sup> e EEE<sup>91</sup>, Integrated Product Policy Green Paper<sup>92</sup>) foi alcançado algum consenso relativo à

---

<sup>89</sup> WEEE: Directiva em *Waste Electrical and Electronic Equipment* (2002/96/EC).

<sup>90</sup> RoHS: Directiva na *Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment* (2002/95/EC).

<sup>91</sup> EEE: *Electronic and Electrical Equipment* (EEE)

<sup>92</sup> Livro verde sobre a política integrada relativa aos produtos *ob.cit.*

metodologia de eco-design e todos concordam numa abordagem de ciclo de vida, em vez de uma abordagem arbitrária para *esverdear* o design. (Johansson, 2000.).

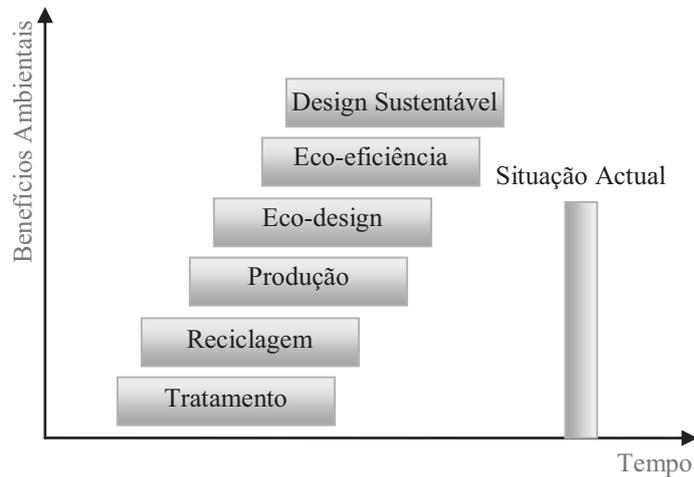
Recentemente, os requisitos de sustentabilidade – equilíbrio das questões sociais e éticas em conjunto com as questões económicas e ambientais do design de produto – tornaram claro que grande parte do redesign de melhoramento de produto que caracteriza quase, senão toda, a prática de eco-design não consegue realizar os melhoramentos necessários para atingir o desenvolvimento sustentável. Tem se vindo a constatar que estas abordagens têm que ser mais radicais do que redesenhar produtos existentes, de forma a catalisar uma transição para uma sociedade sustentável. A necessidade de ir ao encontro do design sustentável trouxe o conceito de eco-eficiência – reduzir a conservação dos recursos ao mesmo tempo que se acrescenta valor e reduz os custos. A World Business Council for Sustainable Development definiu a eco-eficiência como uma estratégia de negócio para implementar o desenvolvimento sustentável: *"Eco-efficiency is reached by the delivery of competitively priced goods and services that satisfy human needs and bring quality of life, while progressively reducing ecological impacts and resource intensity throughout the life cycle, to a level at least in line with the earth's estimated carrying capacity"*<sup>93</sup>. Em última análise a eco-eficiência designa os produtos e serviços caracterizados pelo melhor rácio entre um material e o seu uso (menos necessidade de material por unidade funcional fornecida) ou mesmo a total substituição do produto por um serviço (desmaterialização).

A figura 68 mostra o desenvolvimento das estratégias ambientais até ao desenvolvimento sustentável. Demonstra que as respostas de design mais comuns aos problemas de sustentabilidade se centraram no melhoramento do perfil ambiental - distinto do perfil da sustentabilidade - de produtos e processos. Estas estratégias, apesar da já alcançada respeitável redução dos impactos ambientais dos produtos, podem ser consideradas como estratégias de redução, em vez de estratégias de solução de problemas. Para se alcançar o objectivo do verdadeiro design sustentável, são

---

<sup>93</sup> WBCSD: <http://www.wbcsd.ch> (acedido em: 5 de Abril de 2008)

necessários melhoramentos abrangentes e inovadores às actuais estratégias e metodologias de design.

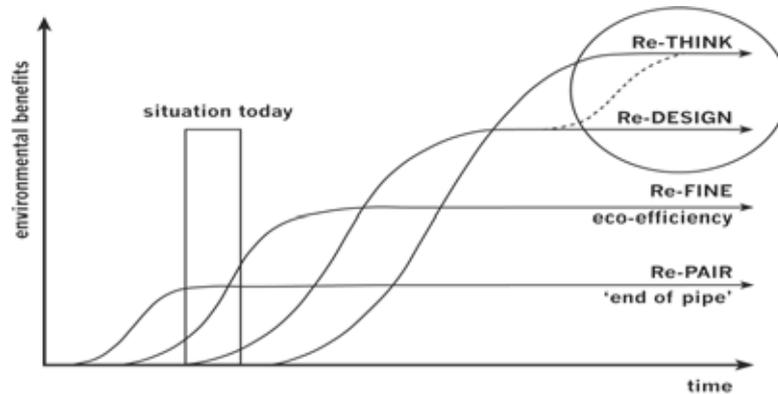


**Figura 68:** Evolução da Estratégias de Design que incorporam preocupações ambientais

#### 1.4. Necessidade de inovação

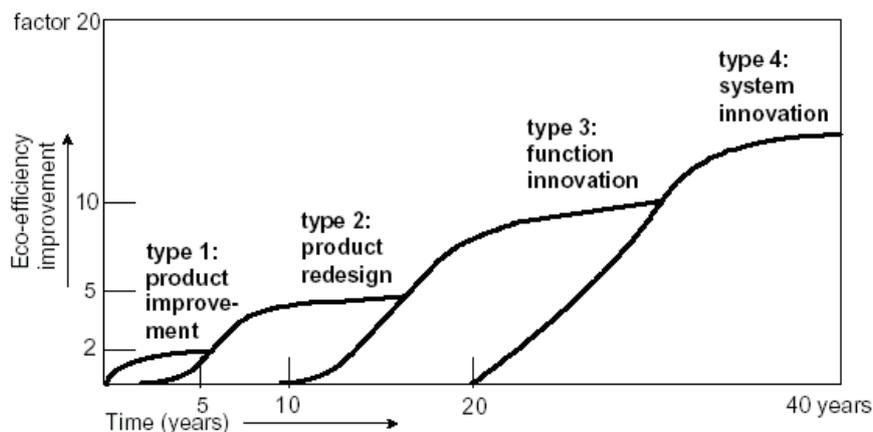
A revisão da literatura neste tema revelou que o eco-design apela muitas vezes a níveis superiores de inovação, para se conseguir reais benefícios ambientais. Os níveis de inovação são muitas vezes divididos em categorias tendo como base o âmbito das possibilidades de alcançar benefícios ambientais. Charter e Chick (1997) e Brezet (1997) apresentaram modelos que descrevem diferentes tipos de inovações ambientais e de eco-design, que resultam em diferentes níveis de melhoramentos.

Charter e Chick (1997) propõem um modelo de abordagem ao eco-design em quatro fases: *re-pair* (reparar), *re-fine* (refinar), *re-design* (redesign) e *re-think* (repensar) (fig. 69). Brezet (1997) apresenta um modelo que incorpora quatro tipos diferentes de inovação em eco-design: *product improvement* (melhoria de produto), *product redesign* (redesign de produto), *function innovation* (inovação funcional) e *system innovation* (inovação de sistema) (fig. 70).



**Figura 69:** Modelo em Quatro Fases (Charter e Chick, 1997)

As quatro fases de Charter e Chick abrangem desde pequenas alterações ao produto até ao total redesign do produto ou sistema. A fase de *re-pair* (reparar) do produto centra-se na solução de problemas urgentes. A fase de *re-fine* (refinar) pretende alcançar a eco-eficiência nos produtos. A fase de *re-design* (redesign) deseja alcançar uma condição em que os factores ambientais são incorporados desde o início e muda substancialmente o design do produto. A última fase *re-think* (repensar) centra-se no design de um produto totalmente novo, numa nova função ou funções ou em novos conceitos de negócio. Uma das estratégias que pode ser aplicada nesta fase é a desmaterialização, onde como referido anteriormente, os produtos são substituídos por serviços. Segundo estes autores a passagem da fase de *re-design* (redesign) para a de *re-think* (repensar) requerer saltos significativos na forma de pensar pois pode passar por explorar novos caminhos para substituir a função existente.



**Figura 70:** Quatro Tipos diferentes de Inovação em Eco-design (Brezet, 1997)

De acordo com o modelo de Brezet, o tipo mais básico de inovação em eco-design é denominado de *melhoramento de produto*. Os produtos existentes são ajustados e melhorados dentro de uma perspectiva de prevenção ambiental e cuidado ambiental. O produto e as técnicas de produção mantêm-se geralmente na mesma. Estas mudanças conseguem ser operadas em relativamente pouco tempo. O segundo tipo é denominado *redesign de produto*. O conceito do produto mantém-se mas alguns componentes são desenvolvidos à parte ou substituídos por outros. O redesign de produto almeja aumentar a utilização de materiais não tóxicos e reduzir a utilização de energia em várias fases do ciclo de vida do produto. O tipo 3 é denominado *inovação funcional* e pressupõe mudanças na forma como a função do produto é alcançada. Os produtos existentes são substituídos por soluções funcionais novas e diferentes com menos impacto ambiental. Encontramos exemplos na mudança operada na troca de informação em papel para a troca de informação através do e-mail, ou na substituição de automóveis privados por um “sistema de *carpooling*”. O tipo 4 é designado – *inovação de sistema* – e refere-se a novos produtos e serviços, que requerem mudanças nas infra-estruturas e outros sistemas que rodeiam o produto quando é utilizado. Níveis mais altos fornecem níveis mais elevados de performance ambiental ou melhoramentos eco-eficientes, mas também necessitam de mais tempo para serem alcançados.

O primeiro e segundo nível estão bem definidos, mas a distinção entre os dois níveis mais elevados de inovação em eco-design, como delineado por Charter e Chick (1997) e Brezet (1997), são presentemente relativamente vagos. Consequentemente e tendo como base estes modelos, é provável que não se consiga conceptualizar mais de três níveis de inovação em eco-design. O primeiro nível incorpora mudanças incrementais no produto, o segundo nível envolve o desenvolvimento de produtos completamente novos, parcialmente assentes em soluções tecnológicas novas e, o terceiro nível implica novas ligações entre a empresa que produz o produto e o utilizador. Esta solução talvez exija uma mudança de comportamentos do utilizador e transformações nas infra-estruturas e sistemas entre as quais o produto opera. Para além disto, quase toda a investigação e trabalho presente na literatura actual se dedica apenas ao estudo dos três primeiros

níveis, aliado ao facto que à medida que o nível aumenta, decresce a quantidade de literatura relativa ao assunto.

### 1.5. Políticas ambientais de produto da União Europeia

Dentro da União Europeia, as políticas relativas aos impactos ambientais dos produtos datam da década de 1980. No entanto, só na década de 1990 é que os estados membros começaram a formular políticas ambientais orientadas para o produto. Os países que mais se destacaram foram a Holanda, a Dinamarca e a Suécia, considerados líderes neste campo, seguidos da Alemanha e da Áustria. Na Bélgica, Reino Unido e Finlândia estas políticas também têm expressão. O quadro seguinte apresenta um resumo dos passos dados nas políticas ambientais orientadas para o produto (tab. 22).

1975	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente [ <i>United Nations Environment Program (UNEP)</i> ].
1984	Comissão Mundial do Ambiente e do Desenvolvimento (WCED – <i>World Commission on Environment and Development</i> ).
1987	Publicação do relatório Brundtland, <i>Our Common Future</i> , que introduz a sustentabilidade como um princípio da política ambiental. Tanto os governos como as pessoas em geral são responsáveis não apenas pelos impactos ambientais mas também pelas políticas que causam esses impactos.
1987	É criado o prémio francês <i>Ecoproduct</i> (Ecoproduto) que premia os produtos mais amigáveis do ambiente.
1991	Fundo para o Meio Ambiente Mundial (Global Environment Facility).
1992	Publicação do 5º Programa de Acção Ambiental Europeu (5ºPAA). Apesar de não mencionar explicitamente políticas ambientais orientadas para o produto, são feitas inúmeras referências a instrumentos e medidas consideradas fundamentais nas medidas da Política Integrada de Produto.
1992	Na Conferência do Rio de Janeiro, a Agenda 21 aponta a importância de uma mudança nos padrões de produção e consumo, ou como tornar o desenvolvimento futuro do planeta económica, social e ambientalmente sustentável.
1993	Fundação da ISO TC207 <i>Environmental Management</i> com subcomissões em áreas como a dos Sistemas de Gestão Ambiental, da Avaliação do Ciclo de Vida e da Eco-rotulagem.
1993	Fundação da Comissão Sueca de <i>Eco-cycle</i> , com a realização do relatório final em 1997 <i>A Strategy for Sustainable Materials and Products</i> .

1993	Tem lugar a primeira conferência internacional de <i>Green Goods</i> em Hague, Holanda. Marcou o início na tradição de conferências no campo de políticas de produto; desde 1993 já se realizaram cinco conferências <i>Green Goods</i> .
1994	Publicação do documento de Políticas de Ambiente e Produtos pelo Ministério Holandês de Habitação, Planeamento e Ambiente [ <i>Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM)</i> ].
1992–95	Publicação do relatório conceptual <i>Product Policy in Europe: New Environmental Perspectives</i> , de Oosterhuis <i>et al.</i> , (Alemanha) e Instituut voor Milieuvraagstukken, com o suporte do DGXI ao abrigo do programa <i>Environment and Climate</i> .
1995	O Grupo de Prevenção e Controlo da Poluição da OCDE inicia as suas actividades no campo da Política Integrada de Produto (PIP). Os seus resultados principais incluem os Resultados Preliminares da Sondagem à Política de Produto (Sustentável).
1996	O Ministério finlandês do Comércio e Indústria publica o documento em Padrões de Consumo, Produtos e Produção no Desenvolvimento Sustentável.
1997	Fundação do primeiro grupo nórdico de trabalho em PIP, com representantes da Dinamarca, Finlândia, Noruega, Suécia e Islândia.
1997	Publicação pelo Conselho da UE da <i>common position</i> na Direcção da Sustentabilidade, que lista diversos temas relacionados com os produtos e com padrões sustentáveis de consumo e produção.
1997	Adopção da Lei para a Coordenação da Política Federal para o Desenvolvimento Sustentável do Estado Federal Belga; é a primeira tentativa de gerir de forma integrada, abordagens políticas clássicas (do processo ao produto).
1996–98	Realização do estudo em PIP pela Ernst & Young e a Unidade de Investigação em <i>Science Policy</i> da Universidade de Sussex (SPRU), com a publicação do relatório em Março de 1998.
1996–97	Publicação, em 1996, do documento <i>An Intensified Product-Oriented Environmental Initiative</i> , pela Agência de Protecção Ambiental Dinamarquesa. Em 1997 é publicado o relatório <i>A Product-Oriented Environmental Initiative</i> .
1998	O Departamento para as Regiões, Transporte e Ambiente do Reino Unido (DETR) publica o documento de consulta <i>Consumer Products and the Environment</i> .
1998	Adopção da nova Lei de Standards de Produtos que aspirem a promoção de padrões de Consumo e de Produção que protejam o Ambiente e a Saúde, do Estado Federal Belga.
1998	Organização pela DGXI em Bruxelas, de um grupo de trabalho em PIP, com aproximadamente 180 participantes. Foi a maior iniciativa na discussão do conceito de PIP.
1999	Realização de uma reunião informal de Ministro do Ambiente da UE em Weimar, Alemanha, entre 7 e 9 de Maio. Incluiu a discussão de documentos em PIP preparados pelo BMU [ <i>Bundesumweltministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit</i> (Ministério Federal Alemão para o Ambiente, Conservação da Natureza e Protecção Nuclear)]. As conclusões da

	reunião foram endossadas ao DGXI para futuros desenvolvimentos em PIP.
2000	Organização conjunta pela BMU e pela BDI [ <i>Bundesverband der Deutschen Industrie</i> (Federação das Indústrias Alemãs)] de um encontro de trabalho a 1 de Fevereiro.
2000	Organização de um segundo encontro de trabalho em PIP pelo Conselho Nórdico de Ministros a 9 e 10 de Fevereiro, com a apresentação da <i>Proposal for a Common Nordic IPP</i> .
2000	Comunicação do Governo Sueco ao Parlamento Sueco intitulada <i>A Strategy for an Environmentally Sound Product Policy</i> (Ministério Sueco do Ambiente).
2000	Palestra em PIP pelo Fórum Europeu Consultivo em Desenvolvimento Sustentável e Ambiente.
2000	Publicação de <i>Developing the Foundation for Integrated Product Policy in the EU</i> (Ernst & Young com SPRU para DG Environment).
2001	Publicação do Livro Verde sobre Política Integrada de Produto [Comissão Europeia COM(2001)68 final].
2001	Segundo encontro do grupo de trabalho em PIP organizado pela DG Environment, Bruxelas, Bélgica, para discutir o <i>Livro Verde</i> .
2002	Resolução do Parlamento Europeu do <i>Livro Verde</i>
2002	Projecto da Comunidade Europeia que originou a Responsabilidade Estendida do Produtor (REP): os fabricantes são responsáveis por todo o ciclo de vida do produto desde a extracção até ao fim de vida.
2003	Comunicação em Política Integrada de Produto da Comissão Europeia [COM(2003)302 final]
2003	Conselho do Ambiente UE, Luxemburgo
2003	Directiva 2003/96/EC: reestruturação da taxação de produtos energéticos e electricidade.
2003	Directiva WEEE: <i>Waste Electrical and Electronic Equipment</i> (2002/96/EC) e a directiva RoHS: <i>Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment</i> (2002/95/EC) tornam-se leis europeias.
2003	Proposta para uma directiva EuP (Energy-using Products) para aplicar o eco-design a todo o ciclo de vida de produtos eléctricos e electrónicos.
2004	Resolução do Parlamento Europeu em PIP

**Tabela 22:** Resumo dos Processos de Desenvolvimento da UE na Direcção de Políticas Ambientais de Produto (adoptado e acrescentado de CFSD, 2002)

## 2. Processo de design

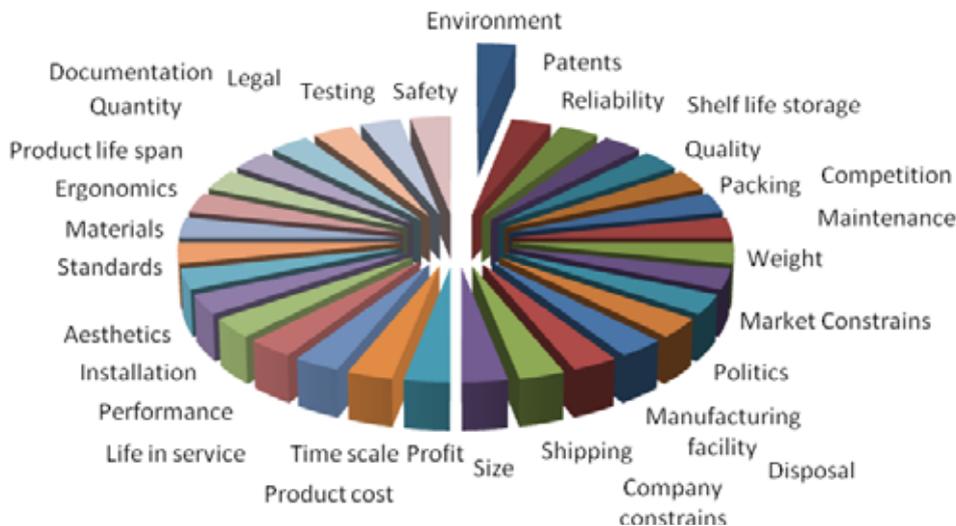
*“Designers contribute to finding solutions and developing products in a very specific way. They carry a heavy responsibility since their ideas, knowledge and skills determine in a decisive way the technical, economic and ecological properties of the product”* (Pahl e Beitz, 1998).

### 2.1. Ambiente como requisito no desenvolvimento de produto

A definição de eco-design torna claro a importância de considerar todo o ciclo de vida dos produtos e serviços com vista a alcançar uma sociedade sustentável, sendo que estes produtos e/ou serviços têm de conter o mínimo possível de recursos sem reduzir o seu desempenho, ou seja, sem comprometer outros requisitos do produto tais como a funcionalidade, a qualidade, o custo, a estética e as próprias características de uso.

Neste sentido, quando se concebem produtos para uma sociedade sustentável têm de ser considerados vários outros requisitos para além dos ambientais, não podendo estes adquirir prioridade sobre os outros requisitos do projecto (Luttropp e Lagerstedt, 1999). Aliás a funcionalidade e o lucro da empresa são exemplos de requisitos que terão sempre uma prioridade superior às exigências ambientais, pois sem existirem clientes a comprar uma função e as companhias a terem lucro, não existirá mercado, qualquer que seja a exigência ambiental (Luttropp e Lagerstedt, 1999).

Para uma compreensão completa do tipo de requisitos que são geralmente considerados no design e desenvolvimento de produtos, apresenta-se no gráfico 5 os requisitos definidos por Luttropp (1999).



**Gráfico 5 :** Representação dos requisitos a considerar no desenvolvimento de produto (Luttrupp, 1999)

Este gráfico coloca as exigências ambientais lado a lado com os outros requisitos projectuais, sem maior ou menor importância. Ou seja, para atingir o objectivo de uma sociedade sustentável, as questões e as exigências ambientais (ao lado da vitalidade económica e da equidade social) têm de ser integradas no processo de desenvolvimento de produto mas, têm de coexistir com todos os outros requisitos e constrangimentos de um projecto de design.

A fim de compreender como tal pode ser alcançado, apresentam-se em seguida uma teoria de desenvolvimento e design de produto e duas teorias de desenvolvimento de ecoprodutos.

## 2.2. Processo de design

### 2.2.1. Problemática na definição de design

O vocábulo design<sup>94</sup> vem do inglês e tem a mesma origem que a palavra desenho, ambas provém originalmente do Latim *designare*. Em inglês o substantivo design<sup>95</sup> aplica-se

---

<sup>94</sup> Em português a palavra é empregada com a grafia original da língua inglesa, pois não se chegou a qualquer unanimidade relativamente à terminologia que traduzisse o vocábulo na sua verdadeira acepção.

por um lado, à ideia de projecto, plano, desígnio, intenção, esquema e por outro, à ideia de configuração, concepção, elaboração, especificação, estrutura, processo e não só de objectos produzidos pelo homem mas também do design de experiências científicas ou do design do universo (Denis, 2000). Em latim o verbo abrange ambos os significados de designar e o de desenhar. Percebe-se que, do ponto de vista etimológico, o termo já contém, nas suas origens, uma ambiguidade, uma tensão dinâmica, entre um aspecto abstracto de conceber/projectar/atribuir e outro concreto de registar/configurar/formar.

Em vários estudos conduzidos a palavra design tem significados diferentes para pessoas diferentes. Existem um número significativo de definições de design, das quais se mencionam as seguintes, de forma a dar um panorama geral por décadas, sem necessariamente referir as mais citadas ou reconhecidas mundialmente. Assim, design é:

Taylor (1959): *“(...) is the process of applying various techniques and scientific principles for the purpose of defining a device, a process, or a system in sufficient detail to permit its physical realization”*.

Jones (1966): *“The performing of a very complicated act of faith”*.

Archer (1971) *“(...) to conceive the idea for some artefact or system and/or express the idea in an embodyable form”*.

Jones (1980): *“(...) the chain of events that begins with the sponsor's wish and moves through the actions of designers, manufacturers, distributors and consumers to the ultimate effects of a newly designed thing upon the world. All one can say with certainty is that society or the world is not the same as it was before the new design appeared”*.

Katz (1984): *“(...) we normally think of design as the activity involved with actually constructing the system; i.e., given a specification of the system, we map that specification into its physical realization (e.g., an integrated circuit chip, a computer program, a physical plant or airplane). The design task, however, extends throughout a system life cycle, from the initial commitment to build a new system to its final full scale production”*.

Pahl e Beitz (1988): *“Designing is the intellectual attempt to meet certain demands in the best possible way”*.

---

<sup>95</sup> Definição de design do Merriam-Webster Dictionary <http://www.m-w.com/dictionary> (23 Novembro de 07)

Ulrich e Eppinger (1995): “(...) *creating and developing concepts and specifications that optimise the function, value and appearance of the products and systems for mutual benefits of both users and consumers*”.

E mais tarde

Ulrich e Eppinger, (2000): “(...) *the set of activities beginning with the perception of a market opportunity and ending with the production, sale, and delivery of a product*”.

Esta listagem podia continuar com várias outras definições, mas as apresentadas são suficientes para demonstrar como é difícil alcançar uma clareza e entendimento colectivo do que é o design. É claro que estas citações, fora do seu contexto, podem levar a interpretações distorcidas da opinião do autor, mas de qualquer forma são reveladoras das diversas interpretações da actividade do design, para além de abrangerem diversas áreas dentro da actividade do design. Sendo que esta pluralidade de entendimentos deve-se, em parte, ao facto de a investigação em metodologias de design ainda ser uma disciplina em desenvolvimento. Como este trabalho se situa no domínio do processo de design de produto, com ênfase na fase de criação da forma, o termo design é utilizado no contexto de criação de um artefacto físico, ou seja, é a atribuição de uma forma material a um conceito mental. Ou como Roozenburg e Eekels (1995) especificam, ao definirem *product design* como o processo de formulação e execução dos planos necessários à produção de um produto.

### 2.2.2. Metodologias de design

*"Methodology should not be a fixed track to a fixed destination, but a conversation about everything that could be made to happen. The language of the conversation must bridge the logical gap between past and future, but in doing so it should not limit the variety of possible futures that are discussed nor should it force the choice of a future that is unfree."* (Jones, 1992).

O interesse pelos processos metodológicos não está limitado exclusivamente às profissões de projecto e planeamento. De facto, a sua utilização estende-se a outras áreas profissionais como a administração e gestão de empresas, a contabilidade e marketing, assim como às áreas do teatro, música e literatura, filosofia, ciências,

assistência social, ensino entre outras. No geral, este interesse nos processos metodológicos sugere a procura colectiva de procedimentos, objectivos e níveis de efectivação e exequibilidade de determinadas tarefas.

O movimento das metodologias em design emerge nos anos 1950, com a constatação que o trabalho criativo individual isolado já não conseguia resolver os cada vez maiores e complexos problemas suscitados pela 2ª Guerra Mundial – a partir dos quais surgiram os métodos de investigação operacional e técnicas de tomada de decisões. O desenvolvimento de técnicas criativas nos anos 1950 e o aparecimento nos anos 1960, de programas de computador para a resolução de problemas, também estimularam e apelaram ao surgimento de novos métodos.

Esta conjuntura deu origem, em 1962, à primeira grande conferência sob o tema *Systematic and Intuitive Methods in Engineering, Industrial Design, Architecture and Communication* em Londres. Aparecem também os primeiros livros de metodologias de design: Asimow (1962), Alexander (1964), Archer (1965), Jones (1970) – e os primeiros livros sobre criatividade – Gordon (1961) e Osborn (1963). Surgem os primeiros currículos académicos em escolas progressistas como a Hochschule für Gestaltung em Ulm, Alemanha onde o ensino do design é colocado ao nível do da antropologia, da sociologia ou da psicologia comportamental. Emerge então uma abordagem ao design mais racional e sistemática, com ênfase no trabalho em equipa e envolvendo especialistas de diferentes áreas disciplinares. Este posicionamento deslocou o design para uma disciplina profissional transversal ao pensamento, à expressão e à produção.

Isto fez com que surgisse nos anos 60 um desejo de *cientificar* o design (Cross, 2007). As obras de Bruce Archer (1965) e Herbert Simon (1969) são reveladoras desta aspiração. O primeiro sintetiza que “*The most fundamental challenge to conventional ideas on design has been the growing advocacy of systematic methods of problem solving, borrowed from computer techniques and management theory, for the assessment of design problems and the development of design solutions.*” (Archer, 1965, *apud*, Cross 2007). O segundo estabelece os princípios para “*a science of design*”, que

seria “*a body of intellectually tough, analytic, partly formalizable, partly empirical, teachable doctrine about the design process*” (Simon, 1969, *apud*, Cross 2007).

No entanto, esta tentativa de certificação do design nos anos 60 esbarra, na década seguinte, com uma rejeição das metodologias de design, incluindo alguns dos próprios pioneiros destas. Claro que esta atitude enquadra-se no clima sócio cultural de finais dos anos 60 com a rejeição dos valores anteriores, as revoltas estudantis e o novo humanismo liberal, aliado ao facto da aplicação ‘científica’ das metodologias de design não terem tido sucesso e também contribuírem para esta renúncia.

Horst Rittel (1973) insinua então que as metodologias dos anos 60 pertencem à primeira geração e que uma nova geração estava a emergir, sugestão que permite aos “*methodologists escape from their commitment to inadequate 'first generation' methods, and it opened a vista of an endless future of generation upon generation of new methods*” (Cross, 2007).

Enquanto a primeira geração de métodos e metodologias de design se baseou na aplicação sistemática, racional e *científica* de métodos, a segunda geração afastou-se das tentativas de atingir o óptimo e do posicionamento onnipotente do designer, para reconhecer e adoptar soluções satisfatórias ou apropriadas e um processo participativo e argumentativo em que os designers são parceiros em todo o processo. No entanto, esta abordagem foi mais relevante para a arquitectura e o planeamento, pois o design de equipamento e de produto assim como o industrial e de engenharia ainda se encontram a desenvolver as suas metodologias (Cross, 2007).

Nos anos 1980 as metodologias em design de engenharia de produto desenvolveram-se grandemente em todo o mundo e surgiram uma série de livros como os de Hubka (1982), Pahl e Beitz (1984), French (1985), Cross (1989) e Pugh (1991), assim como apareceram as primeiras publicações periódicas de investigação e desenvolvimento em design. De facto, depois das dúvidas dos anos 1970, os anos 1980 marcam a consolidação da investigação em design e o reconhecimento do design como uma “*coherent discipline of study in its own right, based on the view that design has its own things to know and its own ways of knowing them*” (Cross, 2007). Mais uma vez Archer

(1979) sintetiza que “*there exists a designerly way of thinking and communicating that is both different from scientific and scholarly ways of thinking and communicating, and as powerful as scientific and scholarly methods of enquiry when applied to its own kinds of problems*”.

Neste seguimento surgem propostas como as de Cross (1982) ou a de Donald Schön (1983) com o livro *The Reflective Practitioner* onde revela que profissões tradicionais como a medicina ou a advocacia, com uma base de conhecimento estável, se tornaram instáveis devido à noção ultrapassada de *'technical-rationality'* como suporte do conhecimento profissional. Os *'practitioners'* estavam aptos a descrever como *'think on their feet'* e como utilizavam uma série de grelhas e técnicas standards. Schön previu a crescente instabilidade do conhecimento tradicional, que se encontra no alinhamento dos fundadores dos métodos em design que tentaram quebrar com uma sociedade técnica estática e pouco imaginativa. O design como disciplina assumiu um carácter próprio com a sua própria cultura baseada numa prática ponderada de design.

Os anos 1990 viram surgir mais livros, mais jornais e mais conferências, *workshops* e estudos e actualmente a investigação em design opera a uma escala internacional. Investigadores como Roozenburg e Eekels, 1995; Baxter, 1996; Ertas e Jones, 1996; Pahl e Beitz, 1998; Pugh, 1999; Ulrich e Eppinger, 2000; Cross, 2000; e Ullman, 2003 são algumas das referências actuais no estudo do design e do processo de desenvolvimento de produto. Todos estes estudos e metodologias têm influenciado a prática em design assim como a própria educação, beneficiando a comunidade do design através da criação de princípios que não teriam acontecido se as profissões tradicionais tivessem permanecido estáveis.

### **2.3. Características do processo de design**

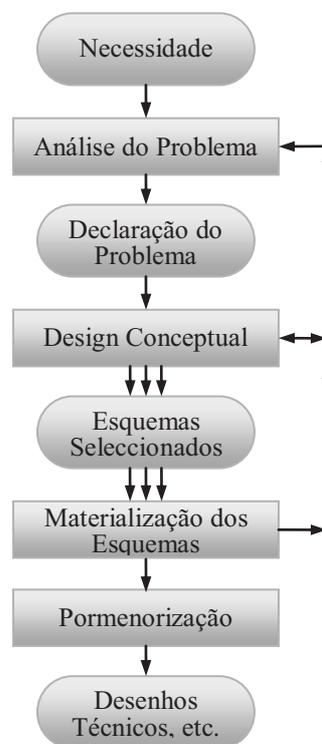
O design tem sido por natureza uma actividade transversal, com pessoas de várias áreas disciplinares a atravessá-la para a questionar e inovar, dando origem a uma série metodologias para a abordar. Esta constatação contribui para a dificuldade em implementar metodologias de design no processo de desenvolvimento do projecto, pois

não existem ferramentas, técnicas e linguagem consensuais que permitam uma transferência de tecnologia consistente. Se por um lado, segundo Kim, Querin e Steven (2002) “*the complexity in defining a design process arises from the ill-defined nature of engineering problems*”; por outro, como a lógica e a intuição interagem mutuamente neste processo, existem muitas variáveis que podem afectar o resultado final, permitindo que duas pessoas distintas utilizem a mesma metodologia e cheguem a resultados diferentes.

Apesar das diferenças encontradas na revisão da literatura entre as várias metodologias de design, estas convergem em vários pontos, nomeadamente nos princípios de que o projecto de design se inicia na definição de um problema ou necessidade e termina na solução desse problema ou necessidade. As maiores divergências assentam no número de etapas ou fases para o cumprimento do projecto de design, mas todos procuram estabelecer uma sequência lógica de ordenação dos vários passos a efectuar. Ou seja, quase todos os modelos do processo de desenvolvimento de produto surgem em forma de fluxograma sequencial. Apesar destas propostas de metodologias serem diferentes no número de fases e no agrupamento das actividades que cada fase pressupõe, todas reflectem um processo de passagem do abstracto para o concreto, partindo de análises que resultam em especificações, seguidas da tradução destas especificações em conceitos, da materialização dos conceitos em esboços e modelos, e finalmente, da passagem detalhada destes esboços e modelos em planos completos, que descrevem a realização do design total do projecto.

De acordo com Cross (1984), a metodologia de design tem o seu objectivo na melhoria da prática profissional através do estudo de princípios, práticas e procedimentos de design. No entanto, na prática estas metodologias nem sempre se apresentam tão evidentes e definidas como no papel, aliás deverão ser entendidas como orientações e não como um sistema rígido e inflexível a ser seguido cegamente, pois o design na vida real é executado de forma interactiva, e o verdadeiro processo mental criativo continua a ser desconhecido.

O desenvolvimento de um projecto de design não é igual em todos os programas com as mesmas características, depende da compreensão, do conhecimento, da criatividade e da prática do designer assim como da sua capacidade de orientar e gerir a equipa de projecto. No entanto, como sugerido amplamente na revisão da literatura, é importante a adopção de metodologias para a organização do trabalho do designer. Aliás Ulrich e Eppinger (2000) argumentam que um modelo de desenvolvimento de produto bem definido ajuda a assegurar a qualidade dos produtos, e facilita a coordenação e planeamento do desenvolvimento do produto, a gestão e identificação de possíveis áreas de risco, e a identificação de áreas de melhoria através de documentação cuidada.



**Figura 71:** Processo de design (French, 1985)

Como já observado o processo de desenvolvimento de produto tem sido descrito em pormenor por muitos investigadores e todos caracterizam e referem algumas acções principais que têm de ser seguidas durante este processo. Muitos destes estudos têm o seu alicerce no trabalho de French de meados dos anos 70 do século XX. Esta base assenta no facto do desenvolvimento de produto consistir em quatro etapas ou fases

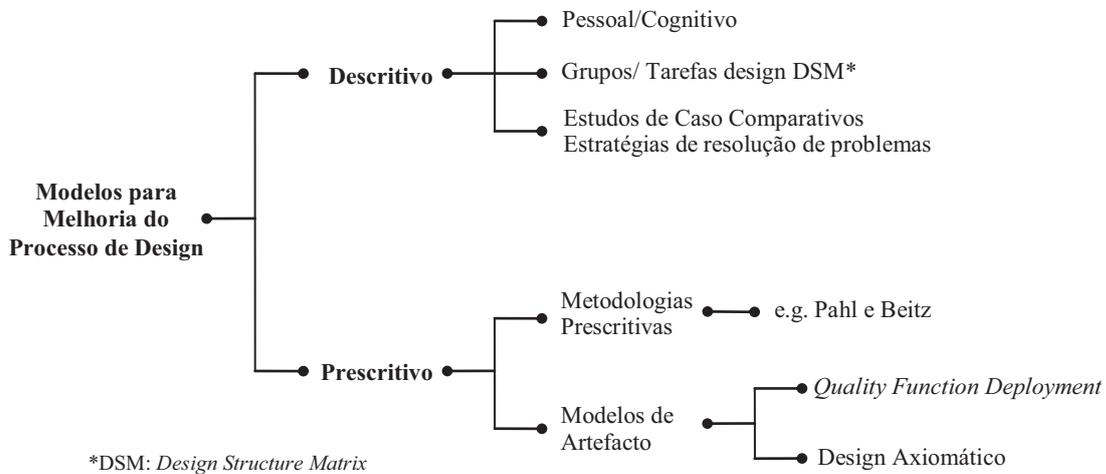
(French, 1985) - análise do problema, design conceptual, materialização dos esquemas e pormenorização - como ilustrado na figura 71.

A primeira etapa de análise do problema é crucial, pois fornece uma descrição do problema com a indicação das limitações da solução. Na segunda etapa, do design conceptual, são concebidas várias soluções gerais e é nesta fase que são tomadas as decisões mais importantes (Pahl e Beitz, 1998; Ullman, 2003). Na terceira etapa os conceitos são analisados e avaliados, e é feita uma selecção; o produto ganha forma e procura-se uma solução técnica que resolva o problema ou necessidade identificada. A quarta e última etapa passa pela pormenorização e o seu resultado podem ser os desenhos técnicos ou mesmo o protótipo do produto.

Os modelos teóricos do processo de design têm mudado ao longo dos tempos, e actualmente existem uma grande diversidade à escolha. Estes modelos podem ser divididos em duas grandes categorias: descritivas e prescritivas. O modelo descritivo descreve as sequências das actividades que geralmente ocorrem no design e desenvolvimento de produto, com ênfase na importância de gerar um conceito logo no início do processo, e reforçando a natureza do design centrado na solução. O processo é heurístico: através da utilização da experiência anterior, são geradas estratégias e regras que orientam o designer na direcção certa mas sem garantia de sucesso (Cross, 2000). Este tipo de modelo não propõe procedimentos sistemáticos que ajudem e garantam ao designer que as necessidades são alcançadas até à fase final. A figura anterior é um modelo típico de uma forma descritiva de design (Cross, 2000). Segundo Oosterman (2001) esta categoria ainda pode ser dividida em *“cognitive and other studies at an individual level and studies at a group level”*. Esta última consiste em modelos que ilustram a estrutura de resolução de problema das equipas de design ou incluem estudos de caso comparativos mais gerais, de estratégias de resolução de problemas e das performances relacionadas.

Os modelos prescritivos já apresentam um padrão mais concreto das actividades a executar para alcançar um processo de design efectivo e eficiente. Pretendem muitas vezes convencer ou encorajar o designer a adoptar novas formas de projectar e sugerem ou prescrevem o que deve ser realizado durante o desenvolvimento de um produto. São

usualmente mais algorítmicos e sequenciais e são encarados como uma metodologia de design particular. Muitos destes modelos enfatizam a necessidade de um trabalho analítico profundo antes do desenvolvimento dos conceitos da solução e têm uma estrutura básica de análise/síntese/avaliação, apesar de cada um apresentar o seu número de etapas com designações diferentes para cada uma. No geral, estes modelos pretendem assegurar que o problema real é identificado, integralmente compreendido e que as soluções definidas são as correctas e para tal, apresentam procedimentos sistemáticos para evolucionar o design (Cross, 2000). Oosterman (2001) afirma que esta categoria consiste em duas correntes: as metodologias prescritivas, que prescrevem um processo particular “(*course of action*)” necessário a encaminhar um produto à sua forma final, ou seja, os modelos por fases (Pahl e Beitz, 1998 e Ullman, 2003); e os modelos de artefacto que se centram nos resultados do processo e descrevem as fases de desenvolvimento do produto. Entre estes modelos encontramos a Quality Function Deployment (QFD)<sup>96</sup> e o design Axiomático<sup>97</sup>. A figura 72 mostra a divisão de métodos.



**Figura 72:** Relação de Modelos para melhoria do Processo de design (adaptado de Oosterman, 2001).

<sup>96</sup> QFD é uma abordagem estruturada para a definição das necessidades dos clientes e a sua tradução em planos específicos para o desenvolvimento de produtos, em resposta a essas mesmas necessidades.

<sup>97</sup> O design Axiomático é uma metodologia de design que utiliza métodos matriz para analisar sistematicamente a transformação das necessidades dos clientes em requisitos funcionais, parâmetros de design e variáveis do processo. O seu nome deriva da utilização de princípios de design ou design axiomas, ou seja, dados sem provas.

Como afirmado anteriormente, não existe uma metodologia universalmente válida, mas os modelos prescritivos contêm informações indispensáveis na definição e interpretação do produto, importantes para os objectivos deste estudo. Assim, para auxiliar nesta pesquisa, apresenta-se um modelo de processo de design, traduzido de Pahl e Beitz (1998), o qual, devido ao carácter interactivo do processo de design, não pode ser visto como estritamente linear: “*Special emphasis is on the iterative nature of the approach and the sequence of steps must not be considered rigid. Some steps might be omitted, and others repeated frequently. Such flexibility is in accordance with practical design experience and is very important for the application of all design methods*” (Pahl e Beitz, 1998). Este tipo de modelo descreve o processo de design como uma sucessão de etapas que, com um grau de abstracção decrescente, traduz um problema de design numa solução de design.

### **2.3.1. Processo de design – Pahl e Beitz**

O modelo de processo de design de Pahl e Beitz é um método de avaliação baseado na análise de uso-valor. O design global do produto é dividido em designs para módulos funcionais distintos. Cada módulo pode, então, ser considerado de modo independente, com as interacções entre si a serem reduzidas ao mínimo. Para tal, os autores descrevem quatro etapas incluindo um número de fases que guiam o design de um produto desde os esboços iniciais até às especificações finais detalhadas, como se mostra na figura 73. As etapas descritas abaixo são clarificação da tarefa (*clarification of the task*) design conceptual (*conceptual design*), materialização do design (*embodiment design*) e design de pormenorização (*detail design*).

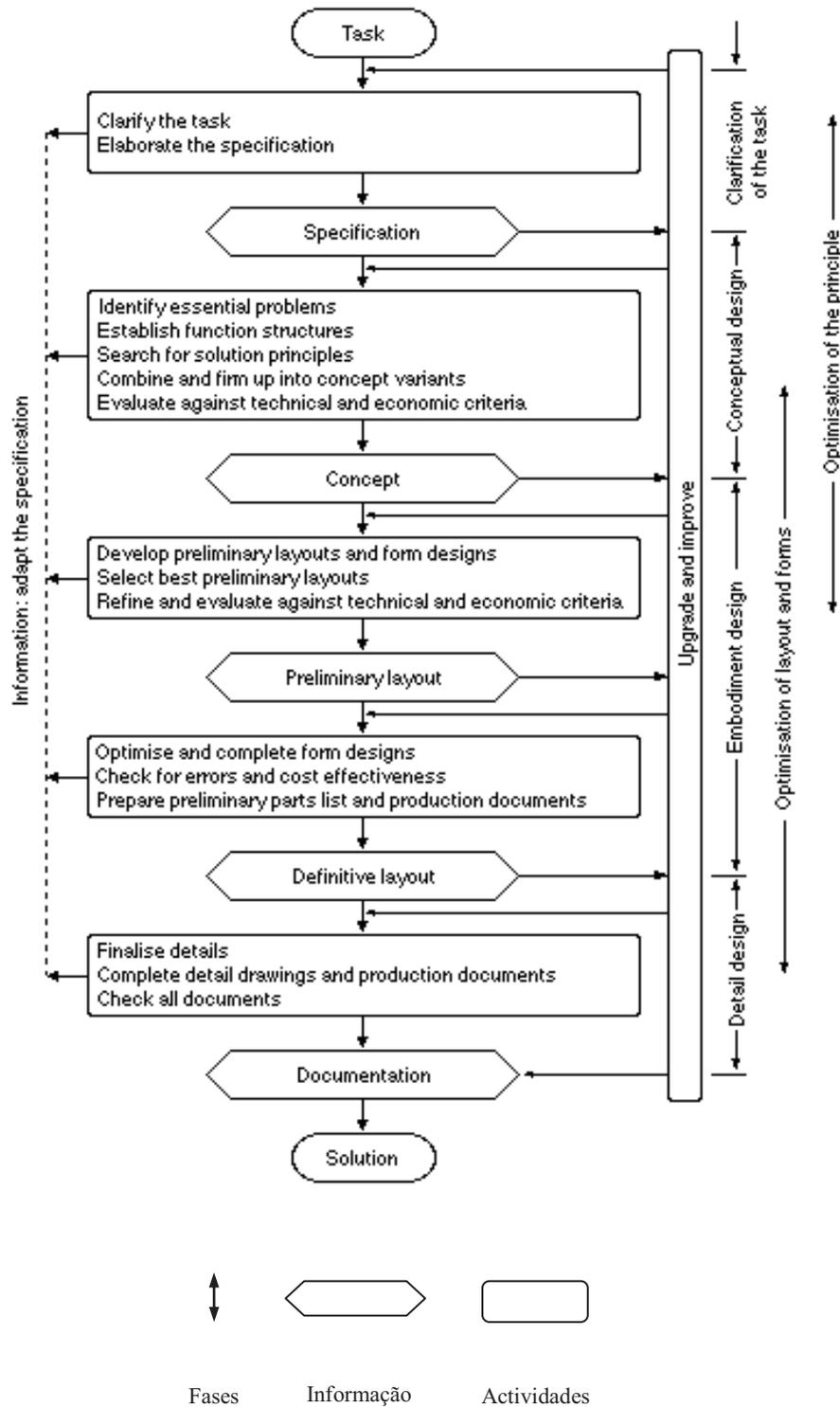


Figura 73: Processo de Design (G. Pahl e W. Beitz, 1998) (versão inglesa)

### **Clarificação da tarefa (*Clarification of the task*)**

A primeira fase do processo começa com a clarificação e definição da tarefa. Envolve a recolha detalhada de informação sobre os requisitos e os constrangimentos a serem integrados na solução, visando a constituição e elaboração de uma lista detalhada de especificações do produto.

A definição clara e rigorosa do problema ou tarefa a ser executada é um dos pontos fulcrais para o sucesso da solução final. Como tal, esta fase pressupõe uma valorização do trabalho de pesquisa de informação através de “*analyse the situation, formulate search strategies, find product ideas, select product ideas, define products, clarify and elaborate*” (Pahl e Beitz, 1998). Este conjunto de informações juntamente com a definição do problema formará a lista de especificações do produto, cumprindo assim com os objectivos desta fase da metodologia.

A lista de especificações do produto inclui todas as condicionantes e restrições do projecto assim como os objectivos a serem alcançados pelo produto. Na sua elaboração, devem ser estabelecidas as condições a serem obedecidas em quaisquer circunstâncias “*demanded requirements*” e aquelas que, na medida do possível, devem ser consideradas “*wished requirements*” (Pahl e Beitz, 1998). Os requisitos obrigatórios são aqueles que deverão ser alcançados antes de qualquer design ser aceite. Os requisitos desejáveis são considerados sempre que possível a menos que o seu cumprimento comprometa os requisitos obrigatórios. Todos estes requisitos vão sendo separados mentalmente – abstracção sucessiva – até serem identificados os problemas principais.

### **Design conceptual (*Conceptual design*)**

A segunda fase – design conceptual – começa com a análise às especificações do produto no sentido de identificar o problema central de design a ser resolvido. O problema de design é formulado de forma abstracta e neutra, tendo em consideração em não restringir a solução espacial. Isto é particularmente importante pois acautela que o

designer tome qualquer decisão sobre determinada solução antes da consideração e avaliação de outras alternativas, evitando tornar opções válidas em não considerações.

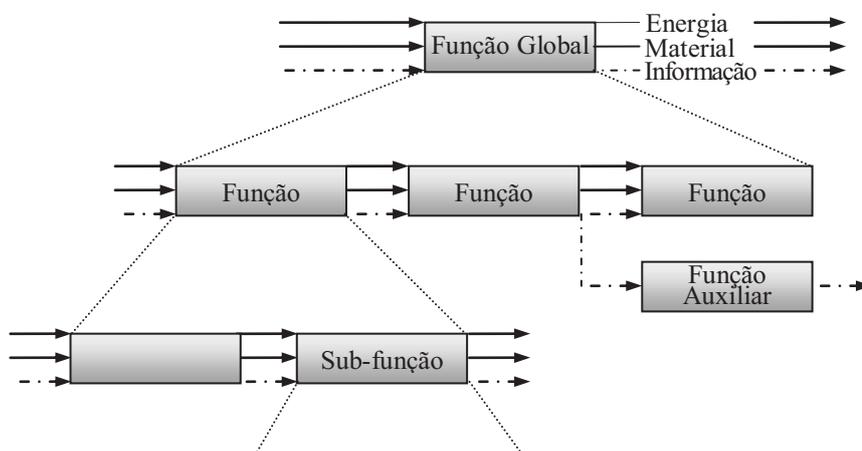
Para tal são executadas as seguintes actividades: “*construction of the function structure*”, “*searching for and selecting working principles*” e “*combining the principles into a working structure*”, que definem a estrutura principal do produto. Primeiro que tudo o designer formula a função geral do produto. Esta função expressa a relação entre os *inputs* e os *outputs* dentro de um sistema. Estes *inputs* e *outputs* podem ser categorizados em três tipos: energia (*flows of energy*), material (*flows of material*) e informação (*flows of signals*) (fig. 74). Consequentemente a função expressa a transformação de energia, material ou informação. As funções são preferencialmente descritas em frases constituídas por um verbo e um substantivo sem uma ideia preconcebida da solução. Por exemplo, “iluminar a rua” pode ser uma função de um candeeiro de rua, mas esta descrição não inclui qualquer indicação de como encontrar uma solução para iluminar a rua.

Quando a função geral se encontra especificada é decomposta em sub-funções e dá-se uma procura de alternativas que as satisfaçam. Estas sub-funções são novamente transformações de energia, material e informação, mas a um nível menos complexo. O resultado deste conjunto de sub-funções permite estabelecer a estrutura de função (ou várias alternativas). Esta estrutura indica que todas as funções são parte da função geral e podem ser ligadas entre si. O *output* de uma função torna-se o *input* de outra função. A ligação de todos os fluxos constitui o *input* e o *output* da função geral (fig. 74).

Para além disso, Pahl e Beitz (1998) classificam as funções como sendo principais ou auxiliares, afirmando que as funções principais contribuem directamente para a função geral, enquanto as funções auxiliares tem um carácter mais de suporte e contribuem indirectamente para função geral. A distinção entre funções principais e auxiliares afecta a sequência da resolução do problema, sendo recomendado começar com o design dos fluxos das funções principais e só depois abordar os fluxos auxiliares.

Depois de as funções estarem especificadas, inicia-se a procura das soluções mais apropriadas. A solução final para a função geral ainda não se encontra descoberta e é

criada passo a passo, peça por peça. Por esta razão o papel da estrutura de função é guiar a pesquisa de soluções, pois propicia a decomposição do problema e facilita o reconhecimento de partes cujas soluções são conhecidas ou disponíveis. O nível até ao qual esta decomposição tem que ir depende do nível até ao qual a pesquisa de soluções para cada sub-função pareça mais promissora. Quando existem soluções físicas que podem ser atribuídas directamente, a decomposição em sub-funções pode terminar a um nível relativamente elevado. Para designs totalmente novos, a decomposição tem que ir até níveis de complexidade extremamente baixos.



**Figura 74:** Estrutura de funções (G. Pahl e W. Beitz, 1998)

Após as funções estarem claramente especificadas a procura de soluções pode ser tratada concomitantemente. Para tal, deve escolher-se um princípio de trabalho para cada função. Este princípio de trabalho expressa características físicas básicas – geometria e material – para realizar uma acção física que seja necessária a determinada função. Para desenvolver um princípio de trabalho realiza-se o mapeamento de cada função, que pode ser orientado por um esquema morfológico. Depois de serem escolhidos todos os princípios de trabalho para cada função, o desafio assenta na combinação e integração destes princípios de trabalho, para que juntos, cumpram com a função geral do produto. A integração dos princípios de trabalho baseia-se primariamente na relação *input-output* estabelecida anteriormente na função da estrutura. Ou seja, cada princípio de trabalho tem cumprir com os seus correspondentes *inputs* e *outputs* funcionais. No entanto, este procedimento não é geralmente suficiente,

pois a compatibilidade entre os princípios de trabalho é fortemente afectado pelas considerações físicas e geométricas, sendo que diferentes combinações de princípios de trabalho têm efeitos divergentes nos critérios técnicos e económicos dos produtos. Consequentemente a efectivação de uma selecção física viável e de uma combinação técnica e economicamente favorável é, no geral, uma tarefa difícil para o designer. Em conjunto, a escolha e combinação dos princípios de trabalho tem como resultado uma especificação de um princípio geral da solução, que é o ponto de partida para a próxima etapa.

Todo este processo é suportado por métodos criativos (por exemplo, *brainstorming*), métodos convencionais (por exemplo, pesquisa de patentes) e métodos sistemáticos que utilizam catálogos de design com efeitos químicos e físicos e elementos de máquinas. As matrizes morfológicas são utilizadas para combinar as soluções das sub-funções em soluções de sistema. São desenvolvidas as soluções de sistema mais promissoras em variantes de conceito. São utilizadas as análises de uso-valor/custo-benefício para avaliar os conceitos alternativos e o “melhor” conceito é seleccionado para ser desenvolvido (Malmqvist *et al.*, 1996).

Pahl e Beitz enfatizam também a importância das decisões tomadas nesta etapa, pois é muito difícil corrigir deficiências fundamentais do conceito nas etapas seguintes de materialização do design (*embodiment design*) e do design de pormenorização (*detail design*) (Pahl e Beitz, 1998).

### **Materialização do design (*Embodiment design*)**

Na terceira fase – materialização do design – o conceito seleccionado torna-se o centro da análise e o design final. Pahl e Beitz (1998) afirmam que “*during the embodiment phase, when the layout and form design of the more or less qualitatively elaborated concept is first quantified, both the objectives of the task and also the general and task-specific constraints must be considered in concrete detail*”.

O designer determina agora o *layout* geral (construção da estrutura) de acordo com os critérios técnicos e económicos, esboça as partes físicas e determina as formas dos

componentes – aparência e material. Verifica a função, a robustez, a compatibilidade espacial e a viabilidade económica da solução. Para além disto, considera as questões da segurança, ergonomia, produção, montagem, logística, manutenção, reciclagem e custos, entre outros.

Neste processo o designer é confrontado com uma série de relações que se traduzem numa interacção inevitável. Para o ajudar nestas actividades, Pahl e Beitz (1998) fornecem bastante suporte através de regras, princípios e orientações (aliás grande parte do livro é dedicado a esta etapa): as regras estipulam três condições importantes que deverão ser cumpridas para o design satisfazer os requisitos: clareza, simplicidade e segurança; os princípios estabelecem conhecimentos fundamentais de engenharia de design, como por exemplo, os princípios de subdivisão de tarefas e a utilização de soluções de auto-reforço; as orientações são mais específicas de cada domínio, como por exemplo as orientações para o design para a montagem.

### **Design de Pormenorização (*Detail design*)**

Na quarta fase – design de pormenorização – são efectuadas as definições finais, resultantes de todo o trabalho anterior de investigação, avaliação e decisão. São finalmente especificados a disposição, a forma, as dimensões e os acabamentos de cada uma das peças. Os materiais são discriminados, é de novo verificada a exequibilidade técnica e a viabilidade económica, e são realizados os desenhos e outros documentos necessários à produção.

Apesar das decisões mais importantes já terem sido tomadas, Pahl e Beitz (1998) alertam o designer para não relaxar e pensar que o resto do trabalho é rotina, pois até o melhor conceito pode ser arruinado por falta de atenção na fase de design de pormenorização (Pahl e Beitz, 1998, Malmqvist *et al.*, 1996). A pormenorização tem um grande impacto na qualidade e custos de produção, e conseqüentemente no sucesso do produto no mercado, pois pressupõe o desenho de todas as peças, assim como a compatibilização com os recursos e a capacidade instalada da empresa, aproveitando ao máximo as ferramentas e os procedimentos padronizados dentro da empresa.

É assim importante que o projecto de execução contenha todos os detalhes necessários a todas as actividades de introdução do produto na linha de produção. O resultado final desta fase contém a documentação completa do produto, desde a introdução do produto na linha de produção até às instruções de uso ou manual do utilizador, se necessário.

Percebe-se pela descrição agora realizada de forma sequencial, que nas quatro fases delineadas por Pahl e Beitz (1998), em cada uma delas são fornecidas informações para a etapa seguinte, ou seja é um processo interactivo de resolução do problema. Em primeiro lugar, cada etapa inclui ciclos onde as acções alternativas são formuladas, testadas e seleccionadas. Cada destes ciclos é descrita dentro do contexto específico da etapa em que ocorrem. Em segundo lugar, os ciclos entre as etapas formam parte do potencial da resolução do problema, tal como é mostrado pelas linhas tracejadas na ilustração das etapas (fig. 73).

Como se pode observar, no geral, uma metodologia de design *clássica* não incorpora questões ambientais até às suas fases tardias, isto quando as considera. E neste caso, a introdução de informação ambiental no processo de design acontece quando a maior parte do trabalho de design já foi concluído. Nesta fase, é difícil e dispendioso fazer modificações de design substanciais a fim de melhorar o desempenho ambiental.

Para se poder perceber qual as diferenças entre este tipo de metodologia e outras que prevêm a incorporação de considerações ambientais em todo o processo de design, apresenta-se nas secções seguintes a metodologia de eco-design de produtos do *Manual de Eco-Design* de Brezet *et al.* (1997) e o relatório ISO TR 14062 sobre “*Integrating environmental aspects into product design and development*”<sup>98</sup> (ISO TR 14062, 2002). Estes métodos foram escolhidos entre outros devido à sua disponibilidade e fiabilidade. Posteriormente é feita uma comparação entre estes últimos dois com o modelo de design *clássico* desenvolvido por Pahl e Beitz.

---

<sup>98</sup> Esta norma regula a integração de aspectos ambientais no design e desenvolvimento de produtos.

### 2.3.2. Processo de design – Brezet *et al.*, 1997

O *Manual de Eco-design* sugere sete etapas para conceber um ecoproduto, conforme se apresenta na figura 75, sendo que, em cada etapa são ponderados os aspectos especificamente relacionados com o eco-design. As etapas estão organizadas do seguinte modo: Organização de um projecto de eco-design (*Organization of an eco-design Project*) (etapa 1), Selecção do produto (*Product selection*) (etapa 2), Determinação de estratégias de eco-design (*Establishment of eco-design strategies*) (etapa 3), Formação de ideias (*Generation of ideas*) (etapa 4), Pormenorização do conceito de design (*Detailing the design concept*) (etapa 5), Comunicação e lançamento de produto (*Communication and product launch*) (etapa 6) e Organização de actividades de acompanhamento (*Organization of follow-up activities*) (etapa 7).

<b>Etapa 1</b> Organização de um projecto de eco-design	Obter o compromisso dos órgãos de gestão; Organização da equipa de projecto; Elaboração de planos e preparação de orçamento.
<b>Etapa 2</b> Selecção do produto	Elaboração dos critérios de selecção; Realização da selecção; Definição do <i>brief</i> de design.
<b>Etapa 3</b> Determinação de estratégias de eco-design	Análise do perfil ambiental do produto; Análise aos incentivos internos e externos; Desenvolvimento de opções de melhoria; Estudo da fiabilidade das opções de melhoria; Definição da estratégia de eco-design.
<b>Etapa 4</b> Formação de ideias	Desenvolvimento de ideias de produto; Organização de um <i>workshop</i> em eco-design; Selecção das ideias mais promissoras.
<b>Etapa 5</b> Pormenorização do conceito de design	Operacionalização das estratégias de design; Estudo da fiabilidade dos conceitos; Selecção do conceito mais promissor.
<b>Etapa 6</b> Comunicação e lançamento de produto	Promoção interna do novo design; Desenvolvimento de um plano de promoção; Preparação para a produção.
<b>Etapa 7</b> Organização de actividades de acompanhamento	Avaliação dos resultados do produto; Avaliação dos resultados do projecto; Desenvolvimento de um programa de eco-design.

**Figura 75:** Processo de Eco-Design (adoptado de Brezet *et al.*, 1997)

O processo de eco-design inicia-se logo na primeira etapa – **organização de um projecto de eco-design**. Uma das principais acções nesta fase passa por conseguir o envolvimento, ao mais alto nível, dos órgãos de gestão com o projecto de eco-design. Subsequentemente, segue-se a discussão da composição da equipa do projecto. A experiência revela que estas duas actividades são cruciais para o êxito do eco-design na empresa, tanto a curto como a longo prazo. Finalmente, são apresentadas as directrizes para o planeamento e a implementação do projecto e são facultadas orientações sobre a forma de calcular o orçamento total (Brezet *et al.*, 1997).

A próxima etapa – **selecção do produto** – envolve a escolha de um produto para o projecto. Ou seja, é efectivada a identificação de um produto que prometa um alto potencial de mérito ambiental e um elevado potencial de mercado. Isto inclui a realização de uma avaliação ao potencial de mercado, ao potencial melhoramento ambiental e à sua viabilidade tecnológica. Posteriormente, o produto é seleccionado e é formulado um detalhado *brief* de design. Só então é que a equipa de design pode ser determinada em pormenor, uma vez que a natureza do produto pode implicar a participação de determinados elementos com valências específicas (Brezet *et al.*, 1997).

A terceira etapa – **determinação de estratégias de eco-design** – concentra-se na definição da estratégia de eco-design mais promissora para o projecto. O problema definido no *brief* de design da etapa 2 é agora analisado em detalhe. Com base na análise do perfil ambiental do produto e do envolvimento da empresa no eco-design, são estabelecidas prioridades relativamente à estratégia de eco-design mais adequada a seguir no projecto. A etapa 3 termina com a especificação dos requisitos ambientais do produto (Brezet *et al.*, 1997).

Na etapa 4 – **formação de ideias** – são geradas as soluções do produto a partir da lista de requisitos definida na etapa anterior. São discutidas várias técnicas para produzir ideias para novos produtos e sistemas de produtos e para melhorar produtos existentes. Finalmente, esta etapa explica como as ideias adequadas podem ser testadas face à lista de requisitos definida (Brezet *et al.*, 1997).

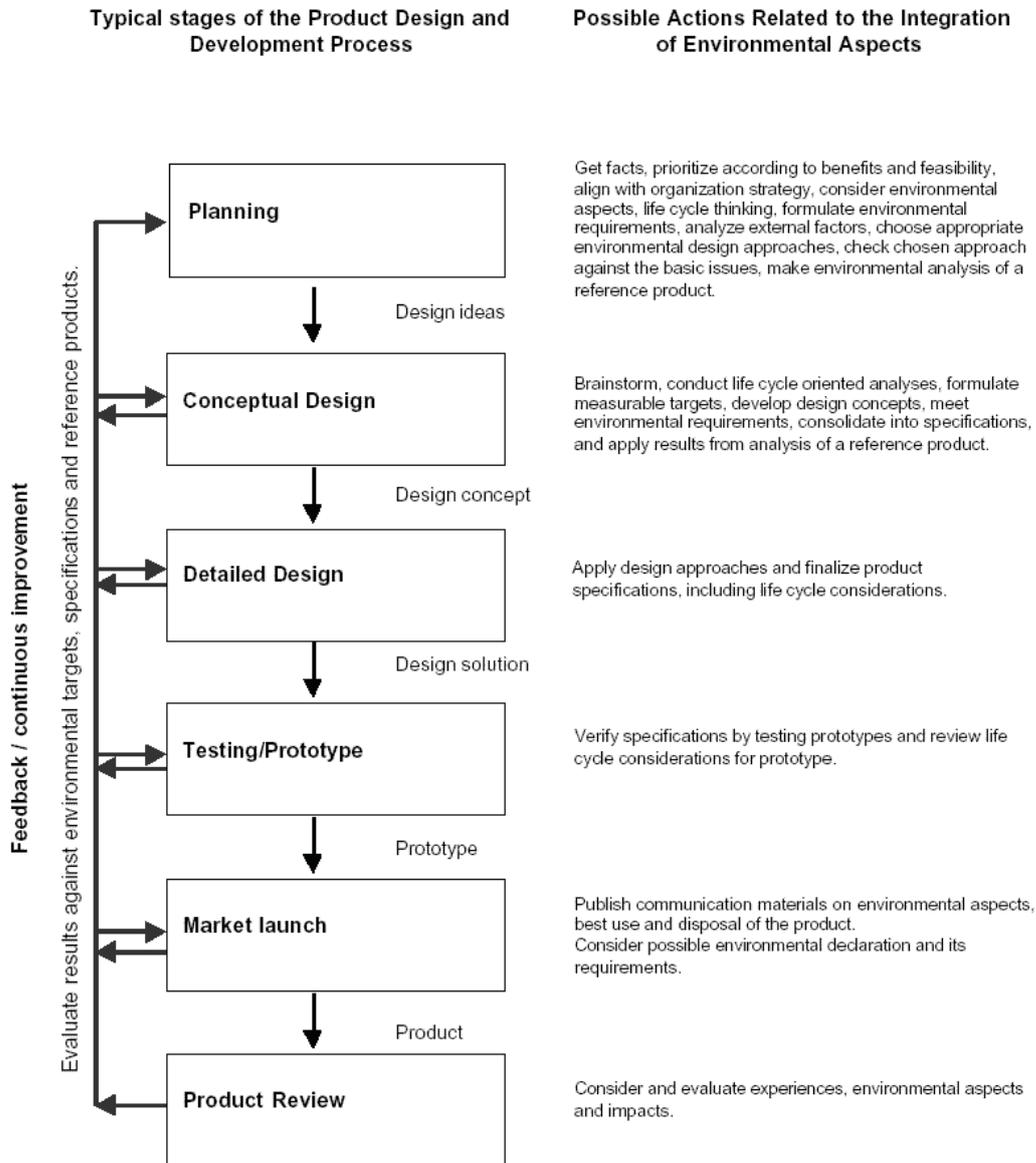
A etapa 5 – **pormenorização do conceito de design** – envolve o desenvolvimento das ideias de produto para conceitos de produto e a definição das especificações para o conceito seleccionado, até que este se torne um design definitivo. É nesta fase que são efectivamente determinados os materiais, as dimensões e as técnicas de produção. São também designados em pormenor o design do produto, o plano de produção e o plano de marketing, uma vez que são elementos fundamentais do plano de manutenção e reparação, e do cenário de fim-de-vida. O novo design pode agora ser apresentado aos órgãos de gestão e aos responsáveis pela preparação dos desenhos técnicos, *renderings*, modelos tridimensionais e protótipo (Brezet *et al.*, 1997).

A etapa 6 – **comunicação e lançamento de produto** – descreve as acções que conduzirão à realização, com sucesso, do novo design. Estas incluem a promoção do novo design internamente, a pesquisa de mercado e o desenvolvimento de um plano promocional, para além do trabalho preparatório de produção. No final da etapa 6, o produto estará pronto para a produção e para o lançamento (Brezet *et al.*, 1997).

A etapa 7 – **organização de actividades de acompanhamento** – apresenta ideias sobre a avaliação e actividades de acompanhamento do eco-design. São exploradas duas opções de avaliação: uma avaliação de produto e uma avaliação de projecto orientada para o processo. Seguidamente, são discutidas actividades de acompanhamento do eco-design. O desenvolvimento interno de um programa de eco-design é central aqui, o qual deverá incluir a produção de um manual interno de eco-design, gestão da informação, acordos estabelecidos com fornecedores e clientes, e um programa de formação interno (Brezet *et al.*, 1997).

### 2.3.3. ISO TR 14062

A norma ISO/TR 14062 (2002) contém conceitos e práticas relativas à integração de aspectos ambientais no design e desenvolvimento de produto, com o objectivo de melhorar a performance ambiental dos produtos. A figura 76 representa as diversas etapas possíveis no processo de desenvolvimento de produto em conjunto com acções prováveis relativas à integração dos aspectos ambientais.



**Figura 76:** Integração dos aspectos ambientais no processo de concepção de produto segundo a norma ISO 14062 (versão inglesa)

**Planeamento (*Planning*)**

A etapa de planeamento do design de produto e desenvolvimento do projecto abrange o planeamento e a formulação dos requisitos do produto assim como a calendarização dos

prazos, o orçamento disponível, os recursos necessários, etc. As actividades ambientais deverão também ser englobadas nesta etapa e incluem (ISO/TR 14062, 2002):

- Clarificação: qual é a ideia do produto?
- Quais são as prioridades (económicas, tecnologias e ecológicas) para o produto?
- Trata-se de um produto totalmente novo ou de uma melhoria a um produto já existente? (Quando se planeia a melhoria de um produto existente, a geração anterior pode servir de referência);
- Qual é a estratégia global e ambiental da empresa?
- *Status quo*: quais são as actividades de eco-design em que já se podem basear? – Utilizando as ligações cruzadas aos Sistemas de Gestão Ambiental [*Environmental Management Systems (EMS)*];
- Considerar o ambiente empresarial: necessidades de cliente/mercado, legislação, eco-rotulagem prevista, nichos de mercado, produtos da concorrência.

### **Design Conceptual (Conceptual Design)**

O objectivo desta fase passa pelo reconhecimento dos requisitos do produto, baseado nas observações da etapa anterior e nas abordagens seleccionadas. As ideias e os requisitos desenvolvidos na etapa de planeamento dão idealmente a indicação relativa aos objectivos ambientais do produto e salientam os seus aspectos ambientais. As actividades ambientais desta etapa incluem (ISO/TR 14062, 2002):

- Integração dos aspectos de eco-design na definição das especificações (critérios *hard* e *soft*);
- Verificação da viabilidade (tecnológica e financeira);
- Aplicação de listas de orientação e de verificação, entre outras, para aperfeiçoar as especificações;
- Comunicação com a cadeia de fornecimento.

### **Design de Pormenorização (*Detailed Design*)**

Nesta etapa, o conceito ou conceitos são desenvolvidos para cumprir com a especificação do design do produto e para especificar o produto antes da produção ou da introdução no uso. O número de participantes (e das suas áreas de especialização) envolvidos nesta etapa pode variar, pois depende da complexidade do processo de design e desenvolvimento do projecto. As actividades ambientais desta etapa incluem (ISO/TR 14062, 2002):

- Aplicação das ferramentas de eco-design e bases de dados relacionadas;
- Encontrar alternativas para os materiais problemáticos;
- Desenvolvimento de cenários de ciclo de vida para uma melhor compreensão do produto;
- Design para a montagem/desmontagem.

### **Testes/Protótipo (*Testing/Prototype*)**

Esta etapa inclui marcos importantes no processo do desenvolvimento de produto, e representa uma oportunidade para interagir com a produção tanto a nível do planeamento como da engenharia. Antes e paralelamente à avaliação do protótipo, podem ocorrer testes em múltiplos níveis, incluindo as propriedades dos materiais, a resistência ao desgaste, a funcionalidade, a qualidade, o tempo de vida, assim como a elementos diferentes, tais como componentes e processos. A avaliação do protótipo e os testes representam uma oportunidade para verificar a pormenorização do design em relação às metas e outras especificações ambientais. As actividades ambientais desta etapa incluem (ISO/TR 14062, 2002):

- Realização de *benchmark* com a geração de produtos anteriores;
- As metas foram alcançadas?

### **Produção e Lançamento no Mercado (*Production and Market Launch*)**

O lançamento abrange a entrega do produto no mercado. Esta etapa inclui a apresentação e a comunicação da informação relativa às características e vantagens do produto, de forma a encorajar os clientes a comprar ou adquirir o produto. No lançamento no mercado, os aspectos ambientais do produto podem ser parte integrante da estratégia de marketing. As actividades ambientais desta etapa incluem (ISO/TR 14062, 2002):

- Comunicação da excelência ambiental do produto (grupo específico de clientes);
- Comunicação de características relacionadas: qualidade, custos de ciclo de vida;
- Sensibilização da consciência dos consumidores.

### **Revisão do Produto (*Product Review*)**

Depois da introdução do produto no mercado, a empresa poderá realizar uma verificação ao produto para perceber se as expectativas da empresa e dos clientes foram alcançadas. O *feedback* e a crítica dos consumidores e outros agentes são uma importante fonte de informação para a empresa poder melhorar os seus produtos actuais e futuros, assim como o próprio processo de desenvolvimento e design de produtos. As actividades ambientais desta etapa incluem (ISO/TR 14062, 2002):

- Avaliação do sucesso do produto (que argumentos são realmente valorizados pelo consumidor?)
- Identificação de melhorias adicionais para a próxima geração de produtos;
- Que inovações se seguem (internamente e no mercado)?
- O que estão os concorrentes a fazer?

#### **2.4. Comparação entre o processo de design clássico de Pahl e Beitz, o processo de design de Brezet *et al.*, e a TR 14062.**

A tabela 23 apresenta uma comparação entre os processos de design da norma internacional TR 14062 (ISO, 2000), do *Manual de Eco-Design* (Brezet *et al.*, 1997) e da abordagem sistemática de Pahl e Beitz (1998). Apesar de apresentarem uma terminologia diferente, os procedimentos propostos são, no geral, comparáveis pois em todos o processo de desenvolvimento de produto encontra-se dividido em etapas. O *Manual de Eco-design* considera como primeira etapa o planeamento do produto enquanto Pahl e Beitz e TR 14062 não dão importância a esta etapa. O *Manual de Eco-design* divide a etapa de pré-design em duas fases – organização do projecto e selecção do produto, os quais incluem todas as acções que devem ser tomadas antes do início de qualquer actividade de design de produto propriamente dita. É durante esta etapa que são definidos a finalidade e âmbito do projecto, que é seleccionado o objectivo do produto, e que é organizada a equipa multi-funcional de design. A clarificação da tarefa da equipa de design também faz parte da actividade de planeamento do produto.

Pahl e Beitz começam com a tarefa, colocando como primeira actividade do designer a clarificação da tarefa e a elaboração de especificações e TR 14062 com a especificação do produto, formulando a política do produto e a análise estratégica das oportunidades de mercado e ameaças externas assim como as forças e fraquezas da empresa. No entanto, o manual de Eco-Design e a TR 14062 dão maior ênfase à determinação das prioridades ambientais e identificação das opções de melhoria ambiental, do que à formulação dos requisitos do produto. Com excepção de Pahl e Beitz, ambos os outros modelos recomendam a realização de uma análise ambiental nesta etapa. Para o *Manual de Eco-design* os aspectos ambientais do produto de referência são analisados com o objectivo de estabelecer o processo responsável para o estrangulamento ambiental e denominado como “*setting environmental priorities*”. TR 14062 sugere a identificação das características funcionais e ambientais do produto. Para Pahl e Beitz, contudo, a identificação do problema pertence à fase de design conceptual.

	TR 14062	Eco-design manual	Pahl e Beitz
<b>Planeamento do Produto</b>		<p><b>Etapa 1</b> Organização de um projecto de eco-design.</p> <p>↓</p> <p><b>Etapa 2</b> Seleção do produto.</p> <p>↓</p>	<p><b>Tarefa</b></p> <p>↓</p>
<b>Especificação do produto</b>	<p><b>Especificação do produto</b> <i>Drivers</i> externos/internos; Características funcionais e ambientais do produto; Seleção da estratégia ambiental.</p> <p>↓</p>	<p><b>Etapa 3</b> Determinação de estratégias de eco-design.</p> <p>↓</p>	<p>Clarificação da tarefa; Elaboração das especificações.</p> <p><b>Especificação</b></p> <p>↓</p>
<b>Design Conceptual</b>	<p><b>Design Conceptual</b> Génese da avaliação da ideia do produto.</p> <p>↓</p>	<p><b>Etapa 4</b> Formação de ideias.</p> <p>↓</p>	<p>Identificação dos problemas essenciais; Determinação das estruturas funcionais; Procura da solução; Combinação e reforço em variáveis de conceito; Avaliação, etc.</p> <p><b>Conceito</b></p> <p>↓</p>
<b>Design de Pormenorização</b>	<p><b>Design de Pormenorização</b> Desenvolvimento da ideia do produto.</p> <p>↓</p> <p><b>Testes/Protótipo</b> Avaliação do protótipo.</p> <p>↓</p>	<p><b>Etapa 5</b> Pormenorização do conceito de design.</p> <p>↓</p>	<p>Desenvolvimento de <i>layouts</i> e designs preliminares; Seleção, Refinamento, Avaliação etc.</p> <p><b>Layout Preliminar</b> Optimização e designs completos; Verificação de erros, etc.</p> <p><b>Layout Definitivo</b></p>
<b>Implementação</b>	<p><b>Lançamento no Mercado</b> Estratégia de mercado; Estratégia de preço; Estratégia de comunicação; Estratégia de distribuição.</p> <p>↓</p> <p><b>Revisão</b> <i>Feedback</i> dos clientes e outros actores.</p>	<p><b>Etapa 6</b> Comunicação e lançamento de produto.</p> <p>↓</p> <p><b>Etapa 7</b> Organização de actividades de acompanhamento.</p>	

**Tabela 23:** Comparação entre os processos de Design de TR 14062 (ISO, 2000), Eco-design (Brezet *et al.*, 1997) e de Pahl e Beitz (1998)

O *Manual de Eco-design* distingue duas etapas de design: conceptual e de pormenorização. Contudo, Pahl e Beitz distinguem três fases: conceptual, de materialização e de pormenorização. Finalmente, TR 14062 distingue três fases: design conceptual, design de pormenorização e testes/protótipo. A escolha entre dois ou três estádios parece bastante arbitrária e não é rigidamente diferenciada.

Finalmente, o *Manual de Eco-Design* coloca a seguir à fase de design de pormenorização do produto outras acções, tais como, a comunicação e o lançamento do produto, assim como a organização de actividades de acompanhamento, que permitem a avaliação e o acompanhamento do produto no mercado, com a possibilidade de criação de estratégias ambientais e manuais de eco-design, internos à empresa. TR 14062 aponta também mais duas etapas Produção e Lançamento no Mercado e Revisão do produto, onde são delineadas estratégias de comunicação e realizadas avaliações a diferentes níveis, no sentido de uma melhoria contínua no eco-desenvolvimento de produtos.

## **2.5. Correspondência entre os processos de eco-design e o processo ‘clássico’ de design**

Conforme fica demonstrado pela análise da tabela acima, a estrutura básica do processo de desenvolvimento de produto não se modifica quando os requisitos ambientais são integrados. Contudo, a ecologia acrescenta efectivamente novas considerações às etapas envolvidas no desenvolvimento de produto; por exemplo, o perfil ambiental do produto existente tem de ser especificado.

Considerando mais uma vez o processo de design de Pahl e Beitz (tabela 23), na primeira etapa que se refere à clarificação da tarefa, a definição do produto está numa fase crucial no processo de desenvolvimento de produto. É neste ponto que podem ser identificados os atributos ambientais de um produto e como estes podem ser integrados no seu design. É importante reconhecer que o eco-design exigirá parte do esforço do designer, e que, como todos os outros aspectos do design, as escolhas cuidadas feitas no início do processo serão de longe as mais económicas. É nesta fase que, em geral, as

empresas tomam decisões estratégicas associadas com a cadeia de oferta, apoio ao ciclo de vida, e gestão da produção.

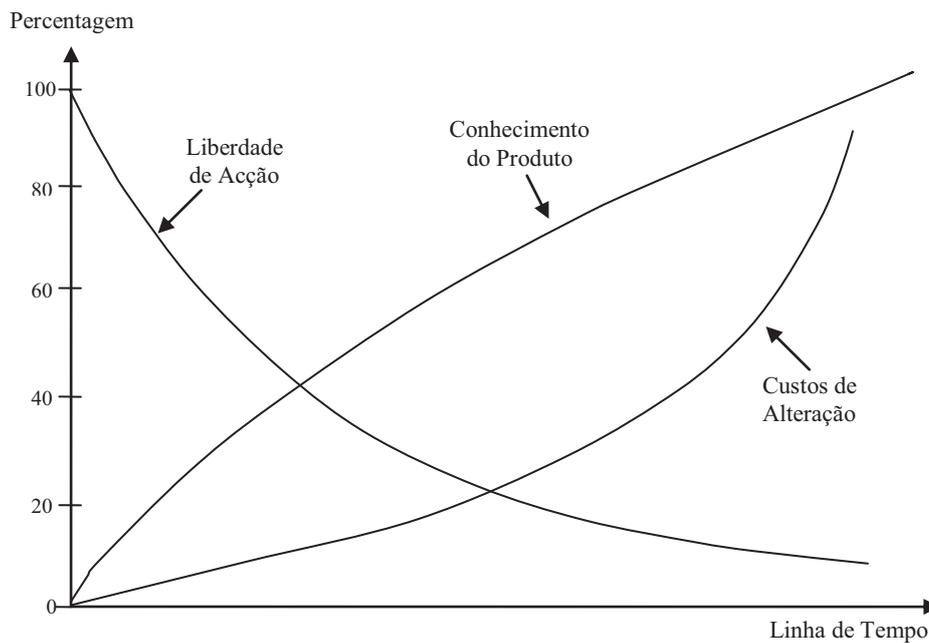
A fase do design conceptual é a mais importante, depois da fase de definição do produto. Aproximadamente 80% dos custos do ciclo de vida de um produto acontecem devido às escolhas de design feitas nesta fase, como seja a selecção de materiais e processos de produção (Design Council, 1997). As ferramentas usadas para o design ambiental nesta fase têm de ser capazes de lidar com uma situação incerta, uma vez que o design ainda se encontra ao nível conceptual, quando ainda falta decidir propriedades como forma final, peso dos componentes e materiais, etc.

A pormenorização e o detalhe de design começam na concepção física actual do produto usando modelos CAD para determinar o seu valor físico. Muitas vezes, problemas de design encontrados posteriormente no processo de design (fase de materialização ou design de pormenorização) dão origem a redesigns do produto que se revelam dispendiosos e consomem tempo, prolongando a sua entrega ou a sua introdução no mercado. Nesta fase, podem ser aplicadas listas de verificação ecológicas, LCA (*Life Cycle Assessment* – Avaliação do Ciclo de Vida) ou MIPS [*Material Intensity Per Service unit* – Intensidade de Material por Unidade de Serviço (IMUS)].

## **2.6. Paradoxo do design**

O conceito de eco-design pressupõe alterações e melhoramentos nas fases iniciais do processo de desenvolvimento de produto, mas quando se trata de um novo produto, o conhecimento sobre o novo produto é escasso no início do processo, mas a liberdade de design é quase total, uma vez que nada se encontra estabelecido. À medida que o produto vai sendo desenvolvido, a informação sobre o produto aumenta, mas isso acontece à custa da diminuição da liberdade de concepção. Quando se chega ao final do processo, o conhecimento sobre o produto é maior, mas as possibilidades de modificar o design aumentam os custos finais, pois o trabalho anterior terá que ser refeito (Ullman, 2003). O paradoxo do design encontra-se quando é necessária informação geral mas esta não está acessível e quando a informação está acessível mas não é necessária

(Lindahl, 2005). Ou seja, o paradoxo está no facto das decisões cruciais terem que ser definidas no início do processo de desenvolvimento de um produto quando pouco ou nada se sabe sobre o produto final. Como se ilustra na figura 77, é verdadeiramente nas fases iniciais que existe a possibilidade de criar com toda a liberdade um ecoproduto, paradoxal ao aumento do custo de cada modificação realizada ao design do produto.



**Figura 77:** A relação entre “Liberdade de Acção”, “Conhecimento do Produto” e “Custos de Alteração” (adaptado de Ullman, 2003; Lindahl, 2005).

Paralelamente ao aplicar esta noção de Ullman (2003) e Lindahl (2005) ao processo de design de Pahl e Beitz (1998) incluindo também as ferramentas e métodos de eco-design para cada fase do processo, percebe-se que nas fases iniciais apenas se lida com ferramentas genéricas e qualitativas enquanto nas fases finais já se podem aplicar ferramentas mais precisas e quantitativas (fig. 78).

Na primeira etapa do processo de design a liberdade de design é grande mas as decisões globais de design referentes aos requisitos do projecto mais importantes, como por exemplo, a selecção de materiais, são ainda questões em aberto, o que significa que o principal esforço nesta fase, pode ser dirigido para a concepção de ecoprodutos. Ao

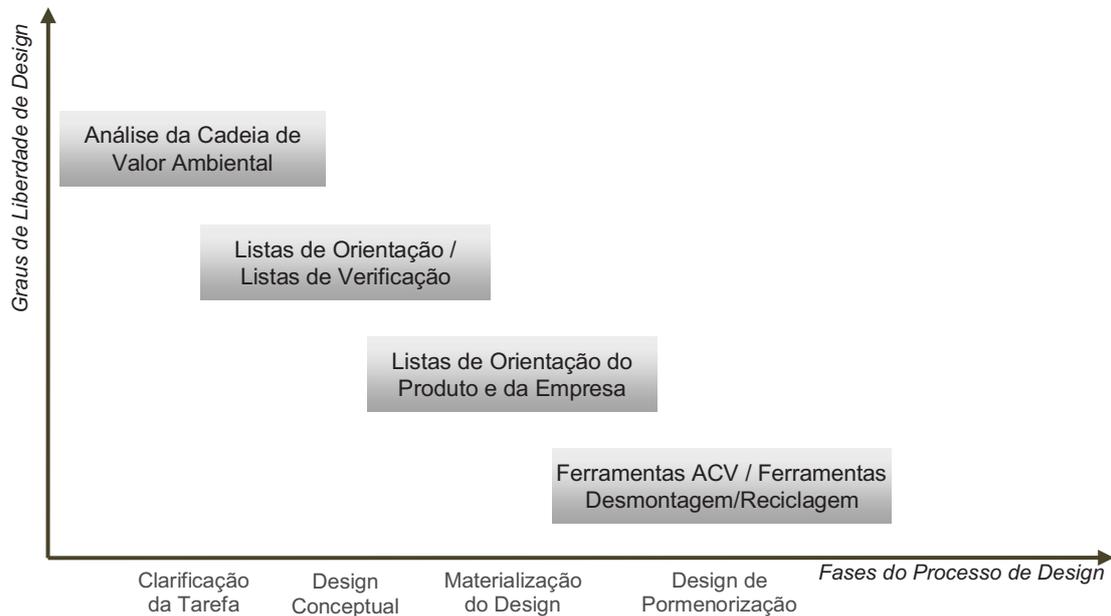
mesmo tempo, há muito pouca informação sobre o novo produto, o que significa que seria difícil aplicar métodos quantitativos na sua avaliação, uma vez que estes necessitam de muitos dados. Consequentemente, nesta fase são poucos os métodos de design orientados para as questões ambientais disponíveis.

Por outro lado, os gestores do projecto têm de tratar das questões ambientais relativas a legislação, constrangimentos de mercado, financiamento e lucros. Como quase nada do produto se encontra ainda finalizado, a informação nesta primeira fase tem de ser não quantitativa, geral e fácil de entender.

Na segunda etapa, o design de produto chega a um momento de definição, em que o eco-design evolui para a formulação de eco-directivas específicas da empresa, definindo as condicionantes do novo produto, sendo de igual forma solidamente estabelecidos os princípios básicos, que auxiliarão e guiarão o designer. Estes objectivos ambientais e eco-directivas têm de estar ligadas, tão estreitamente quanto possível, ao produto em concepção.

Na terceira fase de design, eco-directivas gerais do tipo consultivo não serão de grande utilidade, relativamente ao que se pode referir, uma vez que o senso ambiental comum é demasiado vago e não pode ser aferido face às exigências funcionais colocadas no produto. Sendo mais eficazes do que as directivas gerais, as orientações específicas da empresa e do produto constituir-se-ão como bússola nesta etapa (Luttropp, 2000).

A quarta fase é a etapa de refinamento ou apuramento. O produto já pode ser apresentado como um protótipo, onde podem ser verificados os requisitos detalhados ou as propriedades específicas do produto, bem como utilizadas eco-listas de controlo. Podem ser realizados cálculos de ACV (Avaliação do Ciclo de Vida) ou IMUS (Intensidade de Material por Unidade de Serviço), que exigem dados quantitativos, uma vez que os mesmos já existem. Dado que os materiais do produto estão definidos, apenas podem ser feitas modificações menores, como por exemplo a substituição de materiais, que é um resultado típico de cálculos ACV/IMUS na quarta fase do processo de design (fig. 78).



**Figura 78:** Graus de Liberdade de Design nas Fases do Processo de Design de Pahl e Beitz

Mais uma vez se verifica o chamado *'paradoxo do design'* (Ullman, 2003; Lindahl, 2005), ou seja, quando um novo projecto de design tem início, muito pouco se sabe sobre o produto final, especialmente se este for novo para os designers e é precisamente no início de desenvolvimento projectual de um produto que as decisões cruciais são tomadas. Por conseguinte, a liberdade para conceber um produto ambientalmente favorável é enorme, mas as ferramentas para realizar e avaliar esta tarefa são ambíguas nas primeiras fases. Apenas nas etapas finais do desenvolvimento do produto, quando apenas se podem realizar alterações menores, é que há ferramentas capazes de proporcionar informação detalhada sobre o impacto ambiental do produto.

Para além disto, também o custo de mudança aumenta com o avançar do processo de desenvolvimento de produto. Segundo Ullman (2003) o designer tem que *"learn as much about the evolving product as early as possible in the design process because during the early phases changes are the least expensive"*. A fase inicial do projecto tem um peso muito grande no custo e no sucesso do produto final e, as decisões tomadas nesta fase são difíceis de alterar nas fases posteriores de desenvolvimento de um produto e, acarretam custos proporcionais relacionados.

## 2.7. Processo de design na prática profissional

Na prática, a metodologia projectual de desenvolvimento de produto varia imenso entre os produtos e as organizações. No geral, as empresas utilizam uma combinação individual de abordagens e ferramentas nos seus processos de desenvolvimento de produtos. Por conseguinte, *“a standard approach to integrate environmental aspects into product development is not feasible. In large companies the product development process might be a formalised approach with fixed milestones and gateway management, whereas in small companies one or a few persons in an informal and more intuitive process may carry out product development”* (Ecolife, 2002)<sup>99</sup>.

Contudo, existem alguns aspectos comuns no processo de design de ecoprodutos que têm de ser abordados, de modo a tornar efectivo o eco-design:

- **Integração de questões ambientais durante o desenvolvimento de produto**

No desenvolvimento de produto deverão ser incorporadas considerações de eco-design em todas as fases dos procedimentos de design de uma empresa. Para além disto, como o impacto ambiental é maioritariamente definido na fase de concepção, o eco-design tem de ser tomado em consideração em cada etapa do processo de design, desde a génese da ideia até à fase do detalhe e pormenorização do design. As empresas, de um modo geral, possuem processos de desenvolvimento de produto próprios e individuais, pelo que é necessário personalizar a integração da questão ambiental no processo, consoante a cultura da empresa e as características dos seus produtos e processos (Ecolife, 2002).

---

<sup>99</sup> ECOLIFE: rede temática suportada pela Comissão Europeia entre 1998 e 2002, cujos objectivos passavam pelo fortalecimento da indústria europeia e pela promoção e liderança em tecnologias ambientais.

- **Intervenção inicial em Design**

É vital ter o empenhamento da administração da empresa e de uma equipa alargada de design, que considere o eco-design desde o início do projecto. Esta abordagem é extremamente relevante, porque na maior parte dos casos mais de 70% – e muitas vezes até 90% – dos custos, bem como dos dados ambientais, são fixados durante a fase de pesquisa e desenvolvimento. Por conseguinte, quanto mais cedo for tomado em consideração todo o ciclo de vida do produto, tanto mais elevado será o potencial de melhoria e de economia de custos (Ecolife, 2002).

- **Melhoria contínua**

A integração da dimensão ambiental no design deve ser um processo de melhoria contínua, em que os impactos são reduzidos, ao mesmo tempo que a inovação se fundamenta na experiência. Todos os desenvolvimentos técnicos ou de mercado devem ser tidos em conta, tanto a montante (por exemplo, desenvolvimento de novos materiais), como a jusante (por exemplo, concepção de novos processos de recuperação) do ciclo de vida do produto. Idealmente, a informação adquirida das diversas experiências deve ser organizada de modo a alimentar continuamente uma base de conhecimento, que reúna toda a informação necessária para a realização de uma avaliação ambiental ou para a criação de um conjunto de regras de eco-design (Ecolife, 2002).

### **3. Classificação das técnicas existentes para o eco-design**

#### **3.1. Introdução**

Como observado nas secções anteriores é fundamental para o sucesso do eco-design que os designers tenham acesso a informação ambiental sobre o produto, pois são os

responsáveis pelo desenvolvimento do produto e pela consideração dos requisitos ambientais a incorporar.

Apesar de os designers terem conhecimento sobre os problemas ambientais no geral, persiste, no entanto, uma falha no conhecimento dos aspectos ambientais globais, como por exemplo, quais são as potenciais consequências dos efeitos de estufa e da redução da camada de ozono (McAloone e Evans, 1996). Segundo Lagerstedt (2003) os designers têm uma predisposição positiva para agir a favor do ambiente, mas não deverão ser os especialistas ambientais, devido aos constrangimentos de tempo que tal abordagem envolve. Como afirmam Luttrupp e Lagerstedt (1999) existem requisitos mais importantes que os ambientais, como por exemplo a funcionalidade, os quais o designer tem de obrigatoriamente satisfazer.

A necessidade de incorporar os requisitos ambientais no processo de desenvolvimento de produto originou o aparecimento de uma série de métodos e ferramentas<sup>100</sup> de eco-design. Apesar de existirem algumas interações entre estes métodos e ferramentas, cada um tem a sua própria validação específica. No entanto, apesar da considerável quantidade de métodos de eco-design desenvolvidos, apenas um número reduzido é utilizado nas empresas industriais (Ehrenfeld e Lenox, 1997)

Um dos objectivos comuns a todas estas técnicas é a avaliação e a descrição do impacto ambiental dos produtos e serviços durante o seu ciclo de vida, conseqüentemente todas elas se focam quase exclusivamente nos impactos ambientais, deixando a funcionalidade do produto incólume (Lagerstedt, 2003). Ainda segundo este autor, os métodos desenvolvidos variam imenso em termos de complexidade, qualidade e de tempo para os compreender e aplicar, e não podem ser utilizados em cada situação ou etapa do processo de desenvolvimento de produto.

---

<sup>100</sup> No campo de investigação do eco-design os termos ‘métodos’ e ‘ferramentas’ são utilizados indiscriminadamente para designar técnicas para a prática do eco-design.

Geralmente estes métodos e/ou ferramentas podem ser classificadas em dois grupos: (1) métodos e/ou ferramentas de análise e (2) métodos e/ou ferramentas de melhoria, de acordo com o seu respectivo objectivo (Kortman *et al.*, 1995; Sweatman e Simon, 1996; Caluwe, 1997):

- (1) Os **métodos e/ou ferramentas de análise** permitem aos designers identificar as características chave que determinam os impactos ambientais dos produtos e permitem também, comparar e avaliar diferentes alternativas de design. Os métodos e/ou ferramentas de análise são métodos que avaliam os impactos ambientais do produto (Análise do Ciclo de Vida, ACV) ou que analisam o potencial para desmontar e reciclar um determinado produto.
- (2) Os **métodos e/ou ferramentas de melhoria** facilitam o desenvolvimento de opções de melhoria do produto. Como exemplo deste tipo de métodos e/ou ferramentas na prática industrial, encontram-se as estratégias genéricas de design e as directrizes de eco-design, o Design para a Desmontagem e o Design para a Reciclagem, entre outros.

A tabela seguinte mostra alguns destes métodos e ferramentas (tab. 24):

Ferramentas de Análise	Ferramentas de Melhoria
Análise do Ciclo de Vida (ACV)	Normas (ISO)
Eco-Indicadores	Normas internas às empresas
MIPS – Material Intensity Per unit of Service (Intensidade de Material por unidade de Serviço)	Listas de Verificação
Custos do Ciclo de Vida (CCV)	Propostas de eco-rotulagem
Métodos Matriciais	Directivas
Avaliação baseada na Legislação	Manuais Gerais
Construção de índices ecológicos	Manuais Internos às Companhias
Eco-compass	Programas de T.I
Listas de Verificação	Análise de Valor
Listas de materiais	

**Tabela 24:** Ferramentas mais utilizadas na prática do Eco-Design (Janin, 2000)

No geral, em todos os métodos e ferramentas é considerado o ciclo de vida do produto na identificação dos aspectos ambientais. Para além disto, estes aspectos podem ser reconhecidos de várias formas e com diferentes níveis de detalhe. Estes dois grupos principais de avaliação do ciclo de vida do produto estão directamente relacionados com o tipo de avaliação, que pode ser quantitativa como a ACV, ou semi-qualitativa ou qualitativa como as listas de verificação e a matriz MET<sup>101</sup>. Uma avaliação qualitativa do ciclo de vida fornece uma visão geral dos impactos ambientais sobre os quais deverão ser tomadas medidas. Por outro lado, os métodos quantitativos fornecem informação detalhada, que requer mais tempo de tratamento e um conhecimento específico deste tipo de ferramentas.

### 3.2. Multiplicidade de métodos e ferramentas

Os estudos do estado da arte efectuados por Caluwe (1997) e por Butel-Bellini *et al.*, (1999) mostram a vastidão de métodos e ferramentas existentes. O primeiro refere setenta e nove enquanto Butel-Bellini *et al.*, (1999) identificam quarenta e sete suplementares, perfazendo cerca de cento e vinte seis métodos e ferramentas disponíveis.

Caluwe (1997) estabelece uma lista de todas as ferramentas e métodos de eco-design disponíveis, geralmente sob forma de software, mas também em matrizes, quadros, etc. (tabela 25).

---

<sup>101</sup> MET: *Material cycle, Energy use, e Toxic emission*. Ciclo do material, utilização de energia e emissão tóxica (tradução da autora).

Ferramentas e Métodos de Eco-Design	
(24) Ferramentas <b>ACV e ICV</b>	Boustead; CALA; CUMPAN; Computergestutzte Umweltorientierte Produkt Analyse; ECO-it; EcoManager; EcoPro 1.4; ECO-SCAN 1.0; EDIP LCV tool; GaBi; IDEMAT; JEM-LCA; KCL-ECO; LCAdvantage; LCAiT; LMS Eco-Inv. Tool; NIRE-LCA 2; Öko-Base 2.5 for Windows; Paradox; PEMS 4; REPAQ; SimaPro; TEAM (DEAM); Umberto.
(7) Ferramentas <b>DPX</b> (Design Para X)	AMETIDE; Design for Environment (DFE) software tool e DFMA tool; DFR-Recy; DFD/DFR; LASER, Life cycle Assembly Serviceability and Recycling prototype program; PRICE; ReStar.
(41) Ferramentas <b>Não-Software</b>	Eco-Indicator manual; Eco-Design sessions; IVF Handbook; Promise Manual (NL); Promise Manual (UK): <i>Ecodesign: a promising approach to sustainable production and consumption</i> ; Product Improvement Matrix; Environment compatible products ; Design for the Environment (DFE); Life Cycle Design; DIANA; ECONTROL; EcoPack2000; Ecosys; EcoReDesign program; Green Design Advisor; Green TV; Materials with disposal restriction list; EDIT; Environment Impact Assessment (EIA); EMIS; Envision; EPS; Green Manufacturing Shell; Heraklit; IBIS; IDEA (IIASA International Institute for Applied System Analysis, Austria); IMSS; Koning; LCASys; LCI Procter & Gamble; LIMS; Manufacturing Advisor PIA; SimBox; TEMIS; TetraSolver; Umcon; PUISSÖCOS; PLA; SEER; SimaTool.
(7) Ferramentas <b>Prevenção da Poluição e Prevenção de Resíduos</b>	AWARE; Cage; Clean Process Advisory System (CPAS); EcoTox; P2-EDGE; SAGE; SWAMI.

**Tabela 25:** Ferramentas e Métodos de Ecodesign (Caluwe, 1997)

Butel-Bellini *et al.*, (1999) separam os quarenta e sete métodos e ferramentas identificados em duas categorias: os que permitem uma avaliação do impacto ambiental do produto no ambiente e os que permitem uma melhoria da concepção ambiental do produto (tabelas 26 e 27).

Ferramentas de Análise do impacto ambiental do produto no ambiente	
<b>Análise do Ciclo de Vida</b>	ACV (ISO 14040); CML; EPS; Tellus; Ecopoints; Eco-profiles; Méthode Monocritères (NF X30-110).
<b>Métodos dos Eco-Indicadores</b>	Eco-Indicator 95; Logiciel ECOSCAN.
<b>Análise dos Custos do Ciclo de Vida</b>	Redi Tool.
<b>Abordagens Matriciais</b>	Grelha de Avaliação; Grelha de Avaliação Simplificada e Qualitativa do Ciclo de Vida; Product Improvement Matrix AT&T; Product Life Cycle Matrix; MET Matrix (Brezet <i>et al.</i> , 1997).
<b>Avaliação baseada na Regulamentação</b>	Método EDF.
<b>Índice Ecológico</b>	Método J. P. Ventère (Ventère, 1995).
<b>Listas de Controlo e Materiais</b>	Eco-estimator e Fast Five Awareness (Meinders, 1997); Design for Recycling (Steinhilper, 1995); US Clean Air Act; Lista Negra e Cinzenta da Volvo.

**Tabela 26:** Ferramentas de Análise do Impacto Ambiental do Produto (Butel-Bellini *et al.*, 1999)

Ferramentas de Melhoria da Concepção Ambiental do Produto	
<b>Normas</b>	Normas Gerais (FD X 30-310, NF ISO 11469, Guide ISO 64) ; Sectoriais (R 10-401 e XP R 10-402 para o sector automóvel) ou interna à empresa.
<b>Listas</b>	Linha Directriz [Concepção para uma melhor eco-eficiência, Lista de controlo (Roda de estratégias de ecodesign (Brezet <i>et al.</i> , 1997)]; Product Improvement Matrix AY&T; Lista de materiais (Lista Negra e Cinzenta da Volvo); Abordagem à eco-rotulagem (Ecolabel Europeia, NF Environment, Ange Blue, Cygne Blanc).
<b>Guias Gerais</b>	Ecodesign: A promising approach to sustainable production and consumption (Brezet <i>et al.</i> , 1997); Life Cycle Design. A Manual for Small and Medium Sized Companies (Behrendt <i>et al.</i> ); Design for disassembly (Schmaus & Kahmeyer 1992); Design for Dismantling (Simon, 1991). Designing Technical Products for ease of Recycling. VDI 2243 (Beitz <i>et al.</i> , 1991) Handbook for Design of Environmentally Compatible Electronic Products. (Bergendahl <i>et al.</i> 1995); e guias internos às empresas: Point of no Return: Philips EcoDesign guidelines, (Philips Electronics, (1997) Ed: Herman Meinders), e Prise en compte de l'environnement dans la conception de produits : guide général de Schneider Electric (Laurent, 96).
<b>Ferramentas Organizacionais</b>	Análise de Valor e engenharia concorrente.
<b>Outras</b>	Reverse Fishbone Diagram: A Tool in Aid of Design for Product Retirement. (Ishii, K. Lee, B. (1996); Material Selection Issues in Design for Recyclability (Ishii, K. 1996) ou a matriz Eco-portfolio (Brezet <i>et al.</i> , 1997).

**Tabela 27:** Ferramentas de Melhoria da Concepção Ambiental do Produto (Butel-Bellini *et al.*, 1999)

### 3.3. Descrição de métodos e ferramentas

Para um melhor entendimento em que consistem este tipo de técnicas para a prática do eco-design é feita uma abordagem a alguns dos métodos, ferramentas e técnicas actuais que analisam e procuram melhorar os aspectos ambientais do produto, com maior ênfase nas abordagens ACV. A partir da revisão da literatura foram seleccionados alguns métodos, ferramentas e técnicas devido ao expressivo número de informações e definições disponíveis, à sua utilização em algumas das maiores empresas europeias, e ao interesse para o estudo em causa.

#### 3.3.1. Análise do ciclo de vida (ACV)

*“Life Cycle Assessment is a process to evaluate the environmental burdens associated with a product, process, or activity by identifying and quantifying energy and materials used and wastes released to the environment; to assess the impact of those energy and materials used and releases to the environment; and to identify and evaluate opportunities to affect environmental improvements. The assessment includes the entire life cycle of the product, process or activity, encompassing, extracting and processing raw materials; manufacturing, transportation and distribution; use, re-use, maintenance; recycling, and final disposal” (SETAC, 1993).*

*“LCA is a technique for assessing the environmental aspects and potential impacts associated with a product by:*

*Compiling an inventory of relevant inputs and outputs of a product system;*

*Evaluating the potential environmental impacts associated with those inputs and outputs;*

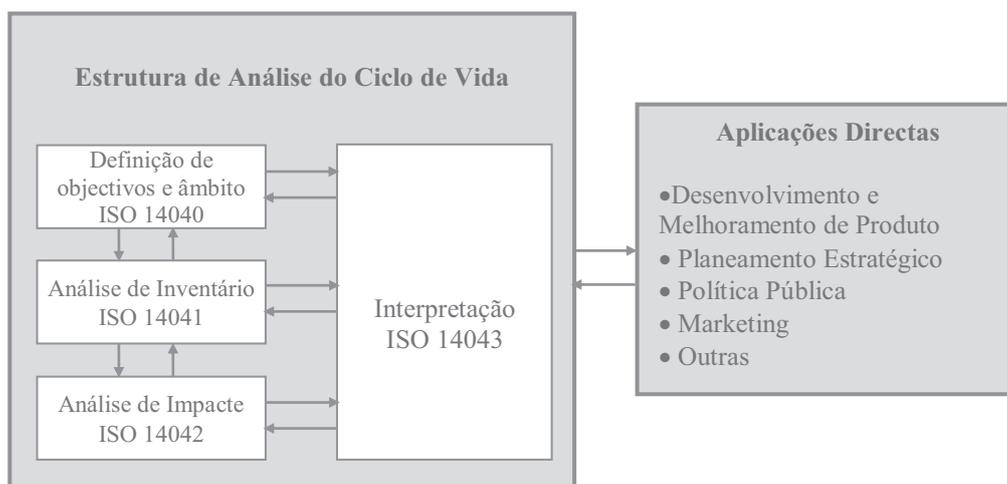
*Interpreting the results of the inventory analysis and impact assessment phases in relation to the objectives of the study.*

*LCA studies the environmental aspects and potential impacts throughout the product's life (i.e. cradle to grave) from raw materials acquisition through production, use and disposal. The general categories of environmental impacts needing consideration include resource use, human health, and ecological consequences.” (ISO 14040, 1997).*

A avaliação quantitativa do ciclo de vida (ACV) de um produto ou serviço é um método desenvolvido pela *Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC)*, e

internacionalmente estandardizado pela *International Organization for Standardization* (ISO). A ACV permite uma visão holística da performance ambiental total durante o ciclo de vida de um produto ou serviço. Também é conhecida como a avaliação do berço-à-sepultura (*cradle-to-grave*).

Num estudo de avaliação do ciclo de vida podemos distinguir quatro etapas principais: definição de objectivos e âmbito, análise de inventário, análise de impacte e interpretação dos resultados como se mostra na figura 79.



**Figura 79:** Estrutura de Análise do Ciclo de Vida (ISO 14040, 1997)

A etapa de definição de objectivos e âmbito determina, como o próprio título indica, os objectivos e âmbito da análise. Estabelece o contexto da análise e especifica qual é a unidade funcional a ser utilizada. A unidade funcional identifica a referência com a qual os *inputs* e *outputs* se relacionam e deve ser mensurável. Para além da definição do sistema do produto e da unidade funcional estudada, os limites do sistema do produto e as limitações do estudo deverão ser claramente descritas.

Na etapa de análise de inventário, o sistema do produto estudado é dividido em sub-processos que estão inter-relacionados (p. ex. extracção, transporte e montagem de um produto). Para cada sub-processo são calculadas as matérias-primas utilizadas, a energia gasta e as emissões para a atmosfera, sistema de água e solos.

A etapa de análise de impacto avalia o significado dos impactos ambientais potenciais através dos resultados da análise de inventário. Esta fase implica a associação de dados do inventário com impactos ambientais específicos. A fase de análise de impacto pode incluir elementos como a classificação, a atribuição de dados do inventário com as categorias do impacto. Estas categorias de impacto podem ser, a utilização de recursos naturais renováveis ou não renováveis, a alteração climática, a redução da camada de ozono e a acidificação.

O significado dos vários *inputs* e *outputs* para os diversos problemas ambientais é definido na fase de caracterização. Finalmente, na fase de aferição são comparados entre si, os diferentes problemas ambientais, através da atribuição de valores diferentes a cada um, e tanto pode ser realizada quantitativamente como qualitativamente.

No processo de interpretação, são combinados consistentemente os resultados das etapas de análise de inventário e de análise de impacto com o objectivo e âmbito definido, de forma a alcançar conclusões e realizar recomendações. A interpretação dos resultados pode assumir a forma de conclusões ou recomendações para quem toma as decisões.

Em princípio, as etapas da análise do ciclo de vida seguem-se umas às outras, mas, como observado anteriormente, na prática o processo é mais cíclico do que linear. Muitas vezes é necessário voltar aos resultados e definições das etapas anteriores e modificá-los. No entanto, estes estudos são essenciais para analisar um só produto pois é analisado o impacto de todos os materiais e processos.

A ACV é actualmente a ferramenta mais conhecida utilizada em eco-design, e é considerada uma ferramenta extremamente útil basicamente por duas razões: suporta a selecção de materiais e fornece uma visão abrangente e melhor compreensão da relação entre as características do produto e os impactos ambientais. Mas tem algumas desvantagens: é muito dispendiosa e de lenta aplicação no processo de desenvolvimento de produto, sendo que a realização de uma ACV num produto ou processo novo ainda é mais difícil e onerosa. Segundo McAloone (2000) muitos estudos mostram que a ACV e outros métodos eco-industriais complicados, não são úteis para o designer pois são

demasiadamente complexos e exigem muito tempo. Para além de exigir conhecimento técnico em ACV, acontece por vezes que análises igualmente credíveis produzem resultados qualitativos diferentes. Aliás, Lagerstedt (2003) defende mesmo que métodos como a ACV deveriam ser utilizados por especialistas que sabem como os utilizar e interpretar os resultados obtidos. Para além disto, sendo a ACV uma ferramenta para peritos só é viável, na maioria dos casos, em grandes projectos de empresas multinacionais, não sendo adequada para a tomada de decisões *ad hoc* no desenvolvimento de produtos devido ao tempo, esforço e conhecimento exigido para a sua aplicação.

Para além destas considerações, uma vez que estes métodos requerem a presença de uma série de informação e dados, têm tendência a entrar tardiamente no processo de design, quando só pequenas mudanças podem ser realizadas no produto, ou então implicam grandes custos. Consequentemente, para os designers conseguirem incorporar melhorias ambientais nos seus projectos, necessitam de um método acessível que associe as exigências ambientais ao contexto do design. Isto implica um método de fácil compreensão, relativamente célere na sua aplicação e relevante para o processo de desenvolvimento de produto. Tal método deverá ser adaptado ao local de trabalho do designer, ao seu conhecimento e ao produto.

### **3.3.2. ACV simplificadas**

Como os estudos ACV detalhados são extremamente demorados e caros, existem outro tipo de abordagens, mais simples, que também permitem avaliar os impactos ambientais das opções de design. Aliás segundo Graedel (1998) *“a complete, quantitative LCA has never been accomplished, nor is it likely to be”*. Neste sentido, foram criadas outras abordagens mais elementares que têm geralmente em consideração algumas etapas do ciclo de vida e alguns critérios ambientais específicos. No entanto, neste tipo de avaliações mais simples, a reprodutibilidade e a fiabilidade dos resultados são questões críticas, que necessitam de ser abordadas (Ecolife, 2002). No entanto, as ACVs podem

ser utilizadas para validar métodos mais simples, de modo a que possam ser aplicadas correctamente se estiverem reunidas determinadas especificações (Ecolife, 2002).

Os métodos abaixo apresentados são exemplos de abordagens ACV simplificadas. Estes métodos eliminam o esforço significativo de recolha de dados relativos à detecção de todos os processos do ciclo de vida e dos seus fluxos elementares (emissões, lixo, material e energia) através da utilização de dados médios para secções comuns de um ciclo de vida do produto. As avaliações dos impactos ambientais são realizadas baseadas nestes dados médios, originando pontos de indicadores para, por exemplo, kg por material ou kWh por electricidade. Estes métodos não exigem especialistas em ACV pois permitem a utilização directa pelo designer ou quanto muito por uma equipa multidisciplinar.

#### 3.3.2.1. Metodologias de ACV

- **Eco Indicator 99.** Este método desenvolvido pela PRé Consultants *et al.*, encontra-se bastante divulgado entre os eco-designers, pois a sua base científica é suficientemente pragmática, o que permite uma aplicação de critérios tradicionais de ACV de forma simplificada e célere. Tem uma metodologia compatível com os requisitos ISO 14042 e é utilizado para avaliar os impactos ambientais de produtos e sistemas existentes com o objectivo de os redesenhar e/ou desenvolver produtos novos. A carga ambiental do material – do berço-à-sepultura – é normalizada em unidades *milipoints* (unidade única do indicador) e estes valores são calculados, tendo por base as condições médias dos processos europeus. Estão disponíveis para os materiais (kg por material) para os processos de produção (por exemplo, por metro quadrado de chapa ou por kg de plástico extrudido), para os métodos de transporte (tonelada por quilómetro), para os processos de geração de energia (por kWh ou MJ), e para os cenários de eliminação (por kg de materiais), (Schischke, 2005). Internet: <http://www.pre.nl/eco-indicator99/default.htm> (acedido em: 12 de Fevereiro 2008);

- **CMLCA** (*Chain Management by Life Cycle Assessment*). Software que sustenta as etapas técnicas do processo de avaliação do ciclo de vida (ACV). (Schischke, 2005). Internet: <http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/index.html> (acedido em: 12 de Fevereiro 2008) (Schischke, 2005);
- **EPS 2000** [*Environmental Priority Strategies* (Estratégias Ambientais Prioritárias) no design de produto]. Sistema que pretende ser utilizado num ambiente corrente de desenvolvimento de produto, apto a seleccionar qual dos dois ou mais conceitos para determinado produto, tem o menor impacto no ambiente (Schischke, 2005). Internet: <http://www.assess.se/software.htm> (acedido em: 12 de Fevereiro 2008).

### 3.3.2.2. Bases de dados de ACV

- **ProBas** (*Prozessorientierte Basisdaten für Umweltmanagement-Instrumente*). Base de dados Web com informação do ciclo de vida para uma ampla variedade de processos e materiais (Schischke, 2005). Internet: <http://www.probas.umweltbundesamt.de/php/> (acedido em: 12 de Fevereiro 2008);
- **EcoInvent**. Base de dados que contem mais de 2500 dados para produtos, serviços e processos utilizados frequentemente em estudos de caso de ACV. A ecoinvent v2.0 contem um inventário de dados do ciclo de vida industrial internacional sobre aprovisionamento energético, extracção de recursos, fornecimento de material, químicos, metais, agricultura, serviços de gestão de resíduos e serviços de transporte (Schischke, 2005). Internet: <http://www.ecoinvent.ch/> (acedido em: 12 de Fevereiro 2008).

Existem também variadíssimas bases de dados de associações e institutos privados e estatais como por exemplo a da **APME/Boustead data** (<http://www.apme.org>) da Association of Plastics Manufacturer (APME), que publica na sua página Web os perfis ambientais de vários plásticos e químicos. Estes perfis ambientais incluem informação e um inventário de dados do ciclo de vida. A **GESTIS**

(<http://www.hvbg.de/e/bia/gestis/index.html>), que contem uma rede de ficheiros centralizada e descentralizada de substancias perigosas. Ou a **World Wide LCA Workshop** (<http://workshop.imi.chalmers.se/workshop/>), com uma ferramenta desenvolvida pela Chalmers University para organizar e gerir projectos de ACV, que permite calcular índices de avaliação de impacto assim como ACVs completas.

### 3.3.2.3.Ferramentas de ACV

- **AUDIT** é um programa de estrutura modular para gestão e monitorização ambiental que analisa e simula sistemas complexos. Como programa abrangente de balanços de fluxos de materiais, pode ser aplicado a todos os processos e fluxos de materiais dentro da empresa. Internet: <http://www.audit.at/> (acedido em: 18 de Fevereiro 2008);
- **ECO-it** é um software simples, de fácil compreensão e utilização, que permite representar produtos complexos e respectivos ciclos de vida, em pouco tempo. Esta ferramenta calcula o fardo ambiental do produto e quais as fases do ciclo de vida que mais contribuem para esta responsabilidade ambiental. Inclui uma base de dados de materiais e processos com os indicadores de impacto ambiental originários da metodologia Eco-Indicator'99, em pontos Eco-Indicadores (Pt). O valor de 1 Pt representa um milésimo da carga ambiental anual média de um habitante europeu (Goedkoop, 2000). Internet: <http://www.pre.nl/eco-it/default.htm> (acedido em: 18 de Fevereiro 2008);
- **EcoScan** da TNO Industrial Technology é um software que permite analisar o impacto ambiental e o custo de um produto, tomando em consideração todas as fases do ciclo de vida do produto. No formulário de *Product Life Cycle* (Ciclo de Vida do Produto – CVP) podem ser especificados todos os aspectos relevantes do produto relativamente a, por exemplo, fase da produção, utilização ou eliminação. O preenchimento dos formulários é definido de acordo com as etapas, sendo possível defini-las. Desta forma, é possível analisar as etapas do ciclo de vida de um produto que se deseja. Posteriormente são atribuídos pontos ambientais aos aspectos relevantes, para expressar em pontuação o impacto

ambiental do produto. Pode-se em alternativa escolher o modo automático e neste caso, a folha é automaticamente preenchida. Os resultados são apresentados graficamente permitindo calcular os melhoramentos do produto. Internet: <http://www.tno.nl/> (acedido em: 15-02-2008);

- **EIO-LCA** (*Economic Input-Output Life Cycle Assessment*) é um software Web que possibilita perceber os impactos ambientais dos produtos e serviços. Este método abrange a expansão das tabelas convencionais económicas de *input-output* com os índices sectoriais apropriados do impacto ambiental. Estes podem então ser utilizados para analisar economicamente os impactos ambientais das mudanças na saída dos sectores industriais seleccionados. Internet: <http://www.eiolca.net/> (acedido em: 18 de Fevereiro 2008);
- **eVerDEE** é uma ferramenta de rastreio Web para a Avaliação do Ciclo de Vida para as Pequenas e Médias Empresas Europeias. A sua vantagem assenta na adaptação dos requisitos ISO 14040, oferecendo as funções de forma simples e clara, mas com uma base científica sólida (Schischke, 2005). Internet: <http://www.ecosmes.net> (acedido em: 14 de Fevereiro 2008);
- **GaBi** é um software para desenvolver o equilíbrio do ciclo de vida. Fornece suporte através da gestão de uma enorme quantidade de dados e através da reprodução do ciclo de vida do produto. Esta ferramenta fornece soluções para problemas diferentes relativamente a custos, critérios ambientais, sociais e técnicos, optimização de processos e gestão da representação externa do utilizador neste campo (Schischke, 2005). Internet: <http://www.gabi-software.com> (acedido em: 14 de Fevereiro 2008);
- **SimaPro** (*System for Integrated Environmental Assessment of Products*) é uma ferramenta de ACV que permite recolher, analisar e monitorizar a performance ambiental dos produtos e serviços. O utilizador pode modelar e analisar ciclos de vida complexos, de forma sistemática e perceptível de acordo com as recomendações ISO 14040. Contem bases de dados com variadíssimos processos e com os principais métodos de avaliação de impactos (Schischke, 2005). Internet: <http://www.pre.nl/simapro/> (acedido em: 14 de Fevereiro 2008);

- **Team** (*Tools for Environmental Analysis and Management*) é um software para ACV que permite ao utilizador criar e utilizar uma grande base de dados e trabalhar qualquer sistema relativo a operações associadas a produtos, processos e actividades. Permite descrever qualquer sistema industrial e calcular o inventário do ciclo de vida associado e potenciais impactos ambientais de acordo com os standards da série ISO 14040. Internet: [http://www.ecobalance.com/uk\\_lcatool.php](http://www.ecobalance.com/uk_lcatool.php) (acedido em: 18 de Fevereiro 2008);
- **Umberto** é um software que representa, calcula e visualiza sistemas de fluxo de energia e material. É utilizado para analisar os sistemas dos processos, tanto na produção como na empresa, ou durante o ciclo de vida do produto. Os resultados podem ser avaliados através da utilização de indicadores de performance ambiental e económica. Permite a incorporação de informação de custo para materiais e processos de forma a suportar decisões de gestão (Schischke, 2005). Internet: <http://www.umberto.de/en/> (acedido em: 14 de Fevereiro 2008);
- **IDEMAT** é uma base de dados desenvolvida para os designers pela *Environmental Product Development* da faculdade de Industrial Design Engineering na Delft University of Technology. É uma ferramenta de selecção de materiais com base em indicadores ambientais e com informação técnica sobre materiais, processos e componentes apresentadas em palavras, números e gráficos, sempre com ênfase na informação ambiental. Permite procurar e comparar informação sobre materiais, processos e componentes para além de permitir a pesquisa a materiais que obedeçam aos critérios do utilizador (Schischke, 2005). Internet: <http://www.io.tudelft.nl/research/dfs/idemat/index.htm> (acedido em: 12 Fevereiro 2008).

A matriz seguinte compara as características gerais, os resultados, a qualidade dos dados e das bases de dados, a sua aplicação assim como apresenta uma apreciação global das ferramentas descritas nesta secção, com o objectivo de perceber que tipo de softwares existem e qual a suas reais capacidades como adjutores do processo de desenvolvimento de ecoprodutos (tabelas 28, 29 e 30).



Características Gerais			Resultados		Dados/Base de dados	Apreciação Global	Aplicação							
Nome / Versão	Desenvolvimento	Software/ Método	Avaliativo/ Descritivo/ Criativo	Descrição dos resultados apresentação/visualização	Qualidade dos dados e das bases de dados	Vantagens e Desvantagens	Utilizadores	Nível de especialização	Aplicação dentro do processo de design – indicação de solução preferida	Aplicável a produtos e serviços	Avaliação Técnica	Avaliação Ambiental	Avaliação Económica	Avaliação Social
<b>Gabi 4</b>	Institute for Polymer Testing and Polymer Science da Universidade de Stuttgart e PE Europa GmbH.	Software e Gestão de Base de Dados	Avaliativo	Valores quantitativos (inventário, categorias de impacto ou avaliação de categorias), tabela de inventário, suporte gráfico, função de exportação (e.g. para Excel)	Boa qualidade, conjuntos de dados transparente (documentação), vasta gama de dados, abrange diversas áreas da indústria e do mercado (e.g. automóvel, electrónica, construção, recursos renováveis, materiais plástico, metais, minerais, energias, transportes fim de vida / reciclagem).	Gestão da BD flexível e bem estruturada; fácil importação/exportação; Consórcio IKP/PE apoia GaBi há mais de 10 anos e é um dos maiores grupos mundiais em ACV; formação em software ACV sob pedido.	Engenharías, arquitectura, empresas de consultoria, institutos, universidades, laboratórios de investigação.	Nível básico de informática; conhecimentos de engenharia para análise e representação de sistemas complexos.	Sim (através de parâmetros de processo/plano/global e análise de parâmetro/cenário; Indicador de solução disponível.	Sim	Modelagem de processos técnicos pré-requisito	ACV, vários métodos de avaliação dos impactos, indicadores	Integração total dos aspectos económicos [Custos do Ciclo de Vida (CCV)]	Integração de aspectos sociais relativos à unidade funcional ( <i>Life Cycle Working Time</i> Ciclo de Vida do Tempo de Trabalho)
<b>Simapro 7</b>	PRé Consultants	Software	Avaliativo	Resultados ICV, perfil AICV (especificação por substâncias e processos) visualização em árvore, análise da contribuição do processo.	Disponíveis numerosos dados de diferentes bases de dados; qualidade variável.	Em contínuo desenvolvimento; fácil aplicação do rastreio ACV; modelagem do sistema complexa e difícil devido à estrutura predefinida e à ausência de apoio gráfico (menos transparência e exactidão); vários idiomas disponíveis.	Engenharías do ambiente, especialistas em ACV.	Nível elevado de conhecimento em ACV (Scripts para utilizadores inexperientes).	Comparação de cenários possível, mas não existe uma análise de função flexível que apoie o processo de design. Indicador de solução disponível.	Estrutura de modelação predefinida (montagem / ciclo de vida / eliminação / desmontagem / reutilização) torna difícil a aplicação	Cenários de modelação da montagem, ciclo de vida e eliminação / desmontagem / reutilização; Ausência de fluxos de ligação entre processos, torna a modelação flexível mas aumenta a imprecisão	ACV	Não	Não
<b>TEAM 4.0</b>	Ecobilan S.A. (Price Waterhouse Coopers)	Software	Avaliativo	Tabelas de inventário, resultados AICV com apoio gráfico.	Boa qualidade	Gestão pouco flexível da BD por causa da separação do Explorer e do Editor do Sistema; Obtenção de resultados requer mais etapas (inventário / instantâneos /exercícios); Funções de exportação /importação pouco flexíveis	Engenharías do ambiente, especialistas em ACV.	Nível elevado de conhecimento em ACV.	Disponível análise de cenário e variáveis de processo/globais; Indicador de solução disponível.	Sim, mas limites do sistema nos produtos e serviços são difíceis	Sim	ACV	Não	Não

Tabela 28: Matriz comparativa das características das ferramentas Gabi 4, Simapro 7 e Team 4.0



Características Gerais			Resultados		Dados/Base de dados	Apreciação Global		Aplicação						
Nome / Versão	Desenvolvimento	Software/ Método	Avaliativo/ Descritivo/ Criativo	Descrição dos resultados apresentação/visualização	Qualidade dos dados e das bases de dados	Vantagens e Desvantagens	Utilizadores	Nível de especialização	Aplicação dentro do processo de design – indicação de solução preferida	Aplicável a produtos e serviços	Avaliação Técnica	Avaliação Ambiental	Avaliação Económica	Avaliação Social
<b>Umberto 5</b>	IFU - Institute for Environmental Informatics Hamburg GmbH	Software e Gestão de Base de Dados	Avaliativo e Descritivo	1. Descrição qualitativa: possibilidade de representar uma matriz relativa ao impacto ambiental pelo qual o material é responsável. 2. Descrição quantitativa. 3. Tabela de Inventário 4. Ajuda Gráfica 5. Possibilidade de importação /exportação com outras aplicações.	Muito boa qualidade, com uma ampla gama de dados.	Apoio do Institute for Environmental Informatics, Hamburg e pelo Institute for Energy and Environmental Science, Heidelberg.	Especialistas ambientais, engenharia de processos, profissionais em ACV. Os resultados podem ser utilizados por gestores, investigadores e consultores.	Não é exigida experiência aprofundada mas conhecimento em engenharia ajuda. Não é exigida formação (software fornecido com tutorial), mas é recomendada.	Possível dentro da restrição de dados disponíveis	Sim, mas podem surgir problemas na definição dos limites do sistema.	Modelação de processos técnicos.	1. ACV 2. Propriedades ecológicas dos materiais são utilizadas para os Sistemas de Avaliação do Impacto	Integração total dos aspectos económicos [Custos do Ciclo de Vida (CCV)]	Integração de aspectos sociais relativos à unidade funcional ( <i>Life Cycle Working Time</i> Ciclo de Vida tempo de trabalho)
<b>ECO-it</b>	PRé Consultants	Software	Avaliativo	Representação gráfica e numérica dos impactos de diferentes etapas do ciclo de vida através da utilização de dados ICV. Apresenta impactos gerais e impactos relativos de diferentes etapas do ciclo de vida. Apresenta ainda impactos relativos de diferentes materiais e componentes.	Boa qualidade. Utilização de bases de dados EcoIndicator	Relativamente simples de utilizar, apresenta uma boa explicação de séries de dados. Relativamente transparente e fácil de seguir a modelação. Falha no âmbito dos dados incluídos. Modelação de sistemas complexos é difícil. Muito barato.	Designers de produto e de embalagem	Não é exigida experiência aprofundada	Comparação de cenários possível. Indicador de solução disponível.	Estrutura de modelação predefinida difícil. (montagem, ciclo de vida e eliminação / desmontagem / reutilização.)	Cenários de modelação de materiais e montagem, ciclo de vida e eliminação / desmontagem / reutilização.	ACV com utilização das BD ecoIndicator.	Podem ser incluídos parâmetros diferentes como o custo.	Não
<b>ECOScan</b>	Turtle Bay para TNO – Institute of Industrial Technology	Software	Avaliativo	Valores quantitativos representados em <i>Milipoints</i> (unidade do Ecoindicador). Apresenta impactos gerais e impactos relativos de diferentes etapas do ciclo de vida. Apresenta ainda impactos relativos de diferentes materiais e componentes. Compara os produtos em gráficos circulares e de barras, diagramas de ciclo de vida e outros tipos de gráficos.	Disponíveis diferentes versões de bases de dados. Método utilizado entre o Ecoindicator 95 e Ecoindicator 99. Não contem todos os materiais e processos. Dados no geral de boa qualidade. Compatível com Ecoindicator, Ecoscan e IDEMAT.	Fácil de usar, com um <i>tutorial</i> que guia por etapas. Boa explicação das séries de dados. Relativamente transparente e fácil de seguir a modelação. Modelação de sistemas complexos pode ser difícil. Preço relativamente baixo. Bases de dados bastante geral. Algumas empresas desenvolveram as suas próprias BD (Philips), incluindo dados pormenorizados sobre materiais e processos.	Designers, engenheiros e gestores	Não é exigida experiência aprofundada	Comparação de cenários possível, mas não existe uma análise de função flexível que apoie o processo de design. Dados disponíveis apresentam restrições. Indicador de solução disponível.	Pretende ser apenas para produto. Pode ser eventualmente utilizado para serviços mas os limites do sistema dificultam	Cenários de modelação de materiais e montagem, ciclo de vida e eliminação / desmontagem / reutilização.	ACV com utilização das BD do ecoIndicator.	Integração total dos aspectos económicos [Custos do Ciclo de Vida (CCV)]	Não
<b>AUDIT</b>	AUDIT Graz, Áustria	Software	Avaliativo	Valores quantitativos, e monetários; Diagramas de Sankey de fluxos de substâncias e de fluxos monetários	Necessário um grande esforço para recolher e analisar dados, muitas vezes são necessários dados primários complementares.	Solução de software complexa; esforço grande para o utilizar.	Departamentos de ambiente e controlo, consultoria em engenharia		Possível a comparação de cenários diferentes de carga ambiental e de custos; sistema multi-indicador.	Sim, a estrutura do sistema pode ser definida pelo utilizador		Quantitativa e qualitativa	Sim, detalhada conforme o nível de análise de dados até aos subsistemas qualquer que seja a nível	Não

Tabela 29: Matriz comparativa das características das ferramentas Umberto 5, Eco-it, ECOScan e AUDIT



Características Gerais			Resultados		Dados/Base de dados	Apreciação Global	Aplicação							
Nome / Versão	Desenvolvimento	Software/ Método	Avaliativo/ Descritivo/ Criativo	Descrição dos resultados apresentação/visualização	Qualidade dos dados e das bases de dados	Vantagens e Desvantagens	Utilizadores	Nível de especialização	Aplicação dentro do processo de design – indicação de solução preferida	Aplicável a produtos e serviços	Avaliação Técnica	Avaliação Ambiental	Avaliação Económica	Avaliação Social
<b>EIOLCA</b>	Green Design Institute da Carnegie Mellon University	Software	Avaliativo	Valores quantitativos são apresentados como a soma total ou como a percentagem da contribuição de cada sector industrial envolvido.	Base de dados é baseada nos <i>input-output</i> da economia dos Estados Unidos. Resultados económicos são transferidos em parâmetros económicos pelos cálculos da matriz.	De fácil utilização. A análise é transparente pois o método baseia-se em dados disponíveis publicamente. Quando o <i>input-output</i> da matriz está preenchido a análise pode ser realizada em poucas horas, sem dados adicionais. É utilizado um modelo abrangente de toda a economia, que assegura toda a gama de efeitos directos e indirectos e as respectivas consequências ambientais. Relações indirectas e <i>feedback</i> entre os diferentes processos e sectores económicos podem ser incluídos directamente. Cargas ambientais limitadas a cerca de uma dúzia de bases de dados. Não incorpora a utilização dos recursos e cargas ambientais com o uso do produto, consumo final, e opções de fim de vida como re-fabrico, reciclagem ou eliminação.	Políticos, estratégias	Não é exigida experiência aprofundada		Não se destina	A nível agregado. A tabela <i>input-output</i> é dividida por sectores de actividade industrial.	Parâmetros seleccionados do inventário e impactos	Sim	Não
<b>eVerdEE</b>	ENEA e ERVET	Software	Avaliativo	Valores quantitativos numa matriz 5*5 (fases do ciclo de vida * preocupações ambientais); objectivos por parcelas para comparação de cenários.	Essencialmente baseada na elaboração da BD padrão do Simapro 3	Amigável; método simplificado baseado no conceito ACV; fácil de compreender a visualização dos resultados; adaptação de casos concretos pode ser difícil devido ao modelo predefinido e geral do ciclo de vida; apenas em italiano.	Pequenas e Médias empresas	Não é exigida experiência aprofundada	Resumo dos princípios de eco-design; análise de melhoria feita com listas de verificação; comparação de cenários é possível face aos objectivos.	Etapas do ciclo de vida predefinidas tornam difícil.	Manipulação de base de dados ainda não muito operacional, exibição gráfica apenas quando utiliza a BD separada dentro do software	Quantitativa e qualitativa; baseada em indicadores de AICV (análise do inventario do ciclo de vida)	Não	Não
<b>IDEMAT</b>	Faculdade de Design, Engenharia e Produção da Universidade de Tecnologia de Delft	Base de Dados	Descritivo	Representação gráfica de componentes, processos e materiais. Também inclui uma descrição escrita. Os materiais são classificados em diferentes tipos, como a cerâmica, metais ferrosos e não ferrosos, etc., que também são classificados em subcategorias. Por exemplo, para os metais ferrosos existem subcategorias: ferro fundido, aço inoxidável, elevado grau de aço, etc. Os processos e componentes são também classificados.	Limitado mas bem documentado.	Para uma utilização efectiva o utilizador deve ter conhecimentos dos princípios ACV e dos métodos para a caracterização e avaliação ambiental utilizados na ferramenta Simapro. Corre independentemente sem necessidade de programas adicionais. Possibilita adicionar ou alterar dados na BD, como materiais, processos e componentes, novas propriedades, tecnologias e aplicações, etc.	Técnicos	Não é exigida experiência aprofundada	Possível dentro da restrição de dados disponíveis.	Não se destina, mas é possível apesar dos limites do sistema tornarem difícil.	Sim	Sim	Sim	Não

Tabela 30: Matriz comparativa das características das ferramentas EIOLCA, eVerdEE e IDEMAT



### 3.3.3. Orientações / listas de verificação / manuais

O **Ecodesign Pilot** é uma ferramenta qualitativa que permite ao utilizador identificar facilmente medidas de eco-design que melhoram um produto. Estas medidas são apresentadas de forma inteligível para os designers de produto e podem ser implementadas imediatamente. É uma ferramenta *online*, acessível e amiga do utilizador, que tem uma base de conhecimentos com exemplos exemplificativos de eco-design e que desenvolve um amplo entendimento no contexto do desenvolvimento sustentável. Internet: <http://www.ecodesign.at/pilot/ONLINE/ENGLISH/> (acedido em: 14 Fevereiro 2008);

**Matriz MET:** este método orienta as relações entre as diferentes fases do ciclo de vida, os aspectos ambientais e outras questões relacionados com as empresas. O seu objectivo é reconhecer a obstrução ambiental principal dentro do ciclo de vida do produto e identificar quais as opções para o seu melhoramento ambiental. Consiste numa tabela com as fases do ciclo de vida: produção e distribuição de materiais e componentes, fabrico do produto final, distribuição para os clientes, utilização e fim de vida do produto. Para cada uma destas fases é atribuída a informação relativa ao *material cycle* – ciclo material (M), ao *energy use* - consumo de energia (E) e às *toxic emission* - emissões tóxicas (T). Na matriz, as intervenções ambientais estão agrupadas em três categorias: (1) - ciclo do material, (2) - utilização de energia, e (3) - emissão tóxica. A análise ao ciclo do material envolve factores como a escassez das matérias-primas e a sua renovação, a degradação da paisagem, a reutilização e reciclagem, a utilização de materiais reciclados, o tempo de vida do produto e a quantidade de materiais utilizados no produto. A análise ao consumo de energia diz respeito à energia gasta nos processos de produção, à energia absorvida pelo produto na sua fase de uso e aos conteúdos de energia dos diferentes materiais. Para a emissão tóxica, são listadas as emissões tóxicas que ocorrem durante as diferentes fases do ciclo de vida do produto. A figura 80 apresenta um exemplo de uma matriz MET (Brezet *et al.*, 1997).

		Ciclo do Material Input/ output	Utilização de Energia Input/ output	Emissões Tóxicas Output
	Produção e distribuição de materiais e componentes			
	Fabrico			
	Distribuição			
	Utilização	Operação		
		Manutenção		
	Sistema de fim-de-vida	Recuperação		
		Eliminação		

Figura 80: Matriz MET para a Análise Ambiental de Produtos (Brezet *et al.*, 1997)

O Método da Lista de Verificação de **Eco-Design ECM – Eco-Design Checklist Method** (fig. 81) foi desenvolvido no Institute for Engineering Design and Mechanical Handling da Universidade de Tecnologia de Viena, para implementar o eco-design na concepção de produtos.

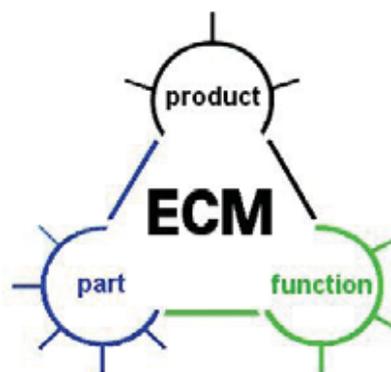


Figura 81: Estrutura ECM (Wimmer *et al.*, 2001)

O ECM consiste em três módulos: a análise às partes do produto, à função do produto e ao produto completo. Nestes três níveis, o ECM pretende assinalar as possibilidades de melhorar a concepção de um produto de acordo com as linhas orientadoras de eco-design de produtos. A proposta de melhoria de um produto assenta nos seguintes princípios:

- O produto vai ao encontro das necessidades do consumidor;
- O produto é económico;
- O produto é resistente;
- O produto é desmaterializável;
- O produto é reutilizável;
- O produto é reciclável.

Os resultados do ECM são apresentados graficamente e demonstram as mudanças desejáveis relativamente às partes do produto, à funcionalidade da estrutura e à concepção do produto de forma a reduzir os “custos ambientais” e o uso de recursos.

Seguidamente são apresentados os três níveis do ECM: a análise às partes do produto (figura 82), a análise à função do produto (figura 83) e a análise ao produto completo (figura 84).



**Figura 82:** Análise às partes do produto (Wimmer *et al.*, 2001)

A análise e avaliação às partes do produto obrigam ao desmantelamento do produto. Seguidamente as listas de verificação são aplicadas de forma a escrutinar se os componentes individuais estão conforme os requisitos do eco-design de produtos. Esta avaliação demonstra como melhorar os componentes através da aplicação e análise de oito critérios: material, produção, tempo de vida, funcionalidade, manutenção, reparação, desmontagem e reciclagem (fig. 82).

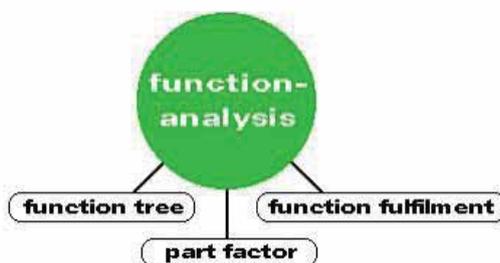


Figura 83: Análise à função do produto (Wimmer *et al.*, 2001)

A análise à função do produto determina qual ou quais as funções do produto que menos satisfazem os standards do eco-design de produtos. Estas funções servem como um ponto de partida importante para o futuro melhoramento do produto. Esta observação também serve para comparar os custos de fabrico e mostra tanto os custos ecológicos como os custos funcionais relacionados (fig. 83).



Figura 84: Análise ao produto completo (Wimmer *et al.*, 2001)

A análise ao produto mostra as possibilidades para melhorar o produto completo através da aplicação dos seguintes critérios: uso, funcionalidade, consumo, emissão e distribuição. Tal como na análise às partes do produto, a aferição ao produto também

aplica listas de verificação, mas inclui o produto completo para determinar as soluções possíveis. As novas concepções de produtos emergem da consideração das necessidades relevantes do utilizador/consumidor, mas estas necessidades apenas são consideradas quando têm grande potencial de reduzir o consumo de recursos e o ambiente (fig. 84).

A revisão da literatura demonstrou existirem variadíssimas listagens com recomendações e regras para a implementação do eco-design. Entre elas a da PRé Consultants que, para além da ferramenta SimaPro, do software ECO-it e da metodologia Eco-indicator, também desenvolveram uma listagem de regras qualitativas para o eco-design que segundo estes autores pode “*be characterized as results of life cycle thinking*”. Estas 10 regras são: “1 - *do not design products, but life cycles*; 2 - *natural materials are not always better*; 3 - *energy consumption: often underestimated*; 4 - *increase product life time*; 5 - *do not design products, but services*; 6 - *use a minimum of material*; 7 - *use recycled materials*; 8 - *make your product recyclable*; 9 - *ask stupid questions*; 10 - *become an O2 member!*” (PRé Consultants, 2007)

Existem ainda inúmeros softwares próprios das empresas, desenvolvidos em parcerias com centros de investigação e com universidades, como o software **The Green Advisor (GDA)** da Motorola (<http://www.motorola.com/> acedido em: 15-02-2008) utilizado amplamente dentro da empresa, o **ATROiD** da LG ([http://www.lge.com/about/environment/Eco\\_Design.jsp](http://www.lge.com/about/environment/Eco_Design.jsp) acedido em: 15-02-2008), que são versáteis, LEEDS da Tu Delft (<http://www.tudelft.nl/> acedido em: 15-02-2008) e **DORT** – Design Options Ranking Tool da CPAS (<http://cpas.mtu.edu/> acedido em: 15-02-2008) que são ferramentas para a análise de alternativas, e **CAGE** e **SAGE** da Research Triangle (<http://www.rti.org/> acedido em: 15-02-2008) e EcoTox da EPA (<http://cfpub.epa.gov/ecotox/> acedido em: 15-02-2008), que são ferramentas para a selecção de material, AMETIDE (Universidade da Califórnia (<http://greenmfg.me.berkeley.edu/green/SoftwareTools/SoftwareTools.html> acedido em: 15-02-2008), **DFMA** – Design for Manufacture and Assembly (BDI - Boothroyd Dewhurst, Inc.) que se centra na reciclagem e desmontagem, **EPD** – Environmental Program Management (EORM – Environmental and Occupational Risk Management (<http://www.eorm.com/index.asp> acedido em: 15-02-2008) e **EcoSearch** (Tu Delft

<http://www.io.tudelft.nl/research/dfs/service/ecosearch.html> acessado em: 15-02-2008) que se centram na informação legal e na regulamentação.

Para serem úteis ao processo de desenvolvimento do eco-design de produto estas ferramentas devem:

- Ser fáceis de aprender, compreender e utilizar;
- Incluir o conhecimento aceite, não trivial;
- Serem desenvolvidas para utilização por várias disciplinas;
- Contribuir para um processo de trabalho sistemático (Norell, 1992).

### **3.4. Desenvolvimento isolado de métodos e ferramentas para a prática do eco-design**

Apesar da quantidade de métodos e ferramentas para a prática do eco-design, assim como de abordagens de formas e meios para o executar e, de orientações do que é necessário para a sua correcta integração, parece existir um fosso entre quem desenvolve os métodos e ferramentas e os utilizadores presuntivos. Baumann *et al.*, (2002) realizaram uma revisão da literatura a aproximadamente 650 artigos de investigação, relativos a métodos e ferramentas na área do desenvolvimento de ecoproduto. Estes autores chegaram a várias conclusões: a maior parte das referências é conceptual; poucas referências descrevem a disseminação dos métodos e ferramentas, de como estes se comportam concretamente no desenvolvimento do produto e qual é realmente a utilidade destes métodos e ferramentas na redução efectiva do impacto ambiental dos produtos. Para além disto, concluíram que estes métodos e ferramentas são maioritariamente desenvolvidos em universidades e testados em estudo de casos de empresas. Tukker *et al.*, (2000) também suportam este ponto de vista em que muitas das ferramentas e métodos em eco-design são desenvolvidos por investigadores dentro das universidades e testados em casos de estudo de empresas. Nalguns casos, não existe sequer qualquer teste destes métodos e ferramentas na prática industrial (Tukker *et al.*, 2000)

Baumann *et al.*, (2002) concluíram ainda que existem muitas sugestões normativas com pouca relevância prática ou testes efectivos. Para além disto, referem que existiu uma superabundância no desenvolvimento de métodos e ferramentas de eco-design, e que as pessoas envolvidas nesta área, estão mais preocupadas em continuar a desenvolver novos métodos e ferramentas, do que a estudar os já existentes no sentido de os avaliar e melhorar, assim como de os validar como adequados ao processo de desenvolvimento de produtos.

Como referido pela Ecolife Network (2002), a *“choice of the right tool and/or method, for the right purpose, by the right person and at the right moment, is a critical issue, which should be fully 'incorporated' in a company's eco-design practices. It is essential to articulate design and design processes and to test them in real life to assess their robustness”*.

## **4. Estratégias de eco-design**

### **4.1. Determinação de estratégias de eco-design**

*“Eco-design strategies are environmental improvement strategies tailored to the specific product's context. Each product has certain impacts on the environments. Effective strategies attempt to minimize these impacts. Strategies can enhance other design options at the same time.”* (ISO/PDTR 14062, 1997).

Como observado anteriormente, todos os produtos contribuem para diversos problemas ambientais, e estes podem ocorrer em todas as etapas do ciclo de vida dos produtos. Diferentes tipos de produtos têm impactos distintos em diferentes etapas do seu ciclo de vida. Por exemplo, no caso de um banco de jardim, os maiores impactos ambientais encontram-se nas matérias-primas e no fim de vida/eliminação do produto, enquanto se estivermos a falar de produtos que consomem energia, como por exemplo os candeeiros de iluminação do espaço público, a fase de utilização representa a maior fasquia do impacto ambiental total do produto. No entanto, independentemente da etapa onde ocorre o impacto ambiental, grande parte deste é determinado na fase de concepção

(Design Council, 1997), onde os materiais são determinados e a performance geral do produto estabelecida. Para além disto, indústrias diferentes têm problemas ambientais diferentes, específicos das suas actividades, e conseqüentemente têm que abordar o eco-design com estratégias diferentes.

Para fazer face aos impactos ambientais dos produtos existem diversas estratégias directamente relacionadas com as diferentes etapas dos ciclos de vida dos produtos.

O conceito de ciclo de vida foi definido pela ISO 14040 (1997) como:

*“Consecutive and interlinked stages of a product system, from raw material acquisition or generation of natural resources to the final disposal”*

Os ciclos de vida podem ser divididos em (Brezet *et al.*, 1997):

- Extracção de matérias-primas;
- Produção;
- Distribuição;
- Utilização;
- Fim de vida.

Nesta secção é descrito um conjunto de estratégias de eco-design para otimizar cada etapa do ciclo de vida e respectivas estratégias específicas como uma abordagem ao ciclo de vida de um produto. A revisão da literatura revelou várias fontes que fornecem informação sobre a implementação de estratégias para melhorar a performance ambiental dos produtos, como as apresentadas por Keoleian e Menerey (1993), Brezet e Hemel (1997) e Thompson (1999), estratégias de natureza empírica e não teórica e que partilham uma estratégia subjacente comum. É também apresentada a abordagem de Gertsakis *et al.*, (1997) pois oferece uma abordagem directamente relacionada com cada etapa do ciclo de vida, factor importante para o desenvolvimento deste estudo.

A tabela 31 elenca as estratégias genéricas e as estratégias específicas apresentadas na obra *Life Cycle Design Guidance Manual* (Keoleian e Menerey, 1993).

Estratégias Genéricas	Estratégias Específicas
Extensão da vida do produto	Duração apropriada; Adaptável, fiável; Operacional (passível de manutenção, reparável); Re-fabricável, reutilizável.
Extensão da vida dos materiais	Tipos de material reciclado; Opções de reciclagem; Infra-estrutura, considerações de design.
Seleção dos materiais	Substituição, reformulação.
Reduzir a intensidade material	Nenhuma.
Gestão do processo	Substituição do processo (eficiência energética do processo, eficiência energética do material); Controle do processo; Melhoria do <i>layout</i> do processo; Controle do inventário e manipulação dos materiais; Planeamento de instalações; Tratamento e eliminação.
Distribuição eficiente	Transporte; Embalagem (redução da embalagem, substituição de materiais).
Melhoria das práticas de gestão	Gestão de escritórios; Eliminação de produtos de alto impacto; Seleção de fornecedores ou empreiteiros ambientalmente responsáveis; Fornecimento de informação (rotulagem, propaganda).

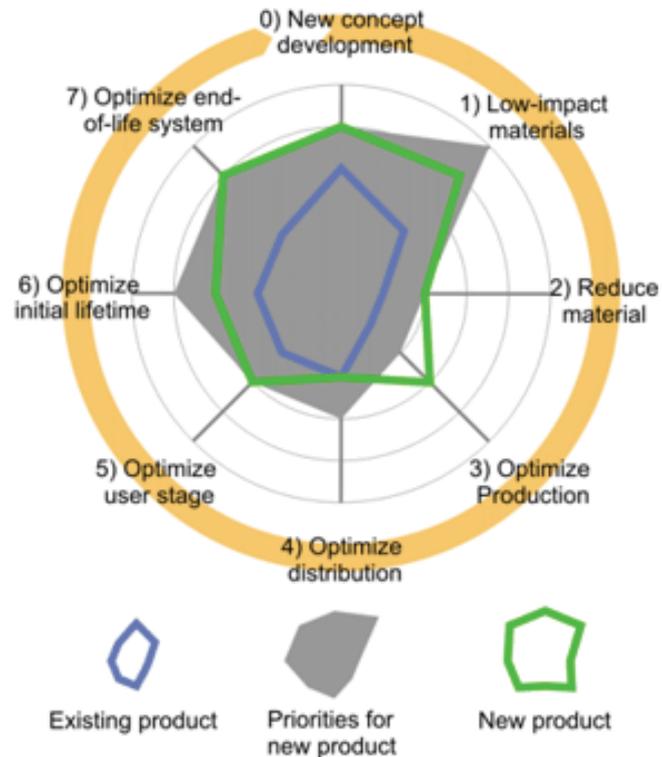
**Tabela 31:** Estratégias de Eco-design (Keoleian e Menerey, 1993)

A tabela 32 lista as estratégias genéricas e as estratégias específicas propostas por Brezet e Hemel (1997). Como se pode observar as estratégias genéricas são classificadas em níveis do produto: nível de componente do produto, nível de estrutura do produto e nível do sistema do produto.

	<b>Estratégias Genéricas</b>	<b>Estratégias Específicas</b>
–	@ Desenvolvimento de novo conceito	Desmaterialização Uso compartilhado do produto Integração de funções Optimização funcional do produto (componentes)
<b>Nível de componente do produto</b>	1. Selecção de materiais de baixo impacto	1.1 Materiais mais limpos 1.2 Materiais renováveis 1.3 Materiais de baixo conteúdo energético 1.4 Materiais reciclados 1.5 Materiais recicláveis
	2. Redução do uso de materiais	2.1 Redução no peso 2.2 Redução no volume (transporte)
<b>Nível de estrutura do produto</b>	3. Optimização das técnicas de produção	3.1 Técnicas de produção alternativas 3.2 Menor quantidade de fases de produção 3.3 Consumo menor e/ou mais limpo de energia 3.4 Menor quantidade de resíduos de produção 3.5 Menor e/ou mais limpos consumíveis de produção
	4. Optimização dos sistemas de distribuição	4.1 Embalagem menor e/ou mais limpa e/ou reutilizável 4.2 Modo de transporte energeticamente eficiente 4.3 Logística energeticamente eficiente
	5. Redução do impacto durante o uso	5.1 Menor consumo de energia 5.2 Fonte de energia limpa 5.3. Menor quantidade de consumíveis requeridos 5.4 Consumíveis mais limpos 5.5 Não desperdício de energia e/ou consumíveis
<b>Nível do sistema do produto</b>	6. Optimização do tempo de vida inicial	6.1 Durabilidade e fiabilidade 6.2 Reparação e manutenção mais fácil 6.3 Estrutura de produto modular 6.4 Design clássico 6.5 Forte relação entre produto-utilizador
	7. Optimização do sistema final de vida	7.1 Reutilização do produto 7.2 Re-fabrico e/ou remodelação 7.3 Reciclagem de materiais 7.4 Incineração mais segura

Tabela 32: Estratégias de Eco-design (Brezet e Hemel, 1997)

Estas estratégias partem da Roda de Estratégias de Eco-design (fig. 85) de Brezet e Hemel (1997), e ilustram o ciclo de vida do produto e o processo contínuo de design sustentável, levando-nos para um nível superior em cada ciclo.



**Figura 85:** Roda de Estratégias de Eco-design (Brezet e Hemel, 1997)

A tabela 33 lista as estratégias genéricas de eco-design propostas por Thompson (1999), em relação ao princípio subjacente a cada estratégia. Os princípios podem ser considerados medidas de implementação para empreender estratégias genéricas de eco-design.

Estratégias Genéricas	Princípios
<b>Gestão de materiais</b>	<p>Reduzir a quantidade de material em cada parte;  Prolongar a vida útil;  Sempre que possível especificar quais os materiais reciclados;  Especificar quais os materiais energeticamente eficientes na produção/serviço;  Especificar quais os materiais menos poluentes na extracção, produção, utilização e eliminação;  Especificar quais os materiais disponíveis que não degradam os recursos naturais já em decadência;  Especificar quais os materiais menos prováveis de serem afectados por nova legislação que poderá restringir a sua implantação, produção ou eliminação.</p>
<b>Reciclagem dos Materiais</b>	<p>Reduzir o número de materiais diferentes no produto;  Seleccionar materiais de fácil reciclagem;  Assegurar a facilidade de desmontagem;  Facilitar a identificação dos materiais.</p>
<b>Design para a Desmontagem</b>	<p>Reduzir a variedade de materiais no produto;  Consolidar as partes;  Reduzir o número de operações de montagem;  Especificar quais os materiais compatíveis;  Simplificar e standardizar os encaixes;  Identificar os pontos de separação entre as partes;  Especificar quais os adesivos a base de água;  Incorporar um esquema de identificação de materiais nas partes para simplificar a identificação.</p>
<b>Extensão da vida útil do produto</b>	<p>Criar documentação adequada aos utilizadores para reparação e manutenção;  Assegurar que o ciclo de vida seja ambientalmente óptimo;  Substituir as partes deterioradas;  Identificar as deficiências inerentes ao produto e re-projectar para evitar falhas prematuras;  Identificar perigos potenciais do produto associados ao final da sua vida útil e minimizá-los;  Utilizar princípios de Design para Desmontagem para facilitar o re-fabrico e a reciclagem das partes.</p>
<b>Utilização de energia</b>	<p>Reduzir o consumo de energia;  Reduzir as perdas de energia;  Escolher fontes sustentáveis de combustível.</p>

**Tabela 33:** Estratégias de Eco-design (Thompson, 1999)

A tabela 34 descreve a abordagem de Gertsakis *et al.*, (1997) às estratégias de eco-design assim como a relação de estratégias específicas, dentro de uma perspectiva bastante completa, e directamente relacionada com as várias etapas do ciclo de vida dos produtos.

Etapas do Ciclo de vida	Estratégias de Eco-Design	Estratégias Específicas
Extracção de matérias-primas	Optimização na utilização dos materiais	<p><i>Design para a conservação de recursos:</i>            Reduzir a utilização de materiais;            Utilização de materiais renováveis;            Utilização de materiais que não esgota os recursos naturais;            Utilização de materiais reciclados e recicláveis;            Utilização de resíduos de subprodutos.</p> <p><i>Design para materiais de baixo impacto:</i>            Evitar materiais tóxicos e perigosos;            Evitar substâncias nocivas à camada do ozono;            Utilização de material com baixo valor energético incorporado;            Utilização de material reutilizado e reciclado.</p>
Produção	Produção limpa	Design para uma produção mais limpa.
Distribuição	Distribuição eficiente	Design para uma distribuição eficiente.
Utilização	Utilização/ Processo Limpo	<p>Design para a eficiência energética;            Design para a conservação de água;            Design para a redução do consumo;            Design para uma utilização/processo de baixo impacto;            Design para uma fácil manutenção e reparação;            Design para a durabilidade.</p>
Fim de Vida	Optimização do Fim de Vida	<p>Design para a reutilização;            Design para o re-fabrico;            Design para a desmontagem;            Design para a reciclagem;            Design para a eliminação segura.</p>

**Tabela 34:** Estratégias de Eco-design com Perspectiva de Ciclo de Vida (Gertsakis *et al.*, 1997).

Gertsakis *et al.*, (1997) propõem, dentro de cada estratégia, uma série de medidas que favorecem a sua aplicação num novo design ou no redesign de um produto já existente. Para uma melhor compreensão da sua aplicabilidade são sumariamente descritas as estratégias específicas.

## **4.2. Estratégias de eco-design Gertsakis *et al.*, (1997)**

### **4.2.1. Etapa 1 – Extracção de matérias-primas**

A extracção das matérias-primas e o seu respectivo processamento é a primeira etapa no ciclo de vida de um produto. Nesta fase as estratégias para reduzir os impactos ambientais dos produtos podem ser divididas naquelas relativas à conservação dos recursos e naquelas que utilizam recursos de baixo impacto.

O objectivo do **Design para a conservação de recursos** é projectar produtos de modo a que contenham o mínimo de massa de material ou mesmo nenhuma, que utilizem recursos renováveis ou materiais reciclados ou recicláveis. Para tal é necessário:

- Utilização mínima de material: a redução do peso é um dos objectivos críticos no design de um produto. Reduz o custo de produção industrial, os custos associados ao transporte, poupa recursos e energia, e contém menos material no final de vida.
- Utilização de recursos renováveis: os recursos renováveis incluem aqueles que provêm de fontes animais ou vegetais de crescimento sustentado, como a madeira, papel, cartão, plástico à base de amido ou açúcar, tintas à base de soja ou corantes vegetais, entre outros. Relativamente às energias renováveis encontram-se a solar, a hídrica, a do vento e a das marés.
- Utilização de materiais que não esgota os recursos naturais: as madeiras, por exemplo, devem ser provenientes de florestas certificadas e sustentadamente exploradas e devem-se evitar as madeiras das florestas tropicais ou subtropicais.

- Utilização de materiais reciclados e recicláveis: existe uma série de materiais vulgarmente utilizados que podem ser utilizados na forma de reciclados, como o aço, o alumínio, o papel, o cartão, o plástico, a borracha e o vidro, entre outros. A utilização de materiais reciclados pode salvar recursos naturais e energia. Para além disto, os produtos podem também utilizar materiais recicláveis, que não são só tecnicamente recicláveis mas para os quais existe um sistema viável de recolha e de reprocessamento no local.
- Utilização de resíduos de subprodutos: os resíduos de um processo podem muitas vezes ser utilizados como um material bruto para outro processo (Gertsakis *et al.*, 1997).

O objectivo do **Design para materiais de baixo impacto** é projectar produtos que utilizem materiais sustentáveis e/ou que tenham a menor pegada ecológica<sup>102</sup>. A selecção de materiais é parte integral no design de qualquer produto físico, e esta escolha tem uma consequência potencial no impacto ambiental desse produto ou processo. Para tal é necessário:

- Evitar materiais tóxicos e perigosos: estes materiais podem causar danos graves na saúde e no ambiente como envenenamento, problemas respiratórios, cancro, danos no sistema nervoso ou malformações congénitas. Entre eles encontramos o chumbo, o mercúrio, o cádmio, o arsénico, o crómio, o níquel, o selénio, o flúor, o estanho, o cobre, o cobalto, os fenóis, produtos químicos perturbadores do sistema endócrino e solventes orgânicos clorados.
- Evitar substâncias nocivas à camada do ozono: a utilização dos hidroclorofluorocarbonos (HCFCs) em substituição dos clorofluorocarbonos (CFCs), têm um potencial de depleção do ozono muito menor. Contudo, os hidrofluorocarbonetos (HFC) e hidrocarbonetos (como o propano e o

---

<sup>102</sup> Pegada Ecológica: conceito desenvolvido por William Rees e Mathis Wackernagel, autores do livro *Our Ecological Footprint - Reducing Human Impact on the Earth* (1996), que expressa a área produtiva equivalente de terra e mar necessária para produzir os recursos utilizados e para assimilar os resíduos produzidos por uma dada unidade de população.

pentano), que não afectam a camada do ozono, são actualmente os refrigerantes preferidos.

- Evitar ou minimizar a produção de gases com efeito de estufa: entre eles encontram-se o dióxido de carbono, o metano, o óxido nitroso, o monóxido de carbono, os compostos voláteis orgânicos não-metanos, os perfluorocarbonetos e os HFCs.
- Utilizar material com baixo valor energético incorporado: considerar a energia utilizada directa ou indirectamente para produzir um material (já incorporada no material) (Gertsakis *et al.*, 1997).

#### 4.2.2. Etapa 2 - Produção

A etapa 2 do ciclo de vida de um produto – produção – é a materialização do próprio produto, ou seja, a sua construção até ao momento em que está disponível para ser distribuído e posteriormente utilizado. Nesta fase as estratégias para reduzir os impactos ambientais dos produtos passam por um design que optimize o processo de fabrico.

O objectivo do **Design para uma produção mais limpa** é projectar produtos que possam ser fabricados de forma a causar o mínimo eco-impacto. Esta estratégia encontra-se directamente relacionada com a ‘produção limpa’, que começou por se centrar apenas nos impactos ambientais da fase de produção, mas que actualmente abarca uma perspectiva mais abrangente que inclui a melhoria da eficiência produtiva e a redução do risco para a humanidade e o ambiente. Estas estratégias compreendem a redução do desperdício, a reciclagem, a optimização do fluxo material e a redução do consumo energético.

O Design para uma produção mais limpa compreende estratégias que reduzem os impactos ambientais durante a fase de produção do ciclo de vida do produto. Entre estas encontram-se:

- Melhorar o controlo dos processos de fabrico e melhorar as práticas operacionais;

- Eliminar processos de desperdícios através de modificações na produção e substituição de material;
- Reduzir o consumo de energia;
- Reduzir a variedade de materiais e seleccionar materiais e processos de baixo impacto;
- Concentrar e separar os materiais (incluindo a água) para reutilização no processo ou como um subproduto, em vez de os misturar e conformar para serem eliminados como resíduos;
- Efectuar mudanças nas técnicas produtivas incluindo a simplificação de montagens, a automatização de processos e a introdução de novas tecnologias quando adequado;
- Realizar uma contínua monitorização ambiental e gestão ambiental sistematizada (Gertsakis *et al.*, 1997).

#### 4.2.3. Etapa 3 – Distribuição

Na etapa 3 do ciclo de vida de um produto – distribuição – o objectivo do **Design para uma distribuição eficiente** é projectar produtos de forma a poderem ser transportados/distribuídos com o mínimo eco-impacto. Neste sentido, as estratégias são:

- Redução do peso do produto e da sua embalagem: reduzir o peso de um produto traduz-se em menos energia requerida para o seu transporte. Seleccionar materiais robustos e leves e projectar *packs* pode reduzir o material das embalagens primárias. Considerar embalagens reutilizáveis e/ou embalagens recicláveis.
- Assegurar que a embalagem de transporte é reutilizável e/ou reciclável: o impacto ambiental da embalagem de transporte pode ser reduzido através da redução de recursos (peso leve), da projecção de embalagens reutilizáveis ou recicláveis.
- Escolha de um sistema de transporte eficiente (Gertsakis *et al.*, 1997).

#### 4.2.4. Etapa 4 - Utilização

A etapa da utilização pode representar um impacto negativo muito significativo no total do ciclo de vida do produto. Nesta fase as estratégias para reduzir os impactos ambientais dos produtos e otimizar a utilização, incluem o design para a eficiência energética, o design para a conservação da água, o design para a redução do consumo, o design para uma utilização/processo de baixo impacto, o design para uma fácil manutenção e reparação e o design para a durabilidade.

O objectivo do **Design para a eficiência energética** é projectar produtos de forma a consumirem a mínima quantidade de energia durante a sua utilização, pois os produtos que consomem energia durante a fase de utilização têm um impacto muito significativo no ambiente. Para se obter níveis elevados de eficiência energética no design de produtos é necessário:

- Procurar sinergias;
- Procurar desperdícios;
- Projectar para operações a cargas parciais;
- Projectar para uma série de condições (e não apenas para os testes instituídos);
- Planear para uma melhoria contínua da eficiência;
- Utilizar a modelação em computador para apoiar os trabalhos de campo e laboratório (Gertsakis *et al.*, 1997).

Para além de se projectar para reduzir o consumo energético dos produtos também se pode projectar para utilizar outras fontes energéticas que se encontram inesgotavelmente no ambiente que nos rodeia. Estes tipos de abordagem são mais sustentáveis e um modo mais eficiente de transformação de energia. Isto poderia ser através da utilização da potência solar, através da transformação de força motriz humana em energia eléctrica ou de trabalho humano em energia mecânica que poderia posteriormente ser transformada em energia eléctrica.

O objectivo do **Design para a conservação de água** é sempre o de reduzir o consumo da água, na produção, utilização e reutilização, sendo que muitos dos princípios acima referidos também se aplicam à conservação de água. A água deveria ser sempre recuperada e reutilizada. Para além disto, o modo como os consumidores utilizam um produto também é crítico: a colocação de etiquetas de eficiência energética e de poupança de água encorajam o consumidor a comprar o produto mais eficiente, tendo atenção, no entanto, à necessidade de ser imprescindível educar e ensinar o consumidor a utilizar o produto da forma mais eficiente (Gertsakis *et al.*, 1997).

O objectivo do **Design para a redução do consumo** é projectar produtos para que utilizem a menor quantidade possível de consumíveis durante a utilização. A quantidade de produtos acessórios consumidos durante a utilização deverá ser minimizada, como por exemplo, detergentes, filtros de café, baterias, *toner*, tinteiros de impressoras, etc. (Gertsakis *et al.*, 1997).

O objectivo do **Design para uma utilização/processo de baixo impacto** é projectar produtos para que emitam quantidades reduzidas de potenciais poluentes durante a utilização. Os produtos podem emitir substâncias perigosas durante a utilização, como por exemplo, compostos voláteis orgânicos (CVOs) das pinturas ou outros produtos que possam conter solventes, gases de equipamento eléctrico e electrónico, etc. É necessário seleccionar materiais livres de substâncias voláteis e projectar sem emissões nocivas (Gertsakis *et al.*, 1997).

O objectivo do **Design para uma fácil manutenção e reparação** é projectar produtos que assegurem uma limpeza, manutenção e reparação fácil e em tempo útil. Desenhar o produto para que necessite de pouca manutenção, indicar como pode ser aberto para limpeza ou reparação, referir quais as partes que necessitam de ser limpas ou reparadas e de que forma; mencionar que partes ou sub-componentes têm de ser inspeccionados devido ao desgaste rápido. Tornar a localização do desgaste do produto detectável para que a reparação ou substituição possa acontecer a tempo. Colocar as partes que sofrem desgaste rápido perto umas das outras e com um acesso fácil para que as

reparações/substituições sejam facilmente realizadas. Os componentes mais vulneráveis deverão ser fáceis de desmontar para reparação ou substituição (Gertsakis *et al.*, 1997).

O objectivo do **Design para a durabilidade** (extensão ou optimização da vida do produto) é projectar produtos de forma a prolongar muito a sua vida útil. Tipicamente o design para a durabilidade pode ser alcançado através dos processos de design convencionais (por exemplo, especificar materiais com propriedades de fadiga superiores, utilizar menor impacto físico e mecanismos de menor carga, etc.). A durabilidade do produto também pode ser prolongada através da identificação e eliminação de potenciais pontos fracos no design, especialmente nas partes operacionais e assegurando que é projectado para o uso pretendido, e que não será utilizado indevidamente. Para além disto, é necessário projectar de forma a permitir futuras actualizações e modernizações aos produtos (Gertsakis *et al.*, 1997).

#### 4.2.5. Etapa 5 - Fim de Vida

A consideração da etapa do final de vida no design de um produto é de extrema importância no total do ciclo de vida do produto. Nesta fase as estratégias para reduzir os impactos ambientais dos produtos e otimizar o seu fim de vida incluem o design para a reutilização, o design para o re-fabrico, o design para a desmontagem, o design para a reciclagem e o design para a eliminação segura.

O objectivo do **Design para a reutilização** é projectar produtos reutilizáveis, pois tendem a ter um impacto ambiental inferior aos produtos de uma só utilização. O design para a reutilização requer:

- Garantir que o produto é suficientemente forte para resistir a repetidas recolhas, tratamentos, lavagens (se necessário) e reutilizações/recargas;
- Processos de limpeza que permitam assegurar que as normas sanitárias e de higiene sejam cumpridos para a produção de alimentos, bebidas e produtos de cuidados pessoais;

- Uso de etiquetas de molde em vez de etiquetas de papel e de plástico (que podem ser lavadas ou acidentalmente removidas) (Gertsakis *et al.*, 1997).

O objectivo do **Design para o re-fabrico** é projectar produtos para serem novamente utilizados, ou seja, depois do primeiro consumidor ter acabado de utilizar o produto, este poderá ser remodelado e vendido novamente como ‘quase novo’ ou poderá ser desmontado e os componentes utilizados para criar um novo produto de igual valor ao produto original. O re-fabrico também permite evitar lixo pois pressupõe a recolha de produtos usados, a sua desmontagem, substituição ou remodelação de componentes danificados, a montagem e a revenda. Outras das formas, passa por desenhar produtos que suportem o seu aluguer (em que o produtor tem sempre um alto envolvimento/controlo do produto durante o seu ciclo de vida) em vez de serem vendidos (em que o envolvimento do produtor acaba à porta da fabrica) (Gertsakis *et al.*, 1997).

O objectivo do **Design para a desmontagem**<sup>103</sup> é projectar produtos para que as matérias-primas possam ser facilmente recuperada. No final de vida, os produtos necessitam de ser desmontados para que os diferentes materiais possam ser separados para serem reciclados, reutilizados, reparados ou re-fabricados. O design para a desmontagem envolve a consideração de temas de design implicitamente relacionados com o conceito de ‘design para a simplicidade’:

- Reduzir o número de materiais e componentes separados;
- Evitar colas, agrafos metálicos e parafusos;
- Projectar os fixadores em material compatível com as peças que liga ou une;
- Projectar os pontos de ligação e as junções para que sejam facilmente acedidas;
- Projectar o produto como uma série de blocos ou módulos;

---

<sup>103</sup> A desmontagem é actualmente de extrema importância dentro da esfera industrial devido à crescente legislação sobre a recolha e tratamento de resíduos nomeadamente de produtos eléctricos e electrónicos.

- Utilizar símbolos de identificação no molde para resinas plásticas (baseado na ISO 1043);
- Localizar as partes não recicláveis numa área em que possam ser rapidamente retirados e descartados (Gertsakis *et al.*, 1997).

O objectivo do **Design para a reciclagem** é projectar produtos para que as matérias-primas utilizadas na sua construção possam ser facilmente recuperadas. A reciclagem está intimamente ligada com a recuperação de material (dos resíduos) para que este possa ser reutilizado. O material reciclado reduz a necessidade de utilizar material virgem e ao mesmo tempo conserva os recursos naturais e poupa energia e recursos que, de outra forma, seriam necessários para extrair materiais utilizáveis desses recursos naturais (por exemplo, a energia e os recursos associados à extração / transformação / produção / transporte). O design para a reciclagem deverá permitir que os materiais utilizados num produto possam ter uma utilização secundária no fim de vida, seja para o mesmo produto seja para um produto diferente (Gertsakis *et al.*, 1997).

O objectivo do **Design para uma eliminação segura** é projectar produtos para serem descartados seguramente no ambiente no final do seu ciclo de vida. Os produtos que contêm materiais tóxicos deverão ser etiquetados com instruções para a sua descontaminação e eliminação (Gertsakis *et al.*, 1997).

### **Síntese Conclusiva**

O relatório Brundtland, mais conhecido pela definição do conceito de desenvolvimento sustentável, também faz advertências para uma nova abordagem ao design e à produção, através da definição de orientações para um sistema de produção que considere a base ecológica e a procura contínua de novas soluções. Estas recomendações aumentaram o interesse dos países, governos e empresas pelas questões ambientais, tornando-se a protecção ambiental uma condição estratégica na indústria em geral. A protecção e conservação do ambiente constituem hoje uma questão social básica e um dos principais desafios da agenda política de vários países. Existe consenso que as mudanças climáticas têm uma influência impressionante no desenvolvimento e qualidade de vida e

na conservação dos recursos naturais do nosso planeta. Realidades como o aumento do nível de emissões de gases com efeito de estufa, a deterioração da camada da estratosfera de ozono, a desertificação, desflorestação e o empobrecimento dos solos, a constante perda de biodiversidade, entre outras têm um grande impacto na nossa pegada ecológica.

Os desafios ambientais globais impõem um modo de pensar radical, na enunciação de critérios de design orientativos para o desenvolvimento de produtos e serviços sustentáveis. Na realidade a equipa de design tem uma grande influência nos impactos ambientais totais dos produtos, pois grande parte destes impactos é determinada nas fases de concepção. Para responder a estas questões surgiram uma série de propostas sob diversas denominações, como eco-design, eco-inovação, design verde, desenvolvimento de ecoproduto, design para a sustentabilidade, design sustentável de produto, design ambiental, design ambientalmente consciente, design do ciclo de vida, design para 'X' em que 'X' pode ser ambiente, re-fabrico, desmontagem, reciclabilidade, etc. Apesar de apresentarem diferenças na orientação estratégica, todos os conceitos têm o desígnio de reduzir o impacto dos produtos e serviços no ambiente. Ou seja, consideram a integração sistemática de ponderações ambientais na concepção e desenvolvimento de produtos, serviços ou sistemas.

Este estudo utiliza o conceito de eco-design pois tende a ser o mais amplamente utilizado na indústria e no meio académico, e também o que reúne maior consenso. As outras denominações tendem a ter conotações particulares ou a referir-se a técnicas e áreas de design especializadas, sendo o eco-design o termo mais genérico e susceptível de se adequar ao eco-design de candeeiros de iluminação para o espaço público.

O objectivo do eco-design é evitar ou reduzir os impactos ambientais significativos em todas as fases do ciclo de vida de um produto, desde a obtenção de matérias-primas, concepção e produção, até à distribuição, uso e eliminação após o fim de vida útil, sem comprometer os outros requisitos do produto. A consideração do ciclo de vida de um produto significa que todos os *inputs* (energia, água, matérias primas, etc.) e *outputs* (lixo, emissões, etc.) são tomados em consideração durante as diferentes fases do ciclo

de vida. Estes impactos podem ocorrer a nível local ou global, podem ser de curto ou médio prazo, e oscilarem entre significativos e pouco importantes.

O eco-design possui actualmente uma expressão muito forte, mas as preocupações com as questões ambientais desde sempre preocuparam a humanidade. Foi particularmente a partir da década de 80 do século passado, que os designers e arquitectos começaram a reflectir sobre as questões ecológicas na sua prática profissional, sobre as oportunidades e limites da intervenção projectual na redução dos problemas ambientais existentes. Os anos 90 expandiram a literatura e teoria em design e sustentabilidade, e apresentaram casos práticos que certificaram e exibiram melhorias através de abordagens de eco-design. Nesta década os produtos em si converteram-se no centro do debate, e a protecção ambiental tornou-se uma questão estratégica na indústria assim como na agenda política de vários países. Todas estas acções originaram uma série de directivas e legislação comunitária, especialmente nas indústrias das tecnologias de informação e electrónica, líderes na pesquisa e desenvolvimento em eco-design. Recentemente, os requisitos de sustentabilidade – equidade social e ética, vitalidade económica e equilíbrio ambiental do design de produto – começam a reclamar uma abordagem mais radical e a necessidade de inovação relativamente à prática actual do eco-design, de forma a catalisar uma mudança para uma sociedade sustentável.

O interesse pelos processos metodológicos de desenvolvimento de produto surge nos anos 1950, sendo que a primeira geração de métodos e metodologias de design procurou uma aplicação sistemática, racional e científica de métodos numa procura contínua para atingir o óptimo. Posteriormente, procuram-se alcançar soluções satisfatórias e percebe-se que o designer não poderia constituir o ser todo-poderosos no processo. Avança-se para um sistema participativo e argumentativo em que os designers são parceiros em todo o processo.

A definição de eco-design torna indispensável a consideração de todo o ciclo de vida dos produtos e serviços, mas as questões ambientais não devem adquirir prioridade sobre os outros requisitos do projecto. Questões de funcionalidade de um produto ou factores económicos são exemplos de requisitos que terão sempre uma prioridade

superior às exigências ambientais, pois sem existirem clientes a comprar uma função e as companhias a terem lucro, não existirá mercado, qualquer que seja o requisito ambiental. Neste sentido, os requisitos de ambiente ao serem integrados no processo de desenvolvimento de produto têm de coexistir, lado a lado, com todos os outros requisitos e constrangimentos de um processo de design.

A revisão da literatura e a comparação efectuada da metodologia *clássica* de Pahl e Beitz (1998), e os processos de eco-design de Brezet *et al.*, (1997) e da ISO TR 14062, demonstraram que a estrutura básica do processo de desenvolvimento de produto não muda quando são integradas as exigências ambientais. Contudo, o ambiente acrescenta, efectivamente, novos aspectos às etapas envolvidas no desenvolvimento de produto. Conforme se demonstrou, a integração de considerações ambientais nas fases iniciais do processo é essencial para o êxito do eco-design e até mesmo para o desenvolvimento do produto em geral. Contudo, as ferramentas para avaliar o impacto ambiental de novos produtos nas primeiras etapas de design são muito incertas, uma vez que a informação disponível é difusa. Por conseguinte, quando os designers têm maior liberdade para projectar um produto novo com reduzido impacto ambiental, não possuem os instrumentos correctos para o avaliar. Nas fases iniciais apenas se lida com ferramentas genéricas e qualitativas, enquanto nas fases finais já se podem utilizar ferramentas quantitativas mais precisas.

Numa realidade prática, as metodologias de desenvolvimento de produto variam de empresa para empresa, conforme o tipo de organização e de equipa de design e, dependendo das suas necessidades e requisitos específicos, a integração do eco-design também difere respectivamente. No geral, as empresas empregam uma combinação individual de abordagens e ferramentas nos seus métodos de desenvolvimento de produto, não existindo uma abordagem universal na integração dos aspectos ambientais neste processo. Todavia, existem características comuns necessárias às metodologias de design de ecoprodutos para tornar efectivo o eco-design como: a integração das questões ambientais durante o desenvolvimento de produto, a intervenção numa fase inicial do design e a procura de uma melhoria contínua.

A necessidade de integrar os requisitos ambientais no processo de desenvolvimento de produto promoveu o aparecimento de uma série de métodos e ferramentas de eco-design, com algumas similitudes e interacções entre eles, mas apresentando cada um a sua própria validação específica. Porém, apesar do avultado número de métodos de eco-design desenvolvidos, apenas um número reduzido é usado nas práticas industriais. Todas estas técnicas procuram avaliar e descrever o impacto ambiental dos produtos e serviços durante o seu ciclo de vida.

Estes métodos e/ou ferramentas podem ser classificadas em dois grupos de acordo com o seu objectivo, os métodos e/ou ferramentas de análise e os métodos e/ou ferramentas de melhoria, relacionados com os dois tipos principais de avaliação do ciclo de vida do produto, as avaliações quantitativas como a ACV que proporcionam informação detalhada, e as avaliações semi-qualitativas ou qualitativas como as listas de verificação e a matriz MET, que dão uma visão geral dos impactos ambientais sobre os quais deverão ser tomadas medidas.

As listas de verificação e as ferramentas de orientação são as mais inteligíveis e económicas, mas os resultados são tão variáveis que podem não ser esclarecedores nas várias tomadas de decisão. Para a tomada de decisão, a matriz MET pode ajudar uma equipa de projecto a centrar-se em todas as etapas do ciclo de vida do produto (verticalmente) e nos vários impactos ambientais (horizontalmente) que um produto tem nas etapas subsequentes do seu ciclo de vida, mas os resultados podem ser ambíguos. A ferramenta de ACV é aquela que apresenta resultados mais fidedignos mas, a maior crítica à sua utilização, assenta na quantidade de tempo exigida, na especificidade de conhecimento requerido e nos dados necessários para se conseguir uma análise metódica e completa.

Apesar de existirem actualmente um grande número de métodos e ferramentas disponíveis, permanece um grande fosso entre quem as desenvolve e os seus possíveis utilizadores. Para serem convenientes estas técnicas devem ser fáceis de aprender, compreender e utilizar, devem incluir o conhecimento aceite, não trivial, devem prever

a utilização por várias disciplinas de conhecimento e devem promover um processo de trabalho sistemático.

Na prática os métodos e ferramentas acima descritos divergem largamente nos impactos ambientais que consideram, nas etapas de design durante as quais podem ser utilizados, na informação necessária para os utilizar, nos resultados que podem ser obtidos (natureza, qualidade, incertezas, utilidade, etc.) e no tipo de pessoas capazes de os utilizar.

Os produtos têm impactos ambientais diferentes em cada etapa do seu ciclo de vida, que determinam quais as estratégias de eco-design que poderão minimizar ou eliminar esses impactos. A selecção dessas estratégias é crucial para melhorar o produto. É o conhecimento das características do produto que permite aos designers estabelecer, logo no início de concepção do produto, a estratégia de eco-design adequada à etapa do ciclo de vida. Além disso, a consciência das questões tácticas associadas às diferentes estratégias do ciclo de vida, torna necessária a melhoria da concepção dos produtos.

A investigação realizada aos métodos de selecção de estratégias de eco-design concluiu que existem vários factores críticos necessários para dar prioridade a uma estratégia de eco-design. Fundamentalmente, os critérios de decisão de qual ou quais as estratégias a aplicar no desenvolvimento de um eco-produto, devem considerar não só o aspecto ambiental mas também o aspecto comercial e de negócio. Nenhum designer irá aplicar a melhor estratégia de eco-design se forem necessários demasiados recursos da empresa para a sua aplicação. Outro factor crítico é a disponibilidade de uma análise *trade-off*, ou seja, uma abordagem sistémica para equilibrar as decisões entre tempo, custo e desempenho. Na maioria dos casos, uma única estratégia não será melhor para reunir todos os requisitos de eco-design fundamentais, sendo necessário a aplicação de diferentes estratégias de redução dos impactos ambientais para produzir resultados finais melhores.

Existem muitas sobreposições entre as estratégias de eco-design e grande parte são compatíveis entre si. A maioria delas reconhece que a melhor forma de otimizar a concepção de design global é ter alguém que entenda o design como um todo, com

autoridade e autonomia para dirigir o processo de desenvolvimento do produto adequadamente. Além disso, embora seja importante compreender cada aspecto do processo de design, não basta considerar cada um destes aspectos isoladamente pois não conduzirá a uma eco-solução bem integrada. É necessário um planeamento holístico do design e a compreensão da natureza interdependente de cada um dos aspectos do processo de planeamento.

Finalmente, nos últimos anos, a estratégia para diminuir o impacto ambiental dos produtos passa por reduzir a dependência nos produtos, acompanhando as necessidades de mercado existentes mas também as que vão surgindo. Ou seja, se o produto não necessita de ter uma forma física, e isto é especialmente verdadeiro se a forma básica do produto tem como base a informação, então este não deve ser fornecido como um objecto físico mas sim como um serviço.

Design de iluminação pública: uma matriz conceptual





A revisão do estado da arte revelou a inexistência de abordagens ao eco-design de candeeiros de iluminação do espaço público e indicou a necessidade de um instrumento de apoio integrado para o design destes artefactos, através de um processo abrangente de suporte à tomada de decisões ao longo do desenvolvimento projectual. Este capítulo apresenta uma das conclusões desta investigação, o modelo teórico - matriz conceptual - para uma abordagem ao design de candeeiros de iluminação do espaço público, com base nos resultados da investigação, ou seja, sobre os três quadros teóricos de referência apresentados nos capítulos 2, 3 e 4. Esta matriz representa a tradução e efectivação em conceitos operacionais das linhas teóricas desenvolvidas ao longo deste estudo.

## 1. Matriz conceptual

### 1.1. Matriz conceptual: especificação do domínio de aplicação e operacionalização

Este trabalho investiga e identifica os processos de eco-concepção e os métodos, ferramentas e estratégias de eco-design que podem ser integrados no processo de desenvolvimento e design de um candeeiro de iluminação do espaço público, e a importância da sua relação com o meio ambiente envolvente. Um candeeiro pode ser concebido e fabricado de variadíssimas maneiras, a questão é decidir qual é a melhor forma do ponto de vista ambiental e de contexto. Trata-se de uma abordagem em que o contexto ambiental urbano é tratado como parte integrante na configuração geral dos equipamentos nele presentes.

Os capítulos anteriores demonstraram a necessidade de adaptação de uma abordagem ao eco-design de candeeiros de iluminação associada à interpretação do contexto urbano. Este processo é justificado pelo impacto perceptivo, paisagístico e funcional destes elementos nos espaços pertencentes e caracterizados como meio urbano. Lecea (2000) [2006] sugere que os novos modelos de candeeiros devem considerar não só a parte funcional, mas também a importância do suporte e da própria luz na configuração dos espaços. Tal lógica facilita a compreensão dos aspectos configuracionais dos candeeiros de iluminação do espaço público assim como factores organizacionais no local. Como tal a criação de uma **matriz conceptual de design de candeeiros de iluminação para a sustentabilidade do espaço público**, possibilita observar todos os critérios inerentes ao eco-design do artefacto assim como analisar a interacção entre estes elementos e o seu contexto local. Esta matriz permite estabelecer as analogias entre a paisagem urbana

dos espaços públicos e o processo de intervenção do design na configuração dos candeeiros implantados naqueles espaços. Também alerta para a compreensão das prováveis consequências advindas desse processo em determinados contextos urbanos, que pode alterar os usos, as funções, as imagens culturais e os valores sociais atribuídos a cada lugar específico. A aplicação desta matriz tem como objectivo auxiliar no processo do projecto de design de candeeiros de iluminação destinados ao espaço público urbano.

Os três quadros de referência abordados forneceram a base teórica para definir os conceitos que permitiram a criação da matriz conceptual. Mas para desenvolver a matriz foi necessário traduzir a teoria em conceitos operacionais. Os requisitos de cada área foram assim transferidos para linhas de orientação que foram combinadas em conceitos. As secções seguintes apresentam este processo e o resultado do processo.

## 1.2. Prioritizar as estratégias de eco-design

As possibilidades futuras dependem das escolhas feitas no presente. Um dos requisitos para o futuro assenta na capacidade de se conseguir construir uma sociedade que integre os objectivos económicos, sociais, ambientais e culturais gerais, subjacentes à filosofia do desenvolvimento sustentável. A necessidade de alcançar o desenvolvimento sustentável representa actualmente um dos reptos mais prementes e desafiantes para a sociedade. De acordo com algumas estimativas, dentro dos próximos 50 anos, é necessário reduzir o impacto no ambiente para metade dos níveis actuais, o que coloca exigências ao mundo industrializado para aumentar a eco-eficiência para um factor 10<sup>104</sup>:

*“For improving decisively the chances of human survival on planet earth, the world-wide generation of welfare must be achieved by 2050 with a per capita ecological footprint of 1.8 ha, a per capita consumption of 5 – 6 yearly tons of non-renewable material resources, and an emission of CO2*

---

<sup>104</sup> O conceito de factor 10/Mips foi desenvolvido pelo Schmidt-Bleek, a partir de 1989. MIPS representa a entrada de material no ciclo de vida por unidade de serviço (utilitário ou valor derivado de um produto), sendo S/Mi uma medida para recursos de produtividade (Schmidt-Bleek, 2008).

*not exceeding 2 tons per year and person. These goals imply a manifold dematerialization in the western world, but will allow reasonable growth in many poorer countries” (Schmidt-Bleek, 2008).*

As emissões industriais, a poluição da água e do ar, o desenvolvimento urbano e a diminuição da diversidade biológica são alguns dos factores que ameaçam a sustentabilidade ecológica da terra, sendo que as tendências apontam para uma rápida e contínua degradação do ambiente a nível mundial. A indústria já começou a desenvolver programas e projectos para aumentar a eco-eficiência dos seus produtos. De facto, o elevado número de produtos considerados necessários para o funcionamento da nossa sociedade, afectam o equilíbrio ecológico do planeta: requerem recursos não apenas para os fabricar e utilizar, mas também quando chegam ao final de vida útil, e são ‘devolvidos’ ao sistema ecológico.

Com efeito, quase todos os produtos têm um impacto ambiental durante cada fase do seu ciclo de vida (extracção de matérias-primas, produção, distribuição, utilização e fim de vida) (Brezet *et al.*, 1997) e, é na fase de concepção e projecto que um grande número dos impactos ambientais dos produtos é determinado (Design Council, 1997). Para otimizar um produto do ponto de vista ambiental, é necessário compreender como esse produto afecta o ambiente. O objectivo principal dos designers é projectar produtos que preencham uma necessidade e forneçam benefícios ao consumidor/utilizador (Luttropp, 2006), para além de melhorar os produtos existentes. Se é necessário melhorar os produtos do ponto de vista ambiental, também é necessário fornecer aos designers esta oportunidade. A questão centra-se em saber como é que os designers e o processo de desenvolvimento de produto são afectados pela questão da integração dos aspectos ambientais no processo de desenvolvimento de produto.

A revisão da literatura demonstrou que a integração dos aspectos ambientais no desenvolvimento do produto tem que ocorrer com o mesmo grau de ponderação que todos os outros requisitos do desenvolvimento do produto, ou seja, os aspectos ambientais têm que ser considerados em paralelo com requisitos como a funcionalidade e o lucro da empresa (Luttropp e Lagerstedt, 1999).

O processo de design e desenvolvimento do produto não sofre grandes alterações com a integração das questões ambientais, o que é realmente novo para o designer é pensar em termos de ciclo de vida, ou seja, por exemplo, desenvolver um produto com propriedades que garantam o tratamento de fim de vida juntamente com todas as outras funções necessárias para a sua utilização. Como tal, os materiais e os processos devem ser escolhidos de acordo com as propriedades que assegurem a função e a qualidade, mas também devem ser seleccionados e avaliados segundo o seu impacto ambiental. Isto não significa necessariamente que existe uma diferença na forma como estes novos aspectos influenciam o desenvolvimento de produto, mas existe uma influência real sobre o trabalho dos designers na integração dos aspectos ambientais. Sherwin e Bhamra (1999) alegam que, para realizar a adaptação ambiental do produtos “*designers need to be involved in major decision making activities that shape product strategy, asking fundamental questions about nature and types of products being designed rather than simply dealing with the everyday design decisions of material specifications, function and aesthetics*”.

Na prática, a integração dos vários aspectos é alcançada através da colaboração de diferentes técnicos que representam diferentes valências – marketing, produção, design, etc., sendo que é sempre desejável no desenvolvimento de produtos uma equipa multifuncional, necessariamente com a inclusão de um especialista ambiental. De facto, os designers necessitam de “saber porquê” enquanto os especialistas precisam de “saber como”, ou seja, quais são as alterações reais relacionadas com o produto necessárias para atingir os objectivos ambientais (Ritzén, 2000).

A pesquisa também revelou que os produtos têm características diferentes que determinam as estratégias possíveis apropriadas aos impactos em cada fase do ciclo de vida, e essa determinação é necessária para melhorar o desempenho ambiental do produto. Neste sentido, o conhecimento das características do produto permite aos designers determinar a estratégia adequado ao ciclo de vida no início da concepção do produto. Para tal, é necessário utilizar ferramentas e métodos, que deverão ser seleccionados em conformidade com a necessidade específica da organização e ser implementados de forma ponderada e consciente (Ritzen, S., Lindahl, M., 2001).

Segundo Norell (1992), estes métodos e ferramentas deverão ser fáceis de aprender, compreender e utilizar, incluir o conhecimento aceite, não trivial, ser desenvolvidos para poderem ser utilizados por várias disciplinas, e contribuir para um processo de trabalho sistemático.

Os processos urbanos também desempenham um papel fundamental no progresso sustentável do planeta. Um dos mais importantes subsistemas ambientais é a configuração urbana, nesta os requisitos de iluminação do espaço público são tradicionalmente projectados para considerar as necessidades funcionais sem ponderar os aspectos ambientais. Na realidade, a iluminação do espaço público foi responsável por 10 % do consumo total de electricidade na Europa em 2006, o que corresponde a 2.000 bilhões de kWh e a 2.900 milhões de toneladas de emissões de carbono (International Energy Agency, 2008). Neste sentido, o design de candeeiros de iluminação para o espaço público desempenha um papel significativo na determinação dos impactos que pode vir a ter sobre o ambiente e outros recursos escassos. As decisões tomadas na fase de concepção dos candeeiros de iluminação para o espaço público, irão determinar quanta energia e matérias-primas irão ser utilizadas, quem irá usar e usufruir destes elementos, e em que lugares e que pessoas e actividades irão prosperar em determinado locais.

### **1.3. *McDonaldization* do mobiliário urbano**

Hoje em dia a tecnologia naturalizou-se: já não se trata apenas do produto em si, mas qual o modelo e se está actualizado: “*as nations have become more affluent, the role of the designer has changed from meeting needs to stimulating desires*” (Cooper, 1999). As empresas, através dos seus produtos, já não colmatam apenas as necessidades funcionais, mas também a imagem e o desejo (Luttrupp, 2006). Criar o desejo, por vezes, faz parte integrante no desenvolvimento do projecto do produto.

Actualmente o design está associado a uma questão de moda, de celebridade e de autoria. De facto, quando se começou a solicitar a personagens conhecidas do mundo do cinema ou do futebol para projectarem e criarem objectos produzidos industrialmente,

foi o início de uma associação prejudicial entre fama e conveniência. Também o seu papel sofreu alterações, o design deixou de ser anónimo: Philippe Starck é talvez o paradigma desta questão, o de designer *superstar* com a máxima visibilidade possível. Comparativamente a cadeia IKEA sente a necessidade de atribuir a autoria do design a um simples copo de água de 50 cêntimos. Igualmente a cadeia Habitat criou uma campanha chamada *Very Important Products*, onde vários designers foram convidados para projectar diversos produtos. Pode considerar-se mais como uma campanha de marketing do que uma resposta a uma necessidade real da sociedade. Mas qual é a cidade que não deseja ter paragens de autocarros projectadas por Norman Foster ou candeeiros de iluminação do espaço público desenhados por Philippe Starck? Como afirma Remesar (1997) a “*street, the square, the park, in fact the public space, they have been converted in the arena in which various cities compete to possess the copyright of the demiurges, of the better architects, sculptors, engineers, designers, etc.*”

Actualmente, as cidades para se afirmarem além fronteiras, são pressionadas a entrar neste tipo de marketing e promoção, também elas recorrendo ao “*expediente simplista do recurso a obras de arquitectos e artistas famosos, cuja necessidade ou adequação pode ser duvidosa, mas que se julga satisfazerem um imaginário de inovação e ‘glamour’ mediático, inerente ao autor em si*” (Brandão, 2008). Para Remesar (1997), é como se o “*urban space would be an immaculate, immense and endless autographs book in the one which the collector cities preserve and produce their value*”.

Paralelamente e relacionado com estas questões, encontramos o que Ritzer define como *McDonaldization* “*the process by which the principles of the fast-food restaurant are coming to dominate more and more sectors of American society as well as of the rest of the world*” (Ritzer, 1996). Ritzer refere-se aos princípios que este tipo de organizações utiliza e ao tipo de sistema organizativo de produção presente nestas instituições. Para este autor a *McDonaldization* afecta várias áreas para além do sector da restauração, como a “*education, work, the criminal justice system, health care, travel, leisure, dieting, politics, the family, religion, and virtually every other aspect of society*” (Ritzer, 1996). Esta teoria é muitas vezes vista como sintomática da convergência mundial, ao

basear-se na noção de que os princípios do restaurante de fast-food permeiam a organização da produção e do consumo a uma escala cada vez mais global.

A globalização cria estilos de vida comuns: comemos e vestimos todos o mesmo - Coca-Cola, McDonald, Nike - independentemente da cidade onde vivamos. Conduz à eliminação de todos os tipos de estilos de vida específicos, de línguas, de formas exclusivas e valores convencionais, para formar um único estilo de vida, um único padrão cultural e de consumo universal. Desta forma, desaparecem as diferenças entre os valores, os passados históricos, os sistemas económicos e, os produtos autóctones que não podem competir com marcas internacionais, são inevitavelmente prejudicados e por vezes eliminados. De facto, o fenómeno da globalização trouxe consigo uma homogeneidade e padronização cultural, que se estende ao espaço urbano de cidade e ao seu mobiliário urbano, assim como às práticas do design e da arquitectura. Actualmente os municípios escolhem elementos de mobiliário urbano através de catálogos, que foram desenhados em Barcelona, fabricados em França e são implantados em Portugal. De facto, as empresas para responder à tremenda pressão de produzir produtos originais, em pouco tempo e a baixo custo, viram neste campo uma possibilidade de continuidade.

Agora os elementos de mobiliário urbano são desenhados por projectistas de renome, produzidos em massa e distribuídos pelo mundo inteiro: o design assumiu um padrão uniforme, imiscuindo-se drasticamente na imagem das cidades e nas suas identidades culturais.

Mas se atentarmos nas declarações de designers como

*Mario Bellini: “we focused all our attention on the City (Rome and all the other cities), and designed street furniture, which is minimalist and easily identifiable. This furniture in no way strives to compete with the monuments of this historical city but, on the contrary, endeavours to blend with and enhance even the simplest landscapes of the outskirts of the newly built cities”*

*Phillip Cox: “understanding of the need to incorporate into the design, the essential qualities of life in Sydney, its openness, light and spontaneity”*

Martin Szekely: *"Street furniture is regarded by all of its users as belonging to them, both in a visual and a true sense; and thus my focus has, above all, been cultural. (...) It was not a question of making a new, more cleverly designed range, but of finding a new method of application, the true roots of street furniture - from the world of plants to all kinds of arborescent forms; from those painted by Guimard to those photographed by Blossfeldt; or from working along vertical lines as in the "Unending Kiosk" by Brancusi to those of gothic cathedrals. To stir the memories of those for whom the projects are intended is in itself a way of reaching them. In this sense, design takes on a new meaning; it is a gesture to others."*

Knud Holscher: *"In Denmark, where the urban landscape is of great importance, I wanted a line of furniture which was discreet and suited to the lifestyle but at the same time original and imposing. In doing so, I believe I have managed to capture the essence of the distinctive Nordic style."* (Acedido em: 6 de Dezembro de 2008, em: <http://www.jcdecaux.se/index2.php?m=4&id=1021>)

relativas a projectos de design de mobiliário urbano realizados para a J.C. Decaux, percebe-se uma genuína preocupação na integração destes elementos no espaço urbano e na preservação da identidade do contexto local. No entanto, os seus projectos são implantados no mundo inteiro. Será esta forma de estar no design – design global realizado por nomes internacionalmente reconhecidos - adequado a todas as cidades do mundo? Ou será que as cidades e os seus habitantes têm capacidade de absorver qualquer design?

#### **1.4. A estética do objecto e o contexto local – integração do artefacto no local**

A abordagem à história e evolução da iluminação do espaço público de Lisboa efectuada no capítulo 4, revela uma clara preferência por modelos exclusivos de candeeiros, propositadamente projectados para determinados locais. Esta aposta forte em modelos restritos para a cidade de Lisboa, apesar de quase sempre suplantados por outros projectos devido à crónica falta de verbas da municipalidade, revela que historicamente existia uma predisposição pela adequação do objecto ao seu contexto local. Zonas emblemáticas de representação da cidade como a Praça do Comércio e o Passeio Público, mais tarde Avenida da Liberdade, a Praça Marquês de Pombal, e muito mais tarde o Bairro de Alvalade receberam modelos exclusivos de candeeiros de

iluminação do espaço público. Também os bairros históricos de Alfama, Bairro Alto, Carnide, Benfica, Arco do Cego, etc., possuíram modelos uniformizados a partir do final de 1888, desenhados pela Companhia de Gaz de Lisboa. Estes desenhos com os *“typos das columnas, braços e lanternas para a iluminação publica ordinaria da cidade de Lisboa”* (AML-AC, Cx. 115/SGO, 13 de Dezembro de 1888) tornaram-se parte componente da paisagem urbana da cidade, dando origem à expressão *lanterna portuguesa* utilizada por vários historiadores, para identificar formalmente alguns dos candeeiros característicos da cidade. É certo que estes elementos têm uma clara influência francesa e também inglesa, mas tornaram-se símbolos da paisagem urbana, tanto no contexto urbano e arquitectónico, como na dimensão estética, histórica, social e cultural da cidade.

Outro dos exemplos, reveladores da importância da identificação com a estética do objecto, encontra-se nos recentes movimentos de cidadãos a favor da preservação dos primeiros candeeiros de ‘design’ modernista da capital, as colunas de marmorite dos anos 40. É notório nos comentários seguintes a noção de integração do objecto no contexto local:

*“Lisboa tem vindo a assistir na última década, (...) ao abate e substituição pela CML, de forma indiscriminada, de candeeiros, colunas e consolas de iluminação de época, em bom estado de conservação, ou recuperáveis, em zonas nobres da cidade como a envolvente à Avenida da Liberdade, São Bento, Lapa, Artilharia 1, Avenidas Novas, Calhariz, Calçada do Combro, Restelo, Areeiro, Alvalade, etc.; substituindo-os por material moderno, em chapa galvanizada, sem qualquer critério ou preocupação estética, nem respeito pela identidade ou integridade dos locais respectivos”* (Roseta, 2008).

*“(...) não está em causa a necessidade de remodelação da iluminação pública mas a falta de consideração pelos critérios históricos e estéticos que devem orientar este tipo de intervenções no espaço público e que, por isso, é de todo justo que a CML reconheça o valor estético, histórico e patrimonial que os candeeiros referidos têm não só no contexto da história do mobiliário urbano como da própria cidade, e ainda enquanto testemunho de uma época e característica singular de cada uma das áreas urbanas históricas consolidadas onde se inserem”* (Roseta, 2008).

*“A CML promove o abate de mobiliário urbano histórico - os primeiros candeeiros de design moderno da capital - e no seu lugar instala objectos*

*fracos e incaracterísticos. O que foi pensado para Lisboa dá lugar ao que se pode encontrar em qualquer zona industrial do mundo. Os novos postes de iluminação não estão de acordo com as características urbanas e arquitectónicas da Avenida de Madrid, ao contrário dos candeeiros originais” (Cidadania Lisboa, 2008).*

Para além da questão óbvia de salvaguarda do património histórico da cidade e da afinidade com o objecto em si, é manifesta também a preocupação com a questão da identidade do artefacto com o contexto local. De facto, a introdução no espaço público de elementos com uma linguagem única e universal que não caracteriza a cultura de nenhum local, não é percebida pelas suas comunidades como uma hipotética mais-valia. A superficialidade projectual com a qual é tratado o design dos candeeiros de iluminação do espaço público pode criar distorções na compreensão do conceito de *genius loci* ou *zeitgeist*, quando se pressupõe que este tipo de equipamento pode ser implantado em qualquer cidade, praça, rua ou beco, fazendo com que as referências urbanas de um determinado contexto sejam confundidas com as de outro.

### **1.5. Matriz conceptual**

As leituras anteriores atestam a relação muito próxima que os candeeiros de iluminação do espaço público têm com o seu utilizador e com o contexto urbano onde estão instalados. Conseguem assumir-se como uma entidade figurativa e produtora da forma e das vivências resultantes da respectiva apropriação, possibilitando o desenvolvido de um repertório formal, que define novos referenciais urbanos e a promoção de uma identidade em sintonia com o ambiente local. Não deveriam se entendidos como um objecto específico e autónomo, mas integrados numa ‘família’ que no seu todo, contribui para a sociabilização urbana, para o uso e usufruto dos espaços públicos, como receptáculo de aspirações e como suporte às relações transversais a toda a sociedade. Como tal, para além da satisfação dos requisitos funcionais e características de uso, estes elementos também podem designar um referencial simbólico entre o lugar, a paisagem e a cultura local.

Neste sentido, o projecto de candeeiros de iluminação do espaço público deve considerar, para além das questões relacionadas com o eco-design destes elementos

enquanto objectos que têm diversos impactos ambientais nas várias fases do seu ciclo de vida, os referenciais culturais, históricos e simbólicos dos lugares, de forma a contribuir na construção de um sentimento de lugar. Para tal, é necessário tomar em consideração, por um lado, todos os requisitos de projecto intrínsecos ao desenvolvimento de um candeeiro de iluminação para o espaço público, incluindo os ambientais, respectiva avaliação ao ciclo de vida e aplicação de eco-estratégias, e por outro, os aspectos tangíveis do contexto local com os seus elementos referenciais naturais e construídos, e os aspectos intangíveis como as imagens, as percepções e a cultura do lugar onde serão introduzidos.

No entanto, o projectista de mobiliário urbano não dispõe de requisitos metodológicos operativos que o possam ajudar no processo de design e desenvolvimento destes elementos, recorrendo muitas vezes a adaptações de metodologias existentes com objectivos divergentes. Deste modo, esta investigação propõe-se contribuir para o desenvolvimento do eco-design de candeeiros de iluminação do espaço público, observando o contexto local específico de implantação destes elementos como parte integrante do processo de design, através de uma matriz conceptual que estabelece fases que auxiliam e facilitam o processo de desenvolvimento de design destes eco-elementos no espaço público.

É muito importante abordar o design destes elementos com uma sólida perspectiva ambiental. Para tal é necessária a adopção de uma abordagem ao projecto, que facilite a comunicação dos requisitos ambientais à equipa de design, que complemente toda a outra informação do produto, como os objectivos formais e funcionais, de mercado, do consumidor, etc. A proposta da matriz conceptual pretende, desta forma, contribuir para este processo e para o desenvolvimento sustentável da nossa sociedade.

Na criação da matriz conceptual foram consideradas a filosofia do ciclo de vida do produto e as estratégias de eco-design, e também em paralelo, o contexto dos lugares, de acordo com os objectivos de desenho urbano enunciados por DETR/CABE, baseados nas teorias de Lynch e Alexander e numa significativa e abrangente revisão da literatura. Esta perspectiva exige um processo de planeamento integrado, idealmente contendo todas as ferramentas de concepção específicas - eco-design e concepção geral

- e respeitando a natureza inter-dependente do candeeiro de iluminação do espaço público com o seu contexto e respectivos objectivos de concepção urbana.

A matriz conceptual consiste assim na **Prioridade das Estratégias de Eco-Design** e na **Integração do Artefacto no Contexto**. Pelo seu carácter, requer uma abordagem ‘dupla’ mas paralela para projectar candeeiros de iluminação do espaço público: uma que considera relevantes os critérios de eco-design para o projecto de candeeiros de iluminação do espaço público - **Prioridade das Estratégias de Eco-Design** -, e outra que pondera o contexto no qual será colocado o candeeiro - **Integração do Artefacto no Contexto**. A figura 86 explica como esta ‘dupla’ abordagem pode ser realizada.

Para se estabelecer a estratégia adequada aos requisitos de eco-design de determinado candeeiro de iluminação do espaço público, é necessário avaliar todos os impactos ambientais durante o seu ciclo de vida. Os métodos e ferramentas de eco-design para avaliar os impactos ambientais dos produtos descritos no capítulo 4 deste trabalho são, portanto, um dos primeiros passos para estabelecer as estratégias ecológicas adequadas. Em a **Prioridade das Estratégias de Eco-Design** (fig. 86) os resultados das avaliações realizadas na etapa 1 irão fornecer os dados para escolher as estratégias correctas, tal como apresentado no passo 2, com vista a melhorar e reduzir os impactos ambientais de cada projecto de candeeiro de iluminação do espaço público.

No entanto, como demonstrado a aplicação das estratégias de eco-design num projecto de um candeeiro de iluminação do espaço público, por si só, não garantem a realização de um projecto ambientalmente consistente. É também necessária uma compreensão do contexto histórico, estético, social, económico e ambiental do espaço público para uma concepção sustentável integrada do projecto. Por esse motivo, na etapa 1 da **Integração do Artefacto no Contexto** (fig. 86) deverá ser efectuada uma apreciação ao contexto local de implantação do candeeiro. Os resultados desta avaliação irão fornecer os dados que vão informar quais os requisitos de contexto do produto, tal como apresentado na etapa 2. Como tal, o processo de **Prioridade das Estratégias de Eco-Design** corre em paralelo com a **Integração do Artefacto no Contexto** (fig. 86).

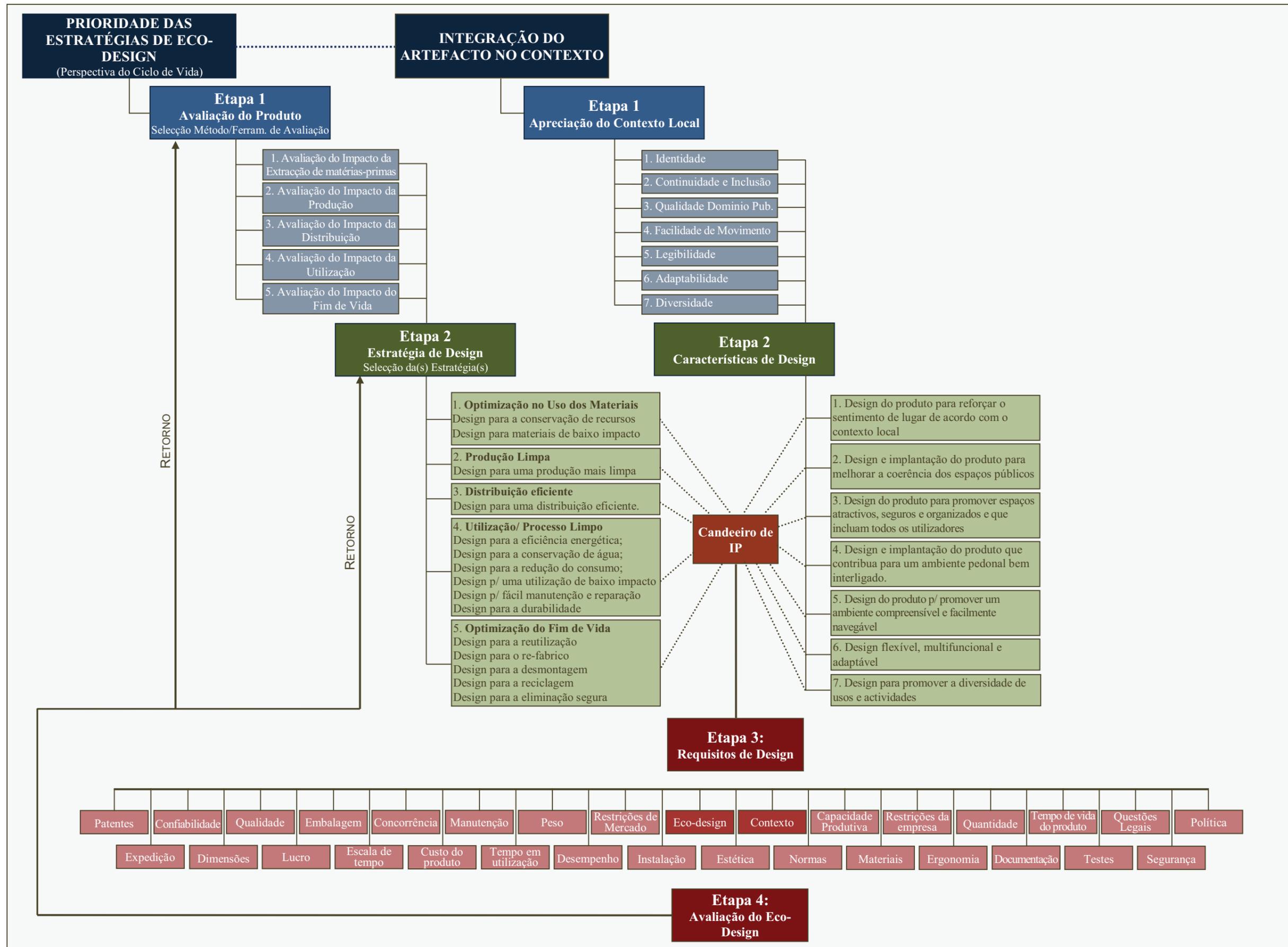


Figura 86: Matriz conceptual para o eco-design de candeeiros de iluminação do espaço público



Para reduzir o impacto ambiental dos candeeiros de iluminação do espaço público, é necessária uma análise às acções capazes de melhorar todas as fases do ciclo de vida da totalidade dos componentes deste produto. Isto é válido desde a fase de extracção da matéria-prima, passando pela fase de produção, distribuição e utilização, até à gestão dos resíduos gerados na última fase (fase de vida final). Neste sentido, o primeiro passo da **Prioridade das Estratégias de Eco-Design** (fig. 86) é escolher um método ou ferramenta de avaliação a fim de identificar onde ocorrem os principais impactos ambientais de cada fase do ciclo de vida do produto. A escolha do método de avaliação ou ferramenta é uma questão crítica e está dependente de muitos factores, como se explica no capítulo 4. A avaliação dos resultados desta primeira etapa, irá informar quais são as estratégias de eco-design capazes de minimizar ou eliminar os impactos ambientais do candeeiro no meio ambiente. Posteriormente, a equipa de design informada dos impactos ambientais associados a cada fase do ciclo de vida do produto, pode escolher as estratégias para reduzir o impacto ambiental, adequadas aos requisitos de eco-design dos produtos - etapa 2, **Prioridade das Estratégias de Eco-Design**. A observação e avaliação do produto final na fase do processo de concepção da etapa 4, **Avaliação do Eco-Design**, irá fornecer soluções para melhorar os métodos e ferramentas de avaliação e para acrescentar e adoptar novas estratégias de eco-design.

Paralelamente a esta abordagem ao projecto deverá ser realizada uma apreciação ao contexto local de integração do artefacto. Como observado os candeeiros de iluminação do espaço público têm uma relação muito forte com o seu ambiente imediato e podem afectar a forma como este é percebido e utilizado. Acima de tudo, podem influenciar o desenvolvimento sustentável global, conforme descrito no capítulo 4. No intuito de contribuir e reforçar a sustentabilidade dos lugares, deverá ser efectuada uma aferição ao contexto local, de acordo com os objectivos de desenho urbano anteriormente enunciados, como se pode observar na etapa 1 da **Integração do Artefacto no Contexto** (fig. 86). Na etapa 2, e de acordo com os resultados da avaliação do contexto, a equipa de design tem a informação adequada para definir os requisitos de contexto na concepção do seu produto.

A matriz realizada é assim apresentada como um processo de análise que procura definir quais são os requisitos responsáveis pela design e configuração de um eco-candeeiro e do seu ambiente, pois permite por um lado decompor o processo de eco-design de candeeiros de iluminação para o espaço público, e por outro, possibilita investigar a relação dos componentes formais do candeeiro e do seu meio envolvente e o seu sentido na configuração final do meio ambiente urbano. As secções seguintes traduzem em tabelas operacionais as directrizes equacionadas na matriz.

### **1.5.1. Prioridade das estratégias de eco-design (perspectiva do ciclo de vida)**

#### **Etapa 1: Avaliação do Produto**

##### Seleção do Método ou Ferramenta de Eco-design

Para incorporar os requisitos ambientais no design do candeeiro de iluminação do espaço público é necessário seleccionar as ferramentas e os métodos adequados à avaliação e descrição dos impactos ambientais durante o seu ciclo de vida. Estas ferramentas e métodos variam imenso em termos de complexidade, qualidade e de tempo para os compreender e aplicar, e não podem ser utilizados em cada situação ou etapa do processo de desenvolvimento de produto. Para além disto estão dependentes dos conhecimentos e capacidades da equipa de projecto.

Neste sentido, pode ser útil pensar nas questões básicas do produto, pois será relevante para perceber quais as possíveis principais questões ambientais:

- Qual o propósito ou aplicação do seu produto?
- Quais são os padrões comuns de utilização?
- Qual o tempo de vida projectado e o habitual?
- Quem é o utilizador? *Business-to-business* ou *business-to-consumer*?
- Qual a dimensão do produto? (Schischke, Hagelüken e Steffenhagen, 2005).

Neste caso, o poste ou coluna e os reflectores possuem um tempo de vida útil de cerca de 30 anos, as lâmpadas de mercúrio de alta pressão (HPL) cerca de 3 anos (12 000h), as lâmpadas de sódio de alta pressão (HPS) entre 3 e 4 anos (12 000 a 16 000h), as

lâmpadas de iodetos metálicos (MH) cerca de 3 anos (12 000h), os balastros electromagnéticos entre 20 a 30 anos e os electrónicos pouco menos de 15-20 anos (Kemna *et al.*, 2005). Para além disso, encontram-se ligados em média 4000h/ano. Como tal, o consumo de energia e a eficiência durante o uso serão um factor condicionante, a exigir componentes mais eficientes e um conhecimento das partes que promovem a poupança de energia durante a utilização. Igualmente o produto apresenta dimensões elevadas e é vendido a clientes empresariais - *Business to Business* -, existindo uma maior probabilidade de que o produto seja reutilizado e/ou reciclado. Neste sentido, é necessário um design que privilegie uma reparação desmontagem e reciclagem simples e acessível (Schischke, Hagelüken e Steffenhagen, 2005).

No entanto, para uma correcta avaliação do impacto ambiental de um candeeiro de iluminação do espaço público é necessário utilizar ferramentas e métodos que efectivamente avaliem todas as fases do ciclo de vida do produto: extracção da matéria-prima, produção, distribuição, utilização e fim de vida<sup>105</sup>. Estas ferramentas, qualitativas ou quantitativas, geralmente apresentadas em softwares ou em orientações escritas devem ser aplicadas aos principais componentes do candeeiro. Neste sentido, devem ser feitas avaliações independentes às lâmpadas<sup>106</sup>,

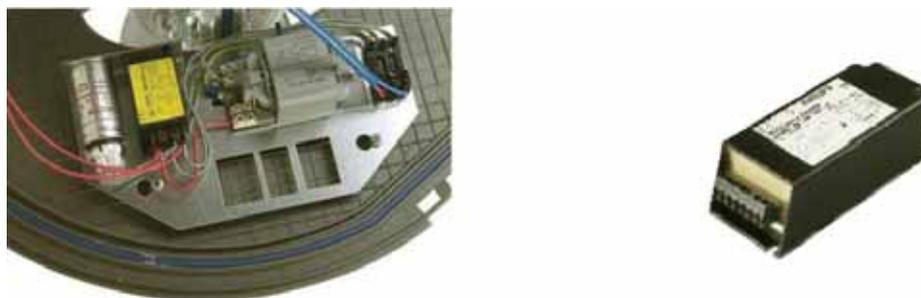


---

<sup>105</sup> De acordo com a directiva WEEE é da responsabilidade do fabricante a reciclagem e a eliminação da luminária, balastro, lâmpadas e outros componentes electrónicos.

<sup>106</sup> As lâmpadas são actualmente um dos componentes de regular substituição nas luminárias, pois apresentam uma vida útil média de 3 anos, enquanto as luminárias uma vida útil média de 30 anos. Os LEDs poderão alterar esta situação das fontes de luz, pois poderão durar tanto quanto as próprias luminárias. As *Solid State Lamps* (SSL ou LEDs) recentemente introduzidas no mercado acompanham as tendências de utilização de luz branca na iluminação pública. Actualmente só são utilizadas nos semáforos, pois são altamente eficazes em luzes coloridas, ao contrário da luz branca que apresenta um elevado custo para uma eficácia reduzida (Van Tichelen, 2007)

aos balastros<sup>107</sup>



e às luminárias



mas também aos vários tipos de suportes, como postes ou colunas e consolas. Normalmente a luminária é vendida separada do seu suporte de fixação ao espaço público, a coluna ou poste. Assim, estes últimos componentes podem ser considerados um grupo diferente, definidos na norma da serie EN 40, pois não estão dependentes de energia para funcionarem, nem originam, transferem ou medem energia. Contudo também são responsáveis por diversos impactos ambientais, nomeadamente através dos materiais e processos que utilizam. Para além dos componentes intrínsecos ao candeeiro de iluminação do espaço público, deve considerar-se também o tipo de base apta a receber estes artefactos.

---

<sup>107</sup> Cada tipo de lâmpada e potência respectiva necessitam do seu próprio balastro. Como consequência, é muito difícil mudar a potência da lâmpada ou o tipo de lâmpada assim que o balastro é instalado na luminária. A tendência actual de instalar balastros electrónicos ‘multi-watt’ e ‘multi-lâmpadas’, com maior controlo de potência e de brilho, pode facilitar a distribuição e armazenamento (Van Tichelen, 2007).

Como tal, a matriz conceptual origina a criação de uma primeira tabela que considera individualmente o impacto de cada componente – lâmpada, balastro, luminária, suporte e base - e cada etapa do ciclo de vida – extracção de matéria-prima, produção, distribuição, utilização e fim de vida. A tabela 35 resume que avaliações são necessárias realizar, permitindo assinalar que tipos de impactos ocorrem em cada componente do produto e em que fase, derivado da análise técnica realizada a equipamentos existentes.

<b>Etapas do Ciclo de vida</b>	<b>Impactos Lâmpada</b>	<b>Impactos Balastro</b>	<b>Impactos Luminária</b>	<b>Impactos Suporte</b>	<b>Impactos Base</b>
<b>Extracção de matérias-primas</b>					
<b>Produção</b>					
<b>Distribuição</b>					
<b>Utilização</b>					
<b>Fim de Vida</b>					

**Tabela 35 :** Matriz de aferição dos impactos ambientais dos principais componentes

## **Etapa 2: Estratégia de Design**

### Seleccção da(s) Estratégia(s) de Eco-design

A abordagem anterior permite definir que tipo de impactos ambientais ocorre e quais as estratégias a adoptar na fase seguinte. A partir daqui já é possível realizar o *eco-briefing* aos designers, que informa sobre os objectivos ambientais a alcançar, sem prejudicar a criatividade da equipa de design e orientando para a selecção das estratégias de eco-design mais apropriadas elencadas na tabela 36 derivada da etapa 2 da matriz conceptual.

As estratégias de eco-design são escolhidas em resposta ao *eco-briefing* tendo em consideração a melhoria dos impactos ambientais. É então executada uma análise às estratégias seleccionadas pelos especialistas da equipa, que avaliam os aspectos

tecnológicos, económicos e sociais que poderão estar envolvidos no produto final. Esta avaliação permite salientar os pontos fortes e fracos da cada estratégia, de modo que, através do desenvolvimento projectual, possam ser reforçados ou atenuados se necessário (tab. 36).

Estratégias Genéricas	Estratégias Específicas	Lâmpada	Balastro	Luminária	Suporte	Base
<b>Optimização na utilização dos materiais</b>	<b>Design para a conservação de recursos:</b>					
	Reduzir a utilização de materiais;					
	Utilização de materiais renováveis;					
	Utilização de materiais que não esgota os recursos naturais;					
	Utilização de materiais reciclados e recicláveis;					
	Utilização de resíduos de subprodutos.					
	<b>Design para materiais de baixo impacto:</b>					
	Evitar materiais tóxicos e perigosos;					
	Evitar substâncias nocivas à camada do ozono;					
	Utilização de material com baixo valor energético incorporado;					
Utilização de material reutilizado e reciclado.						
<b>Produção Limpa</b>	Design para uma produção mais limpa					
<b>Distribuição Eficiente</b>	Design para uma distribuição eficiente					

<b>Utilização/ Processo Limpo</b>	Design para a durabilidade					
	Design para a conservação de água;					
	Design para a redução do consumo;					
	Design para a eficiência energética;					
	Design para uma utilização/processo de baixo impacto					
	Design para uma fácil manutenção e reparação					
<b>Optimização do Fim de Vida</b>	Design para a reutilização					
	Design para o re-fabrico					
	Design para a desmontagem					
	Design para a reciclagem					
	Design para a eliminação segura					

**Tabela 36** : Matriz de Selecção das Estratégias de Eco-design

### 1.5.2. Integração do artefacto no contexto

#### Etapa 1: Apreciação do contexto local

A apreciação do contexto global vai aferir que tipo de espaço, para quê e para quem se destina. Para tal, a primeira tabela encontra-se organizada à volta dos objectivos de design urbano – identidade, continuidade e inclusão, qualidade do domínio público, facilidade de mobilidade, legibilidade, adaptabilidade e diversidade – que permitem perceber as características históricas/simbólicas, estéticas/formais, sociais, económicas e ambientais mais representativas (tab. 37).

Características	Históricas/ Simbólicas	Estéticas/ Formais	Sociais	Económicas	Ambientais
Identidade					
Continuidade e Inclusão					
Qualidade do Domínio Público					
Facilidade de Mobilidade					
Legibilidade					
Adaptabilidade					
Diversidade					

Tabela 37 : Matriz de Aferição das Características do Contexto Local

Esta aferição apresenta quais as particularidades mais expressivas de cada contexto local, informando os requisitos de design necessários à etapa seguinte.

## Etapa 2: Requisitos de design

A percepção e definição dos requisitos de contexto permitem projectar candeeiros de iluminação do espaço público que respeitem a história e simbologia, a estética e as características formais, os factores sociais, económicos e ambientais do lugar. Como tal, a aferição ao contexto do lugar da tabela anterior, produz a tabela seguinte de acordo com as características de design estipuladas na etapa 2 da matriz conceptual. Esta tabela permite estabelecer os requisitos de design de contexto adequados aos usos e necessidades dos seus utilizadores e ao próprio contexto local (tab. 38). Neste caso, a lâmpada, balastro e luminária foram agrupados pois são geralmente vendidos em conjunto, assim como o tipo de coluna e base, pois também funcionam juntos.

<b>Características Genéricas</b>	<b>Requisitos Específicos</b>	<b>Lâmpada Balastro Luminária</b>	<b>Suporte Base</b>
<b>Identidade</b>	Design do produto para reforçar o sentimento de lugar de acordo com o contexto local		
<b>Continuidade e Inclusão</b>	Design e implantação do produto para melhorar a coerência dos espaços públicos		
<b>Qualidade do Domínio Público</b>	Design do produto para promover espaços atractivos, seguros e organizados e que incluam todos os utilizadores		
<b>Facilidade de Mobilidade</b>	Design e implantação do produto que contribua para um ambiente pedonal bem interligado.		
<b>Legibilidade</b>	Design do produto p/ promover um ambiente compreensível e facilmente navegável		
<b>Adaptabilidade</b>	Design flexível, multifuncional e adaptável		
<b>Diversidade</b>	Design para promover a diversidade de usos e actividades		

**Tabela 38** : Matriz de Aferição dos Requisitos de Design de Contexto

### **Etapa 3: Integração dos requisitos de design**

Com base nas estratégias de eco-design seleccionadas e nos requisitos de contexto é definida a linha conceptual para o eco-design do candeeiro de iluminação para o espaço público. São considerados todos os requisitos inerentes a um projecto de design deste tipo. A revisão da literatura torna claro que é necessário manter o contacto da equipa multidisciplinar durante todo o desenvolvimento do eco-projecto para analisar e controlar o trabalho desenvolvido.

### **Etapa 4: Avaliação do eco-design: comparação com os resultados anteriores**

Nesta fase é efectuada nova avaliação com o mesmo tipo de ferramentas ao novo projecto do candeeiro através da tabela 35. Os resultados são comparados com os

anteriores, com o objectivo de perceber qual o grau de melhoria ambiental efectivamente introduzido no novo produto. A repetição da avaliação aos impactos ambientais do novo artefacto justifica-se pelo facto de qualquer alteração nesta fase ser substancialmente mais económica do que nas etapas finais, para além do facto de se poder retirar lições para futuros projectos, relativamente ao tipo de ferramentas de avaliação e estratégias de eco-design seleccionadas. Para além disto, possibilita manter um controlo efectivo dos resultados, pois permite introduzir as alterações necessárias atempadamente, de modo a aperfeiçoar e a encontrar a solução ideal, de acordo com os requisitos definidos no início do projecto e no *eco-briefing*.

A partir desta etapa desenrola-se o processo habitual no desenvolvimento de produtos industriais. São executados os últimos desenhos de preparação para a produção. O trabalho teórico é verificado através da realização de um protótipo do eco-candeeiro, onde se procura minimizar os erros finais e realizar as correcções necessárias. Derivado desta última análise e dependendo do tipo de empresa, avança-se para uma pré-série ou directamente para a produção em série.

### **1.6. Matriz conceptual e inovação de produto**

Esta abordagem não pretende apenas medidas correctivas no eco-design do candeeiro de iluminação do espaço público, mas uma atitude pró-activa de inovação do produto. Sherwin e Bhamra (1999) afirmam que o eco-design e os aspectos ambientais devem ser considerados a um nível mais estratégico dentro do processo de eco-design. Neste sentido, a matriz conceptual apresentada, leva provavelmente à melhoria ambiental decisiva no design dos candeeiros de iluminação para o espaço público, assumindo-se como uma estratégia de aperfeiçoamento dos requisitos ambientais de artefactos que vivem no espaço público e como um instrumento que permite capitalizar ideias para produtos futuros essencialmente inovadores.

As estratégias radicais de inovação ambiental dos produtos são difíceis de alcançar. Geralmente são objectivos a longo prazo, que requerem investimentos avultados e grandes esforços de investigação e desenvolvimento, longe da capacidade apenas das

empresas e dos designers. Stevens e Burley (1997) referem que são geralmente necessárias 3000 ideias toscas para se conseguir um “*substantially new commercially successful industrial product*”. Demonstram que 90% das ideias para novos produtos não saem da prancheta do seu criador, os restantes 10% avançam até uma fase pouco desenvolvida de projecto, dos quais apenas 3% se tornam projectos reais. Destes 3% de projectos, apenas 2% são alvo de verdadeiros esforços de desenvolvimento, 1% é lançado comercialmente e apenas 0,3% alcança sucesso comercial (Stevens e Burley, 1997).

Isto significa que, para cada radicalmente novo modelo de eco-candeeiro ter sucesso, é necessário iniciar 3000 projectos. É obvio que é irrealista para as empresas suportarem apenas este tipo de investigação e desenvolvimento de novos produtos. Neste sentido, o principal esforço das empresas a nível do design, deverá ser o de fomentar a optimização dos produtos do ponto de vista ambiental em termos de materiais, formas de energia, processos de produção, etc. A matriz conceptual apresentada vai neste sentido, permitindo porém que os designers gerem novas ideias de produto e que as acumulem, de forma a serem integradas em novos processos de desenvolvimento de produto. É um processo cíclico que informa as várias etapas das melhorias a introduzir no artefacto, pois permite reflectir sobre o produto – interações e impactos – e o contexto – actividades, experiências, ambientes – e relacionar directamente com os seus actores, ou seja, também se pode assumir como um instrumento para a inovação no produto.

### **Síntese conclusiva**

A investigação realizada comprova a necessidade de adaptação de uma abordagem ao eco-design de candeeiros de iluminação associada à interpretação do contexto urbano onde estes artefactos são instalados. Para além desta constatação, a revisão das várias interpretações e perspectivas existentes na bibliografia e da revisão à referência científica existente nestes domínios, revelaram a inexistência de abordagens específicas ao design de candeeiros de iluminação do espaço público e apontaram a necessidade de uma ferramenta de suporte integrada e suficientemente abrangente para o design destes

artefactos. Tais argumentos justificaram a criação de um modelo teórico, representado pela matriz conceptual, para uma abordagem ao design de candeeiros de iluminação do espaço público, que possibilita observar todos os critérios inerentes ao eco-design do artefacto, assim como, analisar a interação entre estes elementos e o seu contexto local.

Esta matriz permite determinar as afinidades entre a paisagem urbana dos espaços públicos e o método de intervenção do design na configuração dos candeeiros introduzidos naqueles espaços. Ou seja, para além das questões directamente relacionadas com as considerações ambientais no desenvolvimento de produto, também alerta para a compreensão das prováveis consequências advindas do processo de design em determinados contextos urbanos, que pode alterar os usos, as funções, as imagens culturais e os valores sociais atribuídos a cada lugar específico.

A matriz assenta nos fundamentos teóricos desta investigação, que foram traduzidos em conceitos operacionais que basearam a sua criação. Como tal, encontra-se estruturada em dois pilares fundamentais na abordagem ao design destes artefactos: priorizar as estratégias de eco-design e integração do artefacto no contexto. Pelo seu carácter, pressupõe uma abordagem ‘dupla’ mas paralela, ou seja, aquela que considera a filosofia do ciclo de vida do produto, a avaliação dos impactos e respectivas estratégias de eco-design, e outra, que decorre ao mesmo nível, que pondera o contexto dos lugares, de acordo com os objectivos de desenho urbano enunciados por DETR/CABE, baseados nas teorias de Lynch e Alexander e numa significativa e abrangente revisão da literatura.

Se por um lado os candeeiros de iluminação do espaço público, enquanto objectos em si, podem designar um referencial simbólico entre o lugar, a paisagem e a cultura local, por outro lado, também apresentam diversos impactos ambientais associados às várias fases do seu ciclo de vida. Neste sentido, justifica-se uma abordagem que dê prioridade ao processo de design que integre os critérios e estratégias ambientais adequadas ao eco-design de um candeeiro, ao mesmo tempo que respeita a integração deste artefacto no contexto local considerando os referenciais culturais, históricos e simbólicos de cada

lugar, de forma a contribuir na construção de um sentimento de lugar e no desenvolvimento sustentável global.

A primeira etapa, prioridade das estratégias de eco-design, pressupõe a selecção de um método ou ferramenta de avaliação que permite identificar em que fase do ciclo de vida do candeeiro é que ocorrem os principais impactos ambientais. Esta avaliação possibilita seleccionar, numa segunda etapa, as estratégias de eco-design capazes de minimizar ou eliminar os impactos ambientais do candeeiro no meio ambiente. Paralelamente e no mesmo patamar de importância no processo total, deverá ser efectuada, numa primeira etapa, uma apreciação ao contexto local de integração do artefacto de acordo com os objectivos de desenho urbano previamente estabelecidos. Dependendo dos resultados desta avaliação, são definidos numa segunda etapa, os requisitos de contexto para a concepção do candeeiro.

Como os elementos constituintes do candeeiro possuem tempos de vida útil muito díspares - a coluna e os reflectores cerca de 30 anos, as lâmpadas entre 3 e 4 anos (12000 a 16000h), os balastros electromagnéticos entre 20 a 30 anos e os electrónicos pouco menos de 15-20 anos - torna-se necessária uma avaliação individual a cada componente. Neste sentido, devem ser feitas avaliações independentes às lâmpadas, balastros, luminárias, suportes e bases como organizado nos quadros apresentados.

Os resultados destas apreciações vão fornecer respectivamente os requisitos de eco-design e de contexto, que juntamente com os outros requisitos habituais de projecto, nomeadamente a ergonomia, as normas, a segurança, o peso, as patentes, a embalagem, etc., irão definir, na etapa 3, a linha conceptual de desenvolvimento do candeeiro de iluminação para o espaço público. Na etapa 4 é efectuada uma nova avaliação aos possíveis impactos ambientais do novo produto. Os resultados são comparados com os anteriores, com o objectivo de perceber qual o grau de melhoria ambiental efectivamente introduzido no novo candeeiro. Esta verificação possibilita inserir atempadamente as alterações necessárias, de maneira a melhorar e a encontrar a solução ideal, de acordo com os requisitos definidos no início do projecto e no *eco-briefing*.

A matriz conceptual também possibilita considerar os aspectos ambientais a um nível mais estratégico dentro do processo de eco-design, o que permite capitalizar ideias para novos produtos. Constitui uma abordagem cíclica que informa as várias etapas das melhorias a introduzir no artefacto e relaciona directamente os diversos actores do processo de design.



Este capítulo ilustra a validação empírica do modelo teórico representado pela matriz conceptual, através da utilização do software ECO-it 1.3 e do estudo de caso do bairro de Santa Catarina. As razões desta aplicação na prática prendem-se, essencialmente, com o facto de todos os conceitos técnicos e teóricos dos capítulos anteriores se validarem num contexto real, que permite certificar ou não a objectividade da matriz. A aplicação numa realidade é, assim, necessária para se perceber se os resultados são válidos e generalizáveis, e se correspondem às expectativas teóricas da matriz.

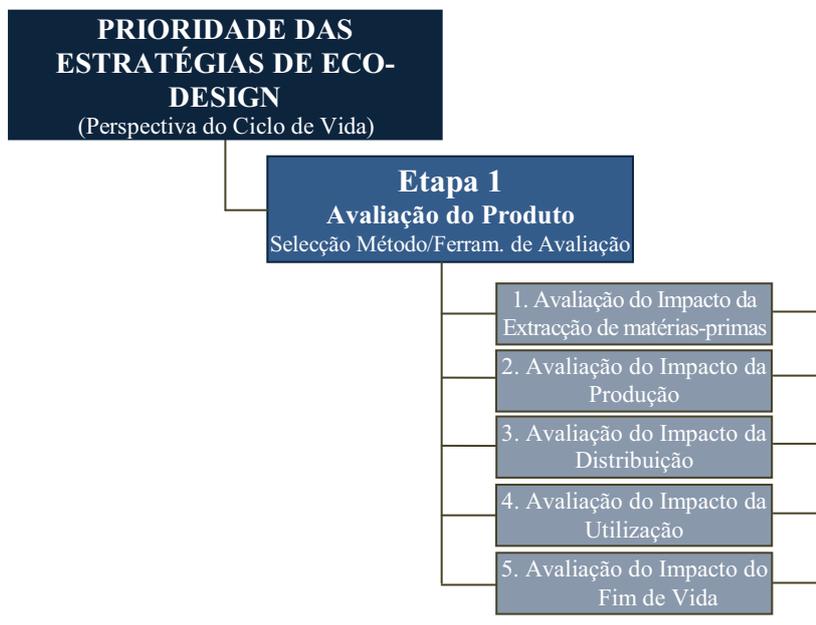
## **1. Validação empírica da matriz conceptual: o software ECO-it 1.3 e o estudo de caso do bairro de Santa Catarina**

Como estabelecido na matriz conceptual é necessário realizar dois tipos de abordagens, ao produto e ao contexto local, cada uma com duas etapas. A primeira abordagem, **Prioridade das Estratégias de Eco-Design** passa por uma primeira etapa de **Avaliação do Produto** para avaliar os impactos ambientais dos vários componentes do candeeiro de iluminação do espaço público, que permite na segunda etapa a **Seleção dos Métodos ou Ferramentas de Eco-design** que eliminam ou minimizam os impactos ambientais identificados. Para esta abordagem foi seleccionado o software de avaliação de impactos ambientais de produtos ECO-it 1.3.

A segunda abordagem, **Integração do Artefacto no Contexto**, prevê na primeira etapa uma **Apreciação do Contexto Local** que irá informar as **Características de Design** da segunda etapa. Esta abordagem centrou-se no estudo de caso do bairro de Santa Catarina.

### **1.1. Etapa 1 - Seleção do método de avaliação: o software ECO-it 1.3**

A primeira etapa da matriz conceptual determina a necessidade de seleccionar um método que permita avaliar os impactos ambientais dos candeeiros de iluminação pública (fig. 87). Como observado anteriormente, estes artefactos apresentam diversas tipologias, componentes e materiais, como tal, serão realizadas várias avaliações aos diferentes tipos de lâmpadas, balastros, luminárias, suportes e bases.



**Figura 87:** Etapa 1 – Avaliação do Produto da Prioridade das Estratégias de Eco-design da Matriz Conceptual

A escolha do método de avaliação dos impactos ambientais dos componentes seleccionados assentou no software ECO-it 1.3 (ferramenta Eco-indicator), devido à disponibilidade de uma versão de avaliação e à relativa facilidade no seu manuseamento. Esta ferramenta possibilita representar produtos complexos e respectivos ciclos de vida, em pouco tempo. Calcula a carga ambiental do produto ou processo e, quais as fases do ciclo de vida que mais contribuem para esta imputação ambiental. Utiliza uma base de dados de materiais e processos com os indicadores de impacto ambiental originários da metodologia Eco-Indicator'99, que se traduzem em pontos Eco-Indicadores (Pt). O valor de 1 Pt representa um milésimo da carga ambiental anual média de um habitante europeu<sup>108</sup>.

<sup>108</sup> Aliás, uma das assumções limitativas é que em princípio, todas as emissões e usos da terra ocorrem na Europa, assim como todos os danos posteriores. Com excepção dos danos aos Recursos e os danos criados pelas alterações climáticas, esgotamento da camada de ozono, emissões de ar de substâncias cancerígenas persistentes, inorgânicos poluentes atmosféricos que têm dispersão de longo alcance, e algumas substâncias radioactivas.

## 1.2. Impactos ambientais considerados

A avaliação e respectiva quantificação são das questões mais controversas e críticas neste universo. A metodologia Eco-indicator 99 considera os seguintes impactos ambientais: a **Saúde Humana**, a **Qualidade dos Ecossistemas**, e os **Recursos**. Para Goedkoop e Spriensma (2001) as privações e danos à **saúde humana** são expressas como DALY (*Disability Adjusted Life Years*). Os modelos foram desenvolvidos para os efeitos cancerígenos e respiratórios, os efeitos das alterações climáticas, o esgotamento da camada de ozono e as radiações ionizantes. São utilizados quatro análises no modelo da saúde humana:

- *Fate analysis* que liga uma emissão (expressa em massa) a uma alteração temporária na concentração;
- *Exposure analysis* que liga esta concentração temporária a uma quantidade;
- *Effect analysis* que liga os efeitos na saúde, como o número e tipos de cancros;
- *Damage analysis* que liga os efeitos na saúde à DALY, utilizando estimativas do número de Anos que Viveu Deficiente (AVD) e Anos de Vida Perdidos (AVP).

Os prejuízos à **qualidade dos ecossistemas** são expressos como a percentagem de espécies que desapareceram numa determinada área devido aos impactos ambientais. Esta definição não é tão homogénea como a definição anterior e tem três subconjuntos:

- Eco-toxicidade que é expressa como a percentagem de todas as espécies presentes no ambiente que vivem sob stress tóxico (PAF)<sup>109</sup>. Como isto não é um dano observável, é utilizado um factor de conversão bruto para traduzir o stress tóxico em danos reais observáveis;

---

<sup>109</sup> PAF - *Potentially Affected Fraction* é um indicador para o stress tóxico.

- A acidificação e a eutrofização são tratados como uma única categoria de impacto. Aqui são modelados os danos causados às espécies alvos (plantas vasculares) em áreas naturais;
- O uso e transformação da terra são baseados em dados empíricos da ocorrência de plantas vasculares, em função do tipo de utilização do solo e dimensão da área. Ambos os danos locais sobre a área ocupada ou transformada, como os danos nos ecossistemas regionais são considerados (Goedkoop e Spriensma, 2001).

A extracção dos **recursos** está relacionada com um parâmetro que indica a qualidade dos minerais e recursos fósseis remanescentes. Em ambos os casos a extracção desses recursos irá resultar num aumento dos requisitos energéticos para futuras extracções (Goedkoop e Spriensma, 2001).

### 1.3. Descrição dos indicadores

Segundo Goedkoop, Effting e Collignon (2000), os valores standard do Eco-indicator 99 estão disponíveis para **materiais, processos de produção, processos de transporte, processos de produção de energia e eliminação dos vários cenários**. Quanto aos **materiais** os indicadores para os processos de produção são baseados em 1 quilo de material. Os **processos de produção** referem-se ao tratamento e transformação de materiais diversos. Cada procedimento é expresso na unidade adequada, como por exemplo, metros quadrados de chapas laminadas ou quilos de plástico extrudido. Os **processos de transporte** são, maioritariamente, expressos na unidade tonelada-quilómetro. Nos **processos de produção de energia** as unidades são dadas para a electricidade e o calor. Relativamente à **eliminação dos vários cenários**, são por quilo do material, subdivididos em tipos de materiais e métodos de transformação de resíduos.

Na determinação do indicador para a **produção de materiais** foram incluídos todos os processos desde a extracção das matérias-primas até à última fase de produção. Os modos de transporte ao longo destas fases também estão incluídos até ao processo final da cadeia de produção. Para os plásticos, por exemplo, estão incluídos todos os

processos desde a extracção do petróleo até à produção dos grânulos; para a chapa de aço estão incluídos todos os processos desde a extracção do minério e do coque até ao processo de enrolamento. A produção de bens de capital - máquinas, edifícios e afins - não está incluída.

Os Eco-indicadores para os **processos de produção** dizem respeito às emissões do próprio processo e às emissões provenientes dos processos de geração de energia que são necessários. Novamente os bens de capital, como as máquinas, não estão incluídos.

Os **processos de transporte** incluem o impacto das emissões causadas pela extracção e produção do combustível e da geração de energia proveniente dos combustíveis durante o transporte. A unidade é o transporte de uma tonelada (1000 kg) de bens acima de 1 km (1 tkm). Para o transporte rodoviário a granel é utilizada outra unidade. Abrange o transporte rodoviário, o ferroviário e o aéreo. Neste caso são tidos em conta os bens de capital, como a produção dos próprios camiões e infra-estruturas rodoviárias e ferroviárias, bem como a movimentação de aviões de carga nos aeroportos, uma vez que estes bens não são negligenciáveis.

Os indicadores de **energia** referem-se à extracção e produção de combustíveis e à conversão energética e produção de electricidade. É utilizada a eficiência média. Para a pontuação da electricidade é tida em conta os diferentes combustíveis utilizados na Europa para gerar electricidade. O Eco-indicador foi determinado para a electricidade de alta tensão, destinados aos processos industriais, e também para a electricidade de baixa tensão, principalmente para uso doméstico e consumo de energia de pequena escala industrial. A diferença está nas perdas principais, e nas infra-estruturas necessárias, tais como cabos. São especificados indicadores para vários países, pois também são utilizadas diferentes tecnologias para produzir energia eléctrica.

Relativamente à **eliminação** foi assumido que nem todos os produtos são eliminados da mesma maneira. Neste sentido foram calculados cenários para os resíduos domésticos e também para o sistema de processamento de resíduos urbanos. Além disso, foram considerados cenários para a incineração, eliminação em aterro e reciclagem de produtos. Os dados referentes aos resíduos foram determinados para os plásticos, metais

e materiais de embalagem mais importantes. Os processos de tratamento de resíduos de materiais de construção e de produtos químicos não foram considerados. Os materiais de construção que não ardem vão normalmente para aterros ou reutilizados como material na construção rodoviária ou como constituinte do betão. Os materiais de construção considerados quimicamente inertes não têm impacto ambiental para além da área que ocupam num aterro sanitário. Como para o escoamento dos produtos químicos, a situação é mais complexa, não foi atribuído nenhum valor, com excepção dos refrigerantes. Alguns cenários de eliminação apresentam números negativos. Isto ocorre quando o tratamento dos resíduos resulta num subproduto útil que pode ser reciclado ou reutilizado. Os fluxos de energia e de materiais que são valorizadas são considerados como um benefício ambiental. Em vários casos, sobretudo na reciclagem, a dedução é maior do que o impacto ambiental de um processo, o que dá origem a números negativos.

Estes indicadores devem ser entendidos como uma simplificação da complexa interacção existente entre um produto e o meio ambiente, e como tal existem grandes incertezas nestes valores (Pré, 2008). O valor absoluto destes pontos não é muito relevante pois o seu objectivo principal é a comparação das diferenças relativas entre os produtos e os componentes (Pré, 2008).

#### **1.4. Funcionamento da ferramenta de avaliação**

O software ECO-it 1.3 permite, através da introdução de dados, calcular o impacto ambiental de um produto e qual a etapa do ciclo de vida do produto que apresenta mais impacto. Como observado anteriormente, esta ferramenta vem associada a uma base de dados – Eco-indicator 99 - com os materiais mais comuns como metais, plásticos, papel, cartão, vidro, etc., e também aos processos de produção, transporte, energia e tratamento de resíduos mais usuais. O software funciona basicamente como uma máquina de calcular que efectua adições e subtracções, e apresenta os resultados em pontos ou milipontos.

Para se utilizar esta ferramenta é necessário determinar três condições essenciais:

- O produto sobre o qual se pretende realizar a avaliação, incluindo os materiais e os processos de fabrico;
- Os sistemas que estão associados à distribuição e utilização do produto;
- Os cenários de tratamento final a que o produto será sujeito.

Uma vez definidas estas condições, o ECO-it 1.3 calcula a soma dos diversos impactos ambientais associados a cada condição e os resultados relativos ao contributo de cada um dos processos nas várias fases do ciclo de vida. Os resultados podem ser apresentados através de barras indicadoras, valores ou gráficos com as contribuições dos impactos dos diferentes processos/fases de ciclo de vida.

Relativamente às avaliações efectuadas foram determinados os materiais principais de cada componente do candeeiro, assim como os respectivos processos de fabrico com maior peso no conjunto. O transporte não foi considerado na fase de distribuição e manutenção dos artefactos devido à ausência de elementos fidedignos, excepto quando o próprio software considera estes dados. A fase de utilização foi apenas ponderada em relação às lâmpadas, pois dependem de energia para funcionar. Relativamente à fase final do ciclo de vida do produto, foram assumidos os valores do estudo VHK em que: 5% dos materiais vão para aterros, 90% dos plásticos são incinerados, 9% são reciclados e 95% dos metais e vidro é reciclado (Van Tichelen, 2007).

Este trabalho teria beneficiado com a aplicação de uma Avaliação de Ciclo de Vida mais completa, pois como observado anteriormente, é mais fidedigna, com resultados mais fiáveis e permite uma visão holística da performance ambiental total durante o ciclo de vida de um produto ou serviço. No entanto, como exige um conhecimento técnico especializado neste tipo de avaliações, é muito dispendiosa e de lenta aplicação no processo de desenvolvimento de produto, tornou inviável a sua aplicação no estudo em causa.

Como o objectivo da presente avaliação é um cálculo aproximado para obter uma rápida impressão dos maiores impactos ambientais de cada componente, esta foi realizada de acordo com a relação dos materiais mais importantes, procurando sempre atingir mais de 80% do peso do objecto em relação ao total. Nem sempre a base de dados disponível

associada a este software continha o material correcto, nestes casos ou se avaliou simplificando de acordo com o material mais importante ou não se considerou o material, quando o peso não era significativo relativamente ao seu todo. A avaliação realizada pretende apenas ser um cálculo aproximado dos principais impactos ambientais associados a cada componente e fase de ciclo de vida respectivo, que permita a aplicação e a validação empírica da matriz conceptual apresentada neste estudo.

### **1.5. Selecção da tipologia dos produtos**

A selecção do tipo de lâmpadas, balastros, luminárias, suportes e base para serem avaliados com o software ECO-it 1.3, assentou nos tipos mais utilizados actualmente na iluminação pública urbana. Após esta triagem foi necessário elencar, para cada componente do candeeiro, os seus materiais constituintes e os processos de produção, para se conseguir efectuar uma avaliação fidedigna. A listagem de materiais para os respectivos produtos foi retirada da informação do estudo de caso VHK em iluminação para o espaço público (Kemna *et al.*, 2005), cujos dados foram fornecidos pela ELC e pela CELMA e, servem de base para o cálculo dos impactos ambientais.

#### **1.5.1. Tipos de lâmpadas avaliadas**

A tipologia de lâmpadas seleccionadas para avaliação com o software ECO-it, assentou nas seguintes:

- Lâmpada de Vapor de Sódio de Alta Pressão de 70W e vida útil de 28000h;
- Lâmpada de Vapor de Mercúrio de Alta Pressão de 125W e vida útil de 16000h;
- Lâmpada de Iodetos metálicos de 70W e vida útil de 12000h.

As tabelas seguintes elencam os materiais constituintes das lâmpadas seleccionadas e respectivo peso em gramas, assim como os processos de produção associados (tabs. 39, 40 e 41).

LÂMPADA VAPOR DE SÓDIO DE ALTA PRESSÃO 70 W	
Extracção e Produção de MATERIAIS	Peso (g)
BOLBO _Envelope_Vidro	35,33
BOLBO _Caule do tubo_Vidro	3,8
BOLBO _Fios Condutores_ Aço c/ baixo teor de carbono	2,00
BOLBO _Tubo_ Si, B, Al, Na, K, Mg, Ca, Ba, -óxidos	1,17
BOLBO _Zr, Al, Fe	0,14
QUEIMADOR_PCA (Óxido de Alumínio Poli Cristalino)	2,47
QUEIMADOR_Amálgama_Hg, Na	0,02
QUEIMADOR_ Eléctrodo&Emmitor_Tungsténio&Ba, Y,W-óxidos	0,29
QUEIMADOR_Anel_Ca, Ba, Al-óxidos	0,02
QUEIMADOR_Tubo de Nióbio	0,53
BASE DA LÂMPADA (E27)_ Tampa_Latão e vidro	9,4
BASE DA LÂMPADA (E27)_ Solda_Sn, Pb, Sb	1,50
BASE DA LÂMPADA (E27)_ Nivelamento de cimento_CaCO3	1,1

Tabela 39 : Dados da extracção e produção de materiais da Lâmpada HPS 70W (Kemna *et al.*, 2005)

LÂMPADA VAPOR DE MERCÚRIO DE ALTA PRESSÃO 125 W	
Extracção e Produção de MATERIAIS	Peso (g)
BOLBO _Bolbo exterior_Vidro sem chumbo	49,67
BOLBO _Caule do tubo_Vidro sem chumbo	4,33
BOLBO _Chumbo_Ni, Fe, Cu, W	1,17
BOLBO _Revestimento_Y, V, P, & B - óxidos	0,13
BOLBO _Resistor_MgO, Ni, Cu, Mo	0,43
BOLBO _Enchimento de gás_Argônio, Néon	0
QUEIMADOR_Envelope_Vidro Quartzo	3,87
QUEIMADOR_Condutor_Molibdénio	0,013
QUEIMADOR_ Eléctrodo&Emmitor_Tungsténio&Ba, Ca Y -óxidos	0,2
QUEIMADOR_Enchimento_Mercúrio	0,02
QUEIMADOR_Enchimento gás inerte_Argônio	0,0002
BASE DA LÂMPADA (E27)_ Tampa_Latão e vidro	7,1
BASE DA LÂMPADA (E27)_ Solda_Sn, Pb, Sb	4,67

Tabela 40 : Dados da extracção e produção de materiais da Lâmpada HPM 125W (Kemna *et al.*, 2005)

LÂMPADA IODETOS METÁLICOS 70W	
Extracção e Produção de MATERIAIS	Peso (g)
BOLBO _Envelope_Vidro Quartzo	19,17
BOLBO _Zr, Al, Fe	0,12
BOLBO _Fios Condutores_ Mo	2,03
QUEIMADOR_PCA (Oxido de Alumínio Poli Cristalino)	7,77
QUEIMADOR _Enchimento de metal_Hg	0,002
QUEIMADOR _Gás_ArKr	0,0001
QUEIMADOR _Mistura sal_sal, incluindo TI, terras raras	0,003
QUEIMADOR _Eléctrodo_NbZr	0,20
QUEIMADOR _Anel_AlDySi	0,01
QUEIMADOR _Caneta de Nióbio	0,23
BASE DA LÂMPADA (E27)_Prato de aperto_ aço	2,4
BASE DA LÂMPADA (E27)_Concha_ Aço inoxidável	3
BASE DA LÂMPADA (E27)_Cerâmica_ Cerâmica	5,77
BASE DA LÂMPADA (E27)_Pinos_ ni aço chapeado	0,67

Tabela 41 : Dados da extracção e produção de materiais da Lâmpada CMH 70W (Kemna *et al.*, 2005)

### 1.5.1.1. Resultados da avaliação das lâmpadas com o software ECO-It 1.3

Os resultados obtidos com o software ECO-it à avaliação efectuada aos tipos de lâmpadas<sup>110</sup> anteriormente seleccionadas encontram-se representados na tabela 42.

A avaliação realizada demonstrou que os impactos ambientais associados aos três tipos de lâmpadas são mais significativos na fase de uso e directamente relacionados com o consumo de energia. Relativamente às restantes fases do ciclo de vida, a da distribuição domina o impacto no consumo total de energia, nos gases com efeito de estufa, na acidificação, VOC<sup>111</sup>, PAH<sup>112</sup> e partículas de materiais (mais ou menos 90%). Todas as

<sup>110</sup> Consultar Anexo II com os quadros completos gerados pelo software.

<sup>111</sup> Volatile Organic Compound (VOC) - Composto Orgânico Volátil.

fases do ciclo de vida são consideradas igualmente importantes no que diz respeito ao impacto sobre a produção de resíduos, ao passo que a fase de produção contribui mais para as emissões de metais pesados e para as emissões de POP<sup>113</sup> (ECO-it 1.3 e Kemna *et al.*, 2005).

	Materiais utilizados na lâmpada (Pt)	Utilização (Pt)	Tratamento Fim de Vida (Pt)	Impacto Total (Pt)
Lâmpada Vapor de Sódio de Alta Pressão 70 W	6,5	510	4E-5	<b>516</b>
Lâmpada Vapor de Mercúrio de Alta Pressão 125 W	0,49	52	0,00012	<b>52</b>
Lâmpada Iodetos metálicos 70 W	0,49	218	1,6E-5	<b>219</b>

**Tabela 42:** Resultados da Análise aos Impactos Ambientais das Lâmpadas com o software ECO-it

Claro que é necessário entrar em consideração com outros factores quando se projecta uma instalação de iluminação do espaço público. Por exemplo, são exigidas diferentes quantidades de lâmpadas por km para alcançar os níveis mínimos de iluminância impostos. As distâncias são geralmente de 15m para as HPM, de 30m para as HPS, de 20m para as MH e de 15m para as CFL. Para além disto, como referido anteriormente uma lâmpada HPM de 125W tem uma eficiência de 51 lm/W, uma lâmpada HPS de 70W uma eficiência de 88 lm/W, uma lâmpada MH de 70W uma eficiência de 90 lm/W e uma lâmpada CFL de 36W uma eficiência de 80 lm/W. Em conjunto, estes factores influenciam os impactos ambientais totais duma instalação de iluminação pública.

### 1.5.2. Tipos de balastros avaliados

Actualmente os balastros mais utilizados na iluminação dos espaços públicos são os electromagnéticos, com excepção para as lâmpadas HPM. Os balastros electrónicos

<sup>112</sup> PAH Polynuclear Aromatic Hydrocarbons - Hidrocarbonetos Aromáticos Polinucleares

<sup>113</sup> POP Persistent Organic Pollutants - Poluentes Orgânicos Persistentes

ainda não se encontram generalizados mas de acordo com vários estudos apresentam um potencial futuro. Nesta análise é realizada a avaliação ambiental ao balastro como um todo, e feita uma distinção entre balastros electromagnéticos e balastros electrónicos (tab. 44).

Os balastros seleccionados para avaliação com o software ECO-it são os seguintes:

- Balastro Electromagnético para Lâmpada Vapor de Mercúrio de Alta Pressão HPM 125;
- Balastro Electromagnético para Lâmpada Vapor de Sódio de Alta Pressão HPS 70 W;
- Balastro Electrónico para Lâmpada Vapor de Sódio de Alta Pressão HPS 70;
- Balastro Electromagnético para Lâmpada de Iodetos metálicos CMH 70W;
- Balastro Electrónico para Lâmpada de Iodetos metálicos CMH 70W.

A listagem dos materiais para os balastros electromagnéticos e electrónicos, também foi retirada da informação do estudo de caso VHK em iluminação dos espaços públicos (Kemna *et al.*, 2005). As tabelas seguintes elencam os materiais constituintes dos balastros seleccionados e respectivo peso em gramas, assim como os processos de produção associados (tabs. 43 a 47).

<b>BALASTRO ELECTROMAGNÉTICO PARA LÂMPADA HPM 125W</b>	
<b>Extracção e Produção de MATERIAIS</b>	<b>Peso (g)</b>
<b>INVÓLUCRO _Balastro capsulado EM cobre/ferro</b>	1105,00
<b>INVÓLUCRO _Balastro capsulado EM cobre/ferro</b>	195,00
<b>CHAPA DA BASE_ tabuleiro em chapa de aço Semsimir em moldura de aço lacado</b>	1000,00
<b>CABLAGEM MAG_ Enrolamento ortocíclico</b>	10,00
<b>CONECTORES_ Bloco terminal de rosca</b>	25,00
<b>LIGAÇÃO DA CABLAGEM _ Bloco terminal de plástico</b>	25,00
<b>COMPONENTES PASSIVOS_ Condensador</b>	70,00
<b>COMPONENTES PASSIVOS_ Condensador</b>	30,00

**Tabela 43:** Dados da extracção e produção de materiais do Balastro Electromagnético para Lâmpada Vapor de Mercúrio de Alta Pressão HPM 125 W

<b>BALASTRO ELECTROMAGNÉTICO PARA LÂMPADA HPS 70W</b>	
<b>Extracção e Produção de MATERIAIS</b>	<b>Peso (g)</b>
<b>INVÓLUCRO _Balastro impregnado EM cobre/ferro</b>	1020,00
<b>INVÓLUCRO _Balastro impregnado EM cobre/ferro</b>	180,00
<b>CHAPA DA BASE _tabuleiro em chapa de aço Sendsimir</b>	400,00
<b>CONECTORES _Conectores de ligação</b>	25,00
<b>CABLAGEM DE LIGAÇÃO _Ficha de ligação de 5 pólos</b>	25,00
<b>COMPONENTES PASSIVOS _Condensador</b>	70,00
<b>COMPONENTES PASSIVOS _Condensador</b>	30,00
<b>COMPONENTES ACTIVOS _Arrancador de tempo</b>	100,00

**Tabela 44:** Dados da extracção e produção de materiais do Balastro Electromagnético para Lâmpada Vapor de Sódio de Alta Pressão HPS 70W

<b>BALASTRO ELECTRÓNICO PARA LÂMPADA HPS 70W</b>	
<b>Extracção e Produção de MATERIAIS</b>	<b>Peso (g)</b>
<b>BALASTRO-E_PCB</b>	70,00
<b>BALASTRO-E_Invólucro em chapa de aço</b>	385,00
<b>CHAPA DA BASE _Tabuleiro em chapa de aço Sendsimir</b>	400,00
<b>CONECTORES _Conectores de ligação</b>	25,00
<b>CABLAGEM DE LIGAÇÃO _Ficha de ligação de 5 pólos</b>	25
<b>BALASTRO-E_Superfície THT _Bobina</b>	182,00
<b>BALASTRO-E_Superfície THT _Condensador filme de metal</b>	24,50
<b>BALASTRO-E_Superfície THT _Condensador filme de metal</b>	10,5
<b>BALASTRO-E_Film PET</b>	14,0
<b>BALASTRO-E_Solda de colar</b>	14,0

**Tabela 45:** Dados da extracção e produção de materiais do Balastro Electrónico para Lâmpada Vapor de Sódio de Alta Pressão HPS 70W

<b>BALASTRO ELECTROMAGNÉTICO PARA LÂMPADA CMH 70W</b>	
<b>Extracção e Produção de MATERIAIS</b>	<b>Peso (g)</b>
<b>INVÓLUCRO _Balastro impregnado EM cobre/ferro</b>	1105,00
<b>INVÓLUCRO _Balastro impregnado EM cobre/ferro</b>	195,00
<b>CHAPA DA BASE_tabuleiro em chapa de aço Sendsimir</b>	700,00
<b>CABLAGEM MAG_Enrolamento ortocíclico</b>	12,00
<b>CONECTORES_Bloco terminal de rosca</b>	35,00
<b>CABLAGEM DE LIGAÇÃO_Interruptor de segurança de 3 pólos</b>	60
<b>COMPONENTES PASSIVOS _Condensador</b>	70,00
<b>COMPONENTES PASSIVOS _Condensador</b>	30,00
<b>COMPONENTES ACTIVOS_Arrancador de tempo</b>	100,00

**Tabela 46:** Dados da extracção e produção de materiais do Balastro Electromagnético para Lâmpada de Iodetos Metálicos CMH 70W

<b>BALASTRO ELECTRÓNICO PARA LÂMPADA CMH 70W</b>	
<b>Extracção e Produção de MATERIAIS</b>	<b>Peso (g)</b>
<b>BALASTRO-E_PCB</b>	70,00
<b>BALASTRO-E_Invólucro em chapa de aço</b>	385,00
<b>CHAPA DA BASE_Tabuleiro em chapa de aço Sendsimir</b>	700,00
<b>CABLAGEM MAG_Enrolamento ortocíclico</b>	12,00
<b>CONECTORES_Bloco terminal de rosca</b>	35,00
<b>CABLAGEM DE LIGAÇÃO_Interruptor de segurança de 3 pólos</b>	60
<b>BALASTRO-E_Superfície THT_Coil</b>	182,00
<b>BALASTRO-E_Superfície THT_Condensador filme de metal</b>	24,50
<b>BALASTRO-E_Superfície THT_Condensador filme de metal</b>	10,5
<b>BALASTRO-E_Filme PET</b>	14,0
<b>BALASTRO-E_Solda de colar</b>	14,0

**Tabela 47:** Dados da extracção e produção de materiais do Balastro Electrónico para Lâmpada de Iodetos Metálicos CMH 70W

### 1.5.2.1. Resultados da avaliação dos balastros com o software ECO-it 1.3

Os resultados obtidos com o software ECO-it aos vários tipos de balastros<sup>114</sup> encontram-se representados na tabela seguinte (tab. 48). A análise aos impactos ambientais dos balastros revela que a fase de produção domina de longe os impactos em quase todas as categorias, entre 80% a 95%. Isto prende-se com o maior peso do invólucro e com a utilização dos próprios materiais, que fazem com que o impacto relativo à fase da distribuição seja muito menor do que nas lâmpadas. O balastro HPM oferece um menor impacto nas categorias da água, resíduos perigosos, emissões de metais pesados para a água e na eutrofização. Isto deve-se a uma melhor saída de luz e ao facto destas lâmpadas não precisarem de um arrancador. A combinação lâmpada/balastro MH de 70W tem um impacto ambiental maior que as outras combinações lâmpada/balastro das HPM e HPS, que dependendo da categoria ambiental, apresentam maior ou menor contribuição no total dos impactos (ECO-it 1.3 e Kemna *et al.*, 2005).

	Materiais utilizados no balastro (Pt)	Tratamento Fim de Vida (Pt)	Impacto Total (Pt)
Balastro Electromagnético p/ HPS 70W	2,4	-0,12	<b>2,3</b>
Balastro Electrónico p/ HPS 70W	1,9	-0,025	<b>1,9</b>
Balastro Electromagnético p/ HPM 125W	2,4	-0,14	<b>2,3</b>
Balastro Electromagnético p/ CMH 70W	2,7	-0,12	<b>2,6</b>
Balastro Electrónico p/ HPS 70W	2,2	-0,035	<b>2,2</b>

**Tabela 48:** Resultados da Análise aos Impactos Ambientais dos Balastros com o software ECO-it

<sup>114</sup> Consultar Anexo II com os quadros completos gerados pelo software.

### 1.5.3. Tipos de luminárias avaliadas

O mercado apresenta uma enorme variedade de luminárias existentes – com design moderno, histórico, futurista, etc., – de diferentes tamanhos e para diversas lâmpadas. Neste estudo optou-se por seleccionar apenas um tipo de luminária devido às limitações da base de dados da ferramenta de avaliação. De facto, muitas luminárias apresentam como material principal ou com um peso significativo no total dos materiais, a fibra de vidro, mas como a base de dados dos eco-indicadores disponíveis não contempla este material, os resultados assim obtidos, estariam muito longe da realidade. No entanto, o que se pretende com estas análises de impacto ambiental é a validação empírica da matriz conceptual apresentada neste trabalho, e não uma avaliação profunda dos impactos ambientais dos vários elementos dos candeeiros de iluminação pública. Neste sentido, seleccionou-se uma luminária em alumínio e efectuou-se a avaliação apenas a esta luminária pois revela-se suficiente para o objectivo pretendido (tab.49).

LUMINÁRIA EM ALUMÍNIO	
Extracção e Produção de MATERIAIS	Peso (g)
INVÓLUCRO_Alumínio	4000,00
REFLECTOR_ Reflector 3D em alumínio anodizado	700,00
SOQUETE DA LÂMPADA/CONECTOR_Porcelana E-27	420,00
CABLAGEM_Núcleo único de cobre Radox	40,00
TAMPA FRONTAL_Vidro termo endurecido	600

**Tabela 49:** Dados da extracção e produção de materiais da luminária em alumínio

#### 1.5.3.1. Resultados da avaliação à luminária com o software ECO-it 1.3

Os resultados obtidos com o software ECO-it à luminária em alumínio<sup>115</sup> encontram-se representados na tabela seguinte (tab. 50)

<sup>115</sup> Consultar Anexo II com os quadros completos gerados pelo software.

	Materiais utilizados na luminária (Pt)	Tratamento Fim de Vida (Pt)	Impacto Total (Pt)
Luminária em Alumínio	4,1	-1,4	2,7

**Tabela 50:** Resultados da Análise aos Impactos Ambientais da Luminária com o software ECO-it

Esta selecção apontou para uma luminária mais pesada do que as constituídas por fibra de vidro, visto este último material ser mais leve. Neste sentido, este tipo de luminária tem um contributo significativo para o consumo total de energia, para os resíduos não perigosos (aterros), gases, a acidificação, as emissões de POP e PAH. A fase da produção contribui com cerca de 90% do total dos impactos na utilização de electricidade, água, resíduos não perigosos, nas emissões de VOC e PAH (ECO-it 1.3 e Kemna *et al.*, 2005).

#### 1.5.4. Tipos de suportes avaliados

Existem variadíssimos tipos de suportes para iluminação do espaço público: colunas em aço, em alumínio, em betão, em ferro, e consolas em alumínio e ferro apenas às fachadas dos edifícios. Estes artefactos apresentam um ciclo de vida técnica e económica de 30 até mais de 50 anos. Esta duração torna-os parte do sistema infra-estrutural em que as lâmpadas, balastos e luminárias funcionam. Neste sentido, é importante considerar a relação entre os produtos - lâmpadas, balastos e luminárias - e o sistema – colunas e consolas - mais vasto em que operam, relacionando-os com a fase do ciclo de vida correspondente ao uso. De facto, estes artefactos não influenciam a eficiência energética na fase de uso do produto completo, não necessitam de energia, não a geram, não a transferem nem a medem.

### 1.5.4.1. Resultados da avaliação aos suportes com o software ECO-It 1.3

Foram seleccionadas três tipos de colunas representativos do actualmente utilizado nos espaços públicos urbanos, considerando a disponibilidade de acesso aos materiais constituintes de cada elemento. Por conseguinte, é feita uma avaliação a um suporte em alumínio, em aço e em betão, cujos resultados obtidos com o software ECO-it<sup>116</sup> estão representados na tabela seguinte (tab. 51).

	Materiais utilizados na coluna (Pt)	Tratamento Fim de Vida (Pt)	Impacto Total (Pt)
Coluna em Aço 6,10m	6,6	-0,82	<b>5,8</b>
Coluna em Alumínio 6,10m	32	-1,6	<b>30</b>
Coluna em Betão 6,10m	1,4	0,57	<b>1,9</b>

**Tabela 51:** Resultados da Análise aos Impactos Ambientais dos Suportes com o software ECO-it

Estes materiais têm origens diferentes e impactos também divergentes no ambiente. O betão provém da aglutinação de inertes que derivam da natureza, e resulta da mistura de agregados, cimento, água e adjuvantes. A matéria-prima é extraída de pedreiras e o processo de extracção é realizado a céu aberto, através do desmonte de rocha por explosivos. Os principais aspectos ambientais são, para além dos inerentes à exploração da pedreira, o consumo de energia térmica e eléctrica, as emissões atmosféricas designadamente das partículas, o consumo de água e as emissões de ruído. Este material pode ser reciclado ou valorizado como um agregado secundário através da inclusão deste resíduo em processos produtivos. A sua eliminação é feita em aterro para resíduos inertes (ECO-it 1.3 e Kemna *et al.*, 2005).

<sup>116</sup> Consultar Anexo II com os quadros completos gerados pelo software.

O principal constituinte do alumínio é a bauxite que é extraída a céu aberto, e consequentemente pode causar degradação dos habitats naturais. Para além destes factores inerentes à exploração, o seu fabrico exige a utilização de grandes quantidades de electricidade, o que resulta em níveis muito altos de energia incorporada, e as suas emissões de CO<sub>2</sub> por tonelada de produto são, aproximadamente, o dobro do aço. No entanto, o alumínio é cerca de dois terços mais leve que o aço, não é inflamável, não enferruja, não fractura e é altamente reciclável. Tem um alto valor residual, proporciona uma excelente relação peso/carga, tem uma longa vida de serviço pois é extremamente durável. Não apresenta custos de manutenção periódica, e a possibilidade de utilização de alumínio reciclado no processo de produção resulta numa poupança energética de cerca de 80-95% (ECO-it 1.3 e Kemna *et al.*, 2005).

As matérias-primas necessárias para a obtenção do aço são o minério de ferro, principalmente a hematite, e o carvão mineral, cuja extracção tem impactos ecológicos, devido ao processo de extracção a céu aberto. A produção de aço também resulta na emissão de gases com efeito de estufa, nomeadamente CO<sub>2</sub> e chuva ácida. No entanto, o aço é facilmente reciclado, e a sua aplicação pode significar uma redução de cerca de 30% na utilização da energia para a produção primária (ECO-it 1.3 e Kemna *et al.*, 2005).

Os impactos ambientais associados às colunas analisadas estão, no geral, directamente relacionados com a emissão de resíduos não perigosos, como as VOC, POP, PM<sup>117</sup> e metais pesados para o ar e a água, devido à produção e aos sistemas de reciclagem e eliminação final. Os impactos relacionados com a fase de uso são mínimos, estando os mais relevantes nas fases de produção e de final de ciclo de vida do produto (ECO-it 1.3 e Kemna *et al.*, 2005).

Em termos de concepção do produto, para além da questão da selecção do material, é necessário considerar a altura e o peso da coluna ou consola, o número de luminárias anexadas a cada suporte, a produção de resíduos (por exemplo, evitando os desperdícios

---

<sup>117</sup> PM Particulate Matter

metálicos) e os factores de reciclagem de produto, pois são factores determinantes na redução dos impactos associados a cada fase do ciclo de vida útil dos artefactos.

#### 1.5.4.2. Resultados da avaliação às bases com o software ECO-it 1.3

As colunas de iluminação do espaço público são geralmente fixas ao solo através de um maciço de fundação, em betão simples e uma placa e pernos de ancoragem. A montagem de consolas nas fachadas pode ser por batente à parede ou por fixação através de flanges nas extremidades do corpo da luminária. Neste estudo, considerou-se a utilização de três tipos de maciços com  $0,22\text{m}^3$ ,  $0,34\text{m}^3$  e  $0,45\text{m}^3$ , tendo como base que  $1\text{ m}^3$  de betão simples pesa 2500kg. Os resultados obtidos com o software ECO-it<sup>118</sup> encontram-se representados na tabela seguinte (tab. 52)

A análise revela que os principais impactos ambientais prendem-se com a fase de produção e tratamento de fim de vida. Para além dos impactos inerentes à exploração da pedreira, o consumo de energia térmica e eléctrica, as emissões atmosféricas designadamente das partículas, o consumo de água e as emissões de ruído são os mais relevantes (ECO-It 1.3 e Kemna *et al.*, 2005).

	Materiais utilizados na base (Pt)	Tratamento Fim de Vida (Pt)	Impacto Total (Pt)
Base em Betão $0,22\text{m}^3$	2,1	0,38	2,5
Base em Betão $0,34\text{m}^3$	3,2	0,59	3,8
Base em Betão $0,45\text{m}^3$	4,3	0,79	5,1

**Tabela 52:** Resultados da Análise aos Impactos Ambientais das Bases com o software ECO-it

<sup>118</sup> Consultar Anexo II com os quadros completos gerados pelo software.

### 1.5.5. Resultados dos impactos ambientais totais

A avaliação dos resultados ambientais de cada fase do ciclo de vida dos vários componentes do produto, indica quais são as fases mais relevantes na aplicação das estratégias de eco-design capazes de minimizar ou eliminar os impactos ambientais do candeeiro no meio ambiente (tab. 53).

Etapas do Ciclo de vida	Impactos Lâmpada	Impactos Balastros	Impactos Luminária	Impactos Suporte	Impactos Base
Extracção de matérias-primas	**	***	**	***	**
Produção	**	****	****	****	****
Distribuição	**	**	**	**	**
Utilização	****	**	**	*	*
Fim de Vida	*	*	***	***	***

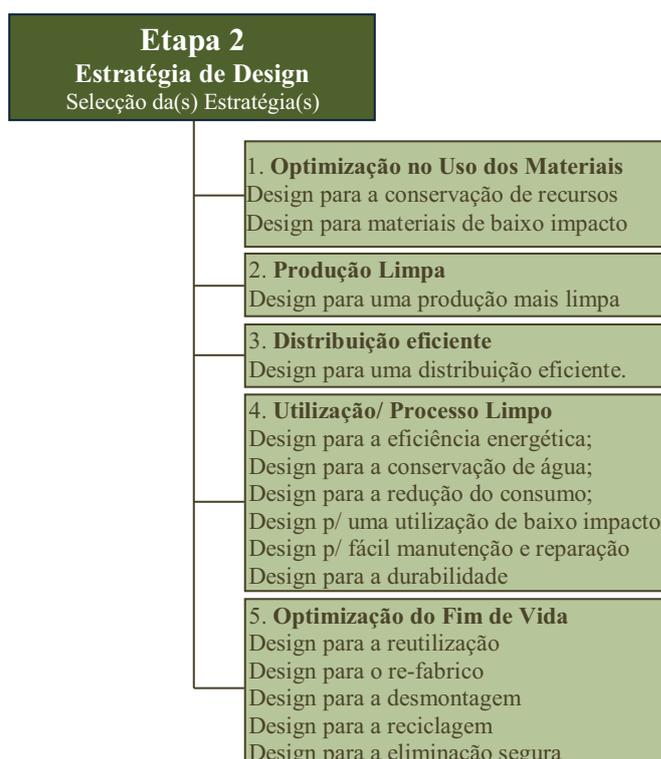
\* irrelevante  
 \*\* pouco importante  
 \*\*\* importante  
 \*\*\*\* muito importante

**Tabela 53:** Matriz de avaliação dos impactos ambientalmente importantes no ciclo de vida dos vários componentes do candeeiro

A leitura da tabela revela que as fases mais importantes em termos de impactos ambientais dos vários componentes dos candeeiros de iluminação do espaço público, dependem do elemento que se está a analisar. No entanto, destacam-se a fase de extracção da matéria-prima e a fase da produção em todos os elementos com excepção da própria lâmpada. A fase de utilização é claramente de grande importância para as lâmpadas. A fase de fim de vida é relevante para os balastros, suportes e bases, directamente relacionados com a questão da eliminação ou reciclagem dos próprios materiais. É necessário considerar que este quadro é uma simplificação qualitativa da importância das varias fases do ciclo de vida dos diversos componentes, no entanto, é suficiente para identificar quais as fases com maior impacto ambiental.

## 1.6. Etapa 2 - Selecção das estratégias de eco-design

Os resultados acima informam a relevância dos impactos ambientais associados a cada fase do ciclo de vida do produto, permitindo passar para a etapa 2 da matriz conceptual e, escolher as estratégias para reduzir o impacto ambiental, adequadas aos requisitos de eco-design do candeeiro de iluminação do espaço público (fig. 88).



**Figura 88:** Etapa 2 – **Estratégia de Design** da Prioridade das Estratégias de Eco-design da Matriz Conceptual

As estratégias de eco-design apontam para lâmpadas energeticamente mais eficientes sendo as lâmpadas de sódio de alta pressão e as de iodetos metálicos, as alternativas mais ajustadas dentro da tipologia analisada. Para além do aumento da eficiência energética, deverão ser aplicadas também eco-estratégias de optimização no consumo e aplicação de energias renováveis. Deverão ser evitadas substâncias tóxicas, nomeadamente a redução ou eliminação total da utilização de mercúrio. O design das lâmpadas também deverá promover uma maior durabilidade do seu tempo útil de vida. Os balastros electromagnéticos deverão ser mais eficientes, duráveis e recicláveis. Deverá ser fomentado a contínua investigação e desenvolvimento de balastros electrónicos. As estratégias relativas às luminárias deverão privilegiar o rápido acesso e

substituição sem requer ferramentas especiais, promovendo a eficiência energética do conjunto. Deverão ser projectadas com materiais reciclados e recicláveis, mais duráveis e promovendo processos limpos de produção. A reutilização ou reciclagem deverão ser as estratégias de fim de vida. Os suportes e as respectivas bases deverão procurar a utilização de materiais reciclados e recicláveis e com baixa energia incorporada, e utilização de processos mais limpos. Transversal as todos os produtos está a questão do transporte e dos componentes, que sempre que possível deverão ser locais (tab. 54).

Estratégias Genéricas	Estratégias Específicas	Lâmpada	Balastro	Luminária	Suporte	Base
Optimização na utilização dos materiais	<b>Design para a conservação de recursos:</b>					
	Reduzir a utilização de materiais;					
	Utilização de materiais renováveis;					
	Utilização de materiais que não esgota os recursos naturais;		×	×		
	Utilização de materiais reciclados e recicláveis;			×	×	×
	Utilização de resíduos de subprodutos.					
	<b>Design para materiais de baixo impacto:</b>					
	Evitar materiais tóxicos e perigosos;	×				
	Evitar substâncias nocivas à camada do ozono;					×
	Utilização de material com baixo valor energético incorporado;		×	×	×	×
	Utilização de material reutilizado e reciclado.		×	×	×	×

<b>Estratégias Genéricas</b>	<b>Estratégias Específicas</b>	<b>Lâmpada</b>	<b>Balastro</b>	<b>Luminária</b>	<b>Suporte</b>	<b>Base</b>
<b>Produção Limpa</b>	Design para uma produção mais limpa			X	X	X
<b>Distribuição Eficiente</b>	Design para uma distribuição eficiente				X	
<b>Utilização/ Processo Limpo</b>	Design para a durabilidade	X	X	X		
	Design para a conservação de água;					
	Design para a redução do consumo;	X	X	X		
	Design para a eficiência energética;	X	X	X		
	Design para uma utilização/processo de baixo impacto					
	Design para uma fácil manutenção e reparação	X	X	X	X	X
<b>Optimização do Fim de Vida</b>	Design para a reutilização			X		
	Design para o re-fabrico				X	X
	Design para a desmontagem					
	Design para a reciclagem	X	X	X	X	X
	Design para a eliminação segura					

**Tabela 54:** Matriz de Selecção das Estratégias de Eco-design

### 1.7. Etapa 1 - Apreciação do contexto local

Como referido anteriormente, a revisão da literatura evidenciou que paralelamente à análise dos impactos ambientais do produto é também necessária uma compreensão do contexto histórico/simbólico, estético/formal, social, económico e ambiental do espaço público para o design sustentável do projecto. Neste sentido, na etapa 1 da **Integração do Artefacto no Contexto** é efectuada uma apreciação ao contexto local (fig. 89) do candeeiro de iluminação do espaço público, cujos resultados irão fornecer as **Características de Design** – Etapa 2, que irão comunicar quais os requisitos de contexto de design do produto.



**Figura 89:** Etapa 1 – Apreciação ao Contexto Local da Integração do Artefacto no Contexto da Matriz Conceptual

A selecção do bairro de Santa Catarina (fig. 90) como exemplo na aplicação à matriz conceptual, deve-se principalmente ao facto de os dados apresentados no estudo realizado pela CML se integrarem na matriz e consequentemente na questão inicial da investigação. Este estudo revelou-se apropriado e com um nível suficientemente

elevado de dados que permitiram compreender conteúdos complexos de forma detalhada. Para além disto, este bairro é expressivo das “*malhas urbanísticas da cidade*” e de “*critérios de diversidade e heterogeneidade (...) no que se refere às diferentes dimensões analíticas – condições sociais, história e identidade, habitação, espaços públicos, mobilidade, actividades económicas e emprego, etc.*” (Seixas et al., 2005).

Procurou-se extrair, da análise realizada, os conceitos mais representativos para a investigação em causa. Deste modo, são retiradas frases completas do texto que são eloquentes da informação e evitam qualquer distorção na interpretação. De qualquer forma, para um correcto e completo entendimento do caso de estudo em causa, é necessária a sua leitura integral.

Este estudo encontra-se integrado na publicação *Lisboa. Quatro estudos de caso. Sta. Catarina, Alvalade, Benfica e Expo Sul* coordenado por João Seixas da Coordenação dos Estudos Socioeconómicos e Urbanísticos da CML. Esta zona “*localiza-se numa área central da cidade e é constituída por uma malha histórica de matriz tradicional orgânica, fortemente caracterizada ao nível da sua estrutura edificada, sobretudo pela intensa carga significativa dos seus imóveis singulares e conjuntos urbanísticos relevantes*”.

O bairro em análise compreende uma parte administrativamente correspondente à freguesia de Santa Catarina e outra à freguesia de S. Paulo. A freguesia de Santa Catarina “*é como se fosse um pequeno país, com uma área montanhosa ainda dentro do núcleo ‘mais Bairro Alto’, que se vai alastrando em declive para sul, para o Tejo, e para poente, na direcção de S. Bento, cortada por um eixo, a Calçada do Combro, suposta via principal no início da ocupação urbana e onde se situa a maior densidade de edifícios apalaçados. A esta geografia orográfica corresponde também uma determinada geografia humana, social e urbanística*”. É uma “*freguesia em mutação, pólo de novas actividades que a vão descaracterizando, porque não se inserem na sua tradição, gerando conflitos de relacionamento entre habitantes e fruidores do meio popular*”.

A freguesia de S. Paulo compreende, no seu termo, duas das sete colinas de Lisboa e é “*marcada por dois elementos emblemáticos: o Bairro da Bica e o Alto de Santa Catarina*”. A Bica “*onde se concentra uma densa população da freguesia, viveram ou trabalharam desde sempre muitas figuras das artes e das letras*”, tem como “*ícone cultural incontornável de toda a zona*” a marcha e os arraiais dos Santos Populares. O Alto de Santa Catarina é a parte mais alta da freguesia onde se encontra “*a impressionante estátua do Adamastor, virada para o Tejo, sendo possível a partir deste ponto obter uma vista única sobre o rio*”.

A análise inicia-se com uma leitura de dados estatísticos cujos indicadores provém dos Censos 2001 do Instituto Nacional de Estatística. O bairro de Sta. Catarina apresenta uma área de 0,139 km<sup>2</sup>, com uma população residente em 1991 de 4767 habitantes e em 2001 de 3726 habitantes, cuja taxa de variação da população residente 1991/2000 é de -21,8%. A densidade populacional em 1991 é de 34062 hab/km<sup>2</sup> e em 2001 é de 26726 hab/km<sup>2</sup>, que comparativamente a Lisboa é bastante elevada. Num quadro de envelhecimento generalizado da população, o bairro de Sta. Catarina tem resistido, na última década, ao envelhecimento progressivo da população, com cerca de 51,8% no grupo etário situado entre os 25 e 64 anos em 2001. Quanto à distribuição da população residente por nível de ensino, nota-se um crescimento significativo do número de licenciados, que passa de 4,5% em 1991 para 11,1% em 2001, embora com valores inferiores à média da cidade. No entanto cerca de 19,2% da população não tinha, em 2001, qualquer instrução. A avaliação ao tipo de família e ao seu núcleo regista uma regressão demográfica, com uma percentagem significativa de famílias com 1 a 2 residentes e com um elevado número de famílias sem núcleo familiar. No que respeita à distribuição de edifícios por época de construção 46,5% são anteriores a 1919 e 22,3% entre 1919 e 1945; 5,5% foram construídos entre 1996 e 2001. Estes valores revelam que Sta. Catarina é um bairro antigo com um grande número de construções até à década de 40 mas com uma dinâmica de construção bastante recente. De qualquer forma o número de alojamentos vagos é muito elevado, alcançando um valor de 23% do total de alojamentos.



Figura 90: Ortofotomapa do bairro de Santa Catarina (Seixas *et al.*, 2005)

**LEGENDA:**

-  Limite do estudo de caso
-  Zonas
-  Condomínios

- 1. Bairro da Bica
- 2. Miradouro e acessos
- 3. Zona de transição
- 4. Poço dos Negros
- 5. Frente Boavista
- 6. Equipamentos
- 7. Frente São Paulo

O bairro de Santa Catarina apresenta “*uma identidade muito própria, que implica uma determinada maneira de ser e de estar, isto é, o sentir o pulsar do bairro, as relações de vizinhança, a proximidade familiar e uma vivência comum dos problemas*”; existe “*um espírito de bairro e uma certa qualidade de vida, independentemente de as casas apresentarem problemas de conforto e comodidade*”

Relativamente à morfologia urbana a *“malha urbana de Sta. Catarina é caracterizada por quarteirões fechados de matriz tradicional, com escalas e geometrias variadas e peculiares, na correspondência à movimentada topografia do suporte físico, marcado pelo grande desnível entre a Calçada do Combro, à cota alta, e o eixo da Rua de S. Paulo/Rua da Boavista, à cota baixa”*. Quanto aos níveis de estruturação urbanística e estrutura funcional o *“traçado encontra-se bem desenvolvido, na correspondência ao modelo de matriz tradicional em presença, com excepção para os subsectores de cota baixa, onde são escassas as serventias”* e foram ainda *“observadas fortes carências em estacionamento público e estacionamento residente”*.

A imagem urbana é dada por *“várias tipologias de conjuntos urbanísticos, na correspondência a sequências de lotes de pequena e de grande dimensão, e que manifestam padrões de forte identidade formal e morfológica”* e pela presença de *“construções singulares de grande interesse significante, pela sua linguagem arquitectónica ou pela sua importância como elementos de reconhecimento locativo da malha urbana em que se inserem”*. O sistema de espaços colectivos também marca bastante a imagem urbana do bairro, *“sendo de realçar os espaços de largo e os pátios existentes que constituem lugares urbanos relevantes”* e *“alguns valores coalescentes (...) como a Igreja dos Paulistas, a Igreja de S. Paulo, a Praça de S. Paulo e o Largo Dr. António Macedo”*. Outro dos elementos de referência é o Ascensor da Bica que para além do valor patrimonial também contribui para o sistema de circulação entre a Rua de S. Paulo e a Calçada do Combro, e cuja procura turística provoca dinâmicas no bairro.

No que respeita à volumetria do edificado as construções são bastante distintas, sendo que existem muitos edifícios entre 4 e 6 pisos e também com 2 e 3 pisos, principalmente em locais de gaveto e frentes de espaços de largo. Esta diversidade é *“acentuada pela variedade dos ritmos e linguagens das construções (dimensões das frentes edificadas, sentido tipológico e outros factores) e, sobretudo, pelas condições topográficas do terreno, do que resulta uma estrutura intensamente recortada, sendo esta a principal característica morfológica da malha urbana observada”*.

Devido à topografia acidentada e à malha urbana, a estrutura do espaço público é marcada *“pela presença do quarteirão tradicional fechado com geometria e escala muito peculiares – a norte de menor dimensão e traçado ortogonal, na continuidade da malha urbana do Bairro Alto e, a sul, junto à Rua de S. Paulo, com um traçado mais orgânico e quarteirões de maiores dimensões, dando lugar, muitas vezes, a logradouros e pátios interiores, traduzindo o sentido tipológico específico da malha ribeirinha – traduzem-se num espaço público dominado por arruamentos exíguos, não hierarquizados, numa sequência que resulta da adaptação da malha urbana tradicional à morfologia do terreno”*. Aliás, a imagem do espaço público é inseparável das continuidades perspécticas associadas à topografia e à localização sobre o Tejo.

Existem inúmeros arruamentos com patamares e escadas, arruamentos com perfis transversais reduzidos e assimétricos e vários impasses e pátios. Um dos locais mais marcantes é o Jardim do Adamastor e o miradouro de Santa Catarina que *“para além de serem um acontecimento singular e central nesta zona, são um local privilegiado pela relação panorâmica que estabelecem com o Tejo e com a Cidade”*, denotando-se uma *“forte apropriação do espaço público pelos moradores”*. Quanto ao mobiliário urbano encontra-se restrito aos *“elementos e equipamentos mais simples, sem uniformidade estética e de um modo geral degradado. Neste bairro são muito poucos os elementos de arte urbana existentes”*.

O conjunto de informação recolhida permitiu aferir as características históricas/simbólicas, estéticas/formais, sociais, económicas e ambientais do contexto local de implantação de candeeiros de iluminação para o espaço público (tab. 55).

Características	Históricas/ Simbólicas	Estéticas/ Formais	Sociais	Económicas	Ambientais
<b>Identidade</b>		<i>Elementos emblemáticos: o Bairro da Bica e o Alto de Santa Catarina.</i>	<i>População envelhecida e em declínio demográfico que tem atraído nos anos mais recentes</i>	<i>Emergência de alguns fenómenos de gentrificação bem sucedidos.</i>	
		<i>Elevador da Bica.</i>	<i>população com outro estatuto económico e diferentes modos de vida.</i>	<i>Imagem que os 'filhos do bairro' fazem da gentrificação como processo selectivo e excludente, directamente associado aos planos de revitalização e de regeneração urbana, ocasionando sentimentos de ressentimento e de desapossessão de uma memória colectiva.</i>	<i>Espaço desvalorizado urbanisticamente.</i>
	<i>Marcha da Bica: ícone cultural de toda a zona.</i>	<i>Construções singulares de grande interesse significativa: palácio Valada-Azambuja, Palácio Sandomil, Palacete das Chagas, Igreja das Chagas e Palácio Mesquitela.</i>	<i>Zona marcada por vivências diversificadas: convivem as classes populares e a 'aristocracia'.</i>	<i>Imagem que os 'filhos do bairro' fazem da gentrificação como processo selectivo e excludente, directamente associado aos planos de revitalização e de regeneração urbana, ocasionando sentimentos de ressentimento e de desapossessão de uma memória colectiva.</i>	<i>Descontentamento face à degradação do bairro e às fracas condições de habitabilidade de grande parte das casas.</i>
	<i>Arraiais dos Santos Populares.</i>	<i>Sistema de espaços colectivos marca fortemente a imagem urbana com realce para os espaços de largo e os pátios existentes:</i>	<i>Identidade muito própria: o sentir o pulsar do bairro, as relações de vizinhança, a proximidade familiar e uma vivência comum dos problemas.</i>	<i>O fiado ainda continua a ser uma prática constante.</i>	<i>Zona de presença identitária forte e existência de um arreigado espírito de bairro</i>
	<i>Jardim do Adamastor.</i>	<i>Miradouro de Santa Catarina.</i>	<i>Miradouro de Sta. Catarina, Largo de Sto. Antoninho, Pátio das Broas, Pátio do Pimenta e Pátio da Galega.</i>	<i>Forte coesão grupal com forte presença e participação local no associativismo de bairro.</i>	<i>Forte cultura de bairro alicerçada em relações de vizinhança e com o espaço público.</i>
	<i>Elevador da Bica.</i>	<i>Pequenas lojas porta sim porta não, oficinas artesanais, tipografias, tascas de comer e conviver.</i>	<i>Diversidade de volumetrias do edificado, acentuada pela variedade dos ritmos e linguagens das construções.</i>		
			<i>Estrutura intensamente recortada, resulta como factor de unidade e de identidade da estrutura edificada.</i>		

Características	Históricas/ Simbólicas	Estéticas/ Formais	Sociais	Económicas	Ambientais
<b>Continuidade e Inclusão</b>			<p><i>Não existem tensões com os novos moradores.</i></p> <p><i>Convivência multicultural arraigada e pacífica.</i></p> <p><i>Contextos de familiaridade e de proximidade proporcionando relações de entreatajuda e de vizinhança.</i></p> <p><i>Emergência de toda uma panóplia de comportamentos desviantes que poderão ameaçar a coesão do bairro.</i></p> <p><i>Presença de um sentimento de insegurança no imaginário das populações.</i></p>	<p><i>Presença de uma população idosa muito dependente e inexistência de cuidados locais de saúde.</i></p> <p><i>Um único centro de dia com capacidade para 48 idosos e uma única IPSS.</i></p> <p><i>Insuficiência de respostas sociais no tocante aos idosos e inexistência de possibilidades económicas de permanência das populações mais jovens.</i></p> <p><i>Resistência às transformações impostas por grupos dominantes, às desigualdades e conflitos socioeconómicos e culturais. Os excluídos do bairro levam consigo a chave da sua identidade.</i></p>	<p><i>Bom local para viver as relações de amizade e vizinhança</i></p> <p><i>O estabelecimento de relações no dia-a-dia faz-se maioritariamente com indivíduos da sua zona de residência.</i></p>

Características	Históricas/ Simbólicas	Estéticas/ Formais	Sociais	Económicas	Ambientais
<p><b>Qualidade do Domínio Público</b></p>		<p><i>Destaca-se o miradouro de Santa Catarina/Jardim do Adamastor.</i></p> <p><i>Os restantes espaços públicos são constituídos por pequenos largos e pátios, interessantes como espaços de atracção e de convívio.</i></p>	<p><i>Segurança está a diminuir, nomeadamente no Jardim D. Luís e no Miradouro de Sta. Catarina.</i></p> <p><i>O mercado de droga deslocou-se para o Largo Dr. António Macedo e para o Jardim de Sta. Catarina.</i></p> <p><i>O mobiliário urbano concentra-se nos poucos espaços públicos existentes, restrito aos elementos e equipamentos mais simples, sem uniformidade estética e de um modo geral degradado.</i></p> <p><i>Existência de poucos elementos de arte urbana.</i></p>		<p><i>Espaços públicos apresentam um aspecto muito degradado nomeadamente o Jardim de Sta. Catarina e o Jardim D. Luís, onde dormem vários sem-abrigo.</i></p> <p><i>Miradouro de Santa Catarina é um espaço público importante no contexto da cidade.</i></p>

Características	Históricas/ Simbólicas	Estéticas/ Formais	Sociais	Económicas	Ambientais
<b>Facilidade de Mobilidade</b>		<p><i>Proliferam arruamentos com escadas e patamares, com perfis transversais diminutos e irregulares, impasses e pátios.</i></p> <p><i>Passeios estreitos onde duas pessoas dificilmente se poderão cruzar.</i></p> <p><i>Percursos pedonais desenvolvem-se através de perfis longitudinais muito acentuados, só vencidos pela sucessão de escadas e patamares que dificultam uma acessibilidade livre e acessível a todos os moradores e visitantes.</i></p> <p><i>Estrutura de circulação viária apoiada nas vias envolventes e com duas penetrações em sentido único.</i></p>	<p><i>Oferta diversificada de transportes nos modos e nos destinos.</i></p> <p><i>Destaca-se o elevador da Bica, elemento de transporte entre as duas cotas do bairro que, desempenha importantes funções de transporte interno e de ligação entre meios de transporte.</i></p> <p><i>Problemas graves de estacionamento que resultam do aumento da taxa de motorização e dos hábitos dos novos moradores.</i></p> <p><i>Número exíguo de lugares de estacionamento em face dos alojamentos, mesmo se se contabilizar o estacionamento informal.</i></p>	<p><i>Existência de uma boa rede de transportes e de alguns parques de estacionamento adjacentes à Bica.</i></p>	<p><i>Malha urbana constituída pela presença do quarteirão tradicional fechado com geometria e escala muito peculiares.</i></p> <p><i>Espaço público dominando por arruamentos exíguos, não hierarquizados, numa sequência que resulta da adaptação da malha urbana tradicional à morfologia do terreno.</i></p>

Características	Históricas/ Simbólicas	Estéticas/ Formais	Sociais	Económicas	Ambientais
<b>Legibilidade</b>	<i>Relação com o sistema de vistas panorâmicas sobre o Tejo e a cidade.</i>	<i>Parte mais alta da freguesia é o Alto de Santa Catarina onde se encontra a estátua do Adamastor, virada para o Tejo, sendo possível a partir deste ponto obter uma vista única sobre o rio.</i>			
<b>Adaptabilidade</b>	<i>Estruturação histórica do espaço habitado em torno de uma lógica de mix social.</i>	<i>Espaço público pensado para um tempo em que a mobilidade se processava em moldes muito diferentes.</i>			<i>Dinâmicas de convivência multiculturais.</i>
<b>Diversidade</b>	<i>Certa 'confusão' entre a degradação ou morte dos espaços urbanos e pauperização desses mesmos espaços.</i>  <i>Forte associativismo marcado pela presença histórica e dinâmica das colectividades e de convivência interclassista.</i>		<i>As operações de renovação urbana têm sido feitas à custa da expulsão dos moradores 'tradicionais'.</i>  <i>Realidade social denota os conflitos de interesses e a tentativa de hegemonia de determinados grupos sociais sobre outros, o que se traduz nas resistências e transformações, nas novas incorporações das tradições, do novo, da moda.</i>	<i>Zona de pequeno comércio onde se pode encontrar de tudo, não obstante o envelhecimento progressivo do comércio tradicional, que tem vindo a ceder face aos centros comerciais.</i>	

**Tabela 55:** Matriz de Aferição das Características do Contexto Local

### 1.8. Etapa 2 - Características de design

A análise da tabela anterior permite estabelecer as analogias entre a paisagem urbana dos espaços públicos e o processo de intervenção do design de candeeiros implantados naqueles espaços. Ou seja, facilita a determinação das **Características de Design** da etapa 2 da integração do artefacto no contexto (fig. 91).



**Figura 91:** Etapa 2 – **Características de Design** da Integração do Artefacto no Contexto da Matriz Conceptual

Possibilita perceber e desenvolver que tipo de requisitos de projecto são necessários integrar no processo de desenvolvimento de candeeiros de iluminação para o espaço público, que assegurem os usos, as funções, as imagens culturais e os valores sociais atribuídos a cada espaço específico (tab. 56).

Características Genéricas	Requisitos Específicos	Lâmpada/Balastro/ Luminária	Suporte/Base
<b>Identidade</b>	Design do produto para reforçar o sentimento de lugar de acordo com o contexto local	Defender a imagem do bairro	Defender a imagem do bairro
<b>Continuidade e Inclusão</b>	Design e implantação do produto para melhorar a coerência dos espaços públicos	Privilegiar a vitalidade das actividades tradicionais	
<b>Qualidade do Domínio Público</b>	Design do produto para promover espaços atractivos, seguros e organizados e que incluam todos os utilizadores	Privilegiar a segurança	Promover a recuperação urbanística sem comprometer o <i>mix</i> social existente.
<b>Facilidade de Mobilidade</b>	Design e implantação do produto que contribua para um ambiente pedonal bem interligado.	Privilegiar a mobilidade e acessibilidade	Privilegiar a mobilidade e acessibilidade
<b>Legibilidade</b>	Design do produto p/ promover um ambiente compreensível e facilmente navegável	Dignificar as funções existentes sem retirar a possibilidade de fruição das vistas	
<b>Adaptabilidade</b>	Design flexível, multifuncional e adaptável	Ser adaptável ao traçado isotrópico e à malha consolidada e caracterizada por quarteirões tradicionais de escalas diversas	Valorizar as tradições presentes de modo a promover a integração social
<b>Diversidade</b>	Design para promover a diversidade de usos e actividades	Possibilitar a ampliação das actividades desenvolvidas, alargando os seus conteúdos e formas.	

**Tabela 56:** Matriz de Aferição dos Requisitos de Design de Contexto

Pode-se inferir que o design de candeeiros para o bairro de Santa Catarina deve defender a imagem do bairro, privilegiar a vitalidade das actividades tradicionais e promover a recuperação urbanística sem comprometer o *mix* social existente; privilegiar a segurança, a mobilidade e acessibilidade; dignificar as funções existentes sem retirar a possibilidade de fruição das vistas; ser adaptável ao traçado e à malha consolidada e

caracterizada por quarteirões tradicionais de escalas diversas; valorizar as tradições presentes de modo a promover a integração social e, possibilitar a ampliação das actividades desenvolvidas, alargando os seus conteúdos e formas.

### **1.9. Etapa 3 - Integração dos requisitos de design**

As matrizes anteriores fornecem os dados relativos aos requisitos de eco-design e aos requisitos de contexto, que juntamente com os outros requisitos de projecto definidos por Luttrupp (1999), (Cap. 4) contribuem para a definição da linha conceptual do projecto de eco-design de candeeiros de iluminação para o espaço público, para o caso específico do bairro histórico de Santa Catarina. São agora considerados todos os requisitos inerentes a um projecto de design deste tipo, incluindo as estratégias de eco-design e os requisitos de contexto definidos previamente.

Para além da observância de todas as recomendações e normas existentes (cap. 3), respeitantes aos vários componentes do produto, é também necessário considerar as matérias relativas aos princípios de iluminação em si. Questões relativas aos factores luminotécnicos como a luz e a cor, a temperatura da cor, o índice de restituição das cores, o rendimento luminoso e a duração de vida média da fonte de luz, assim como as questões relacionadas com as características da luz em si e os materiais, ou seja, com a aparência, a textura e a composição das superfícies, que determina quanta e que tipo de luz é absorvida, reflectida e/ou transmitida têm que ser reconhecidas no processo de desenvolvimento do projecto (Cap. 3).

A partir daqui os desenhos podem ser finalmente realizados, o que permite testar a funcionalidade, a compatibilidade espacial, a estrutura, os impactos ambientais, entre outros requisitos do novo projecto.

### **1.10. Etapa 4 - Avaliação do eco-design**

Depois de concluída a etapa antecedente, é conveniente realizar novas análises para determinar quais são efectivamente as melhorias ambientais introduzidas pelo novo

design do produto. Esta nova apreciação, efectuada com o mesmo tipo de método utilizado anteriormente, permite comparar os resultados agora obtidos com os anteriores. Este controlo possibilita verificar o cumprimento das especificações ambientais e realizar ainda qualquer alteração necessária, de modo a aperfeiçoar e a encontrar a solução ideal, de acordo com os requisitos definidos no início do projecto e no *eco-briefing*.

A partir daqui a forma, as dimensões e as propriedades dos acabamentos superficiais de cada componente são totalmente definidos. Os materiais são especificados, a viabilidade técnica e económica são novamente testadas e todos os desenhos técnicos e outros documentos são realizados para se poder passar para a fase produção. Nesta fase procuram-se minimizar os erros finais e realizar as correcções necessárias, e dependendo do tipo de empresa, avança-se para uma pré-série ou directamente para uma produção em série.

### **1.11. Resultados instrumentais**

A matriz conceptual desenvolveu um processo interactivo de eco-design de candeeiros de iluminação para o espaço público, complementar aos métodos de design clássicos. Introduce três inovações que facilitam o processo: em primeiro lugar estrutura o processo de eco-design de candeeiros de iluminação para o espaço público, em segundo lugar estabelece a relação que o candeeiro enquanto objecto, tem com o seu contexto envolvente, e por último permite e apela à integração de diferentes valências técnicas no processo de eco-design.

Tem como ponto forte o facto de ser um processo cíclico de eco-design, que possibilita aprender com os erros ao informar as primeiras etapas dos resultados e, estabelecer a ligação entre as diferentes perspectivas e capacidades dos participantes no processo.

A maior limitação desta matriz prende-se com a ausência da possibilidade da participação pública no processo de design de elementos que são projectados para o cidadão e para o seu espaço público. Esta questão exigiria metodologias e processos de

identificação e observação dos agentes – pessoas, grupos, associações, etc., - directamente ou indirectamente ligados ao processo, um reconhecimento das questões chave e uma análise estratégica que se encontram fora do âmbito desta investigação.

Também carecia de uma aplicação prática industrial e contextual, para se poder afinar e desenvolver, mas tal necessitaria de um par de anos tanto a nível de desenvolvimento de produto como de aferição dos aspectos relativos à inserção no local. De acordo com Van Tichelen (2007) a duração do ciclo de redesign de um produto de iluminação para o espaço público “*can range from several months to many years*”. Uma tecnologia nova para produção de luz pode levar cerca de dez anos, desde a ideia inicial até encontrar a tecnologia funcional correspondente e realizar-se um protótipo de teste. Lâmpadas e balastros novos baseados nas mesmas tecnologias ou em similares, podem necessitar de ciclos de redesign de vários anos, principalmente quando dependentes de testes de verificação de longo prazo. No total, o design de uma nova luminária, com requisitos funcionais e ópticos diferentes pode necessitar de um ciclo de design de 6 meses até vários anos (Van Tichelen, 2007).

No entanto, a matriz apresentada no estado de desenvolvimento em que se encontra possibilita a **integração de critérios e estratégias de eco-design, relacionar o objecto e o contexto local e integrar as várias especialidades envolvidas.**

### **Síntese conclusiva**

A validação empírica do modelo teórico representado pela matriz conceptual através do software ECO-it 1.3 de avaliação dos impactos ambientais e do estudo de caso do bairro de Santa Catarina, forneceu resultados interessantes relevantes para a avaliação deste modelo e, para se perceber as implicações deste trabalho. Esta experiência permitiu legitimar num contexto real os conceitos técnicos e teóricos de toda a investigação, e compreender se os resultados são válidos e generalizáveis, e se correspondem às expectativas teóricas da matriz.

O método de avaliação seleccionado, o software ECO-it 1.3 (Eco-indicator), permite apresentar produtos complexos e respectivos ciclos de vida em pouco tempo e, calcula os impactos ambientais do produto ou processo e, quais as fases do ciclo de vida que mais concorrem para a carga ambiental. Emprega uma base de dados de materiais e processos com os indicadores de impacto ambiental oriundos da metodologia Eco-Indicator'99, apresentando os resultados em pontos Eco-Indicadores (Pt).

Posteriormente à definição da ferramenta de avaliação, foram seleccionados os tipos de lâmpadas, balastros, luminárias, suportes e bases com suporte na sua representatividade de utilização corrente. A listagem de materiais e processos de produção para os respectivos produtos foi retirada da informação do estudo de caso VHK em iluminação para o espaço público e, servem de base para o cálculo dos impactos ambientais de cada tipo de componente do candeeiro. Os resultados obtidos com a avaliação do software ECO-it 1.3 permitiram perceber quais as fases do ciclo de vida dos vários componentes que apresentavam maior impacto ambiental, e seleccionar as estratégias respectivas para minimizar ou eliminar estes impactos.

A selecção do bairro de Santa Catarina como exemplo na aplicação à matriz conceptual, prendeu-se com o nível suficientemente elevado de dados que permitiram compreender conteúdos complexos de forma detalhada e em pouco tempo. A apreciação realizada possibilitou estabelecer as afinidades entre a paisagem urbana deste bairro e o processo de intervenção do design de candeeiros lá instalados. Os resultados obtidos permitiram perceber e desenvolver os requisitos do projecto que assegurem as características históricas/simbólicas, estéticas/formais, sociais, económicas e ambientais do contexto local de implantação de candeeiros de iluminação para o espaço público.

A aplicação empírica da matriz conceptual revelou que cada componente do candeeiro apresenta impactos ambientais diferentes em cada fase do seu ciclo de vida. Todavia, todas estas partes exibem impactos consideráveis na fase de extracção da matéria-prima e na fase da produção, com excepção da lâmpada cuja fase de utilização é, claramente, a de maior carga ambiental. A fase de fim de vida é relevante para os balastros, suportes e bases, directamente relacionados com a questão da eliminação ou reciclagem dos

próprios materiais. Como tal, no geral, devem aplicar-se as estratégias genéricas que privilegiem a optimização na utilização dos materiais, uma produção e processo limpo, e uma optimização do fim de vida, observando as respectivas estratégias específicas. Os resultados à integração do candeeiro neste bairro, revelaram que os requisitos de contexto devem defender a imagem do bairro, dinamizar as actividades tradicionais e promover a recuperação urbanística sem comprometer o *mix* social existente; contribuir para a segurança, a mobilidade e a acessibilidade; sublimar as funções existentes sem retirar a possibilidade de fruição das vistas; adaptar-se a escalas e traçados diversos; valorizar as tradições presentes para impulsionar a integração social e a expansão das actividades desenvolvidas.

Estes resultados demonstram que a matriz possibilita um processo interactivo de eco-design de candeeiros de iluminação para o espaço público, através de um sistema abrangente de suporte à tomada de decisões ao longo do desenvolvimento do projecto. Estrutura a integração de critérios e estratégias de eco-design, facilita a percepção da relação do objecto e o seu contexto local e fomenta a integração das várias especialidades técnicas envolvidas. Com esta matriz é possível a criação de soluções inovadoras e flexíveis de eco-candeeiros, capazes de melhor se ajustarem às necessidades locais específicas em determinados contextos físicos e socioculturais.



O capítulo 7 apresenta uma análise do estudo, bem como a discussão das principais conclusões da investigação realizada. A secção 1.1. desenvolve a observação e discussão dos resultados em consonância com a organização do trabalho, ou seja, primeiro são expostas as conclusões teóricas que resultaram na abordagem proposta e, posteriormente é analisada a matriz conceptual e a sua aplicação no estudo de caso. As conclusões teóricas estão organizadas sobre os três quadros teóricos de referência: mobiliário urbano e espaço público, design de candeeiros de iluminação pública e design e ambiente e sobre a constituição da matriz conceptual. A secção 1.2 revela as conclusões práticas deste estudo, através do software ECO-it 1.3 e do estudo de caso do bairro de Santa Catarina. A secção 1.3 discute a natureza da contribuição da presente investigação.

## **1. Resultados e contribuições da investigação**

O objectivo desta investigação é o de proporcionar uma abordagem teórica e prática para beneficiar a eco-concepção de candeeiros de iluminação para a sustentabilidade do espaço público urbano. A revisão da literatura demonstrou que, dentro duma perspectiva metodológica de desenvolvimento de produto, não existem princípios ou requisitos específicos para o design do mobiliário urbano em geral, nem requisitos metodológicos operativos de design de candeeiros de iluminação pública, e que os projectistas recorrem muitas vezes a adaptações de metodologias existentes com objectivos divergentes. Definido o âmbito da investigação foi formulada a seguinte pergunta de investigação:

Como pode a abordagem ao design de candeeiros de iluminação pública ser realizada, de tal modo que reduza os impactos ambientais do produto e que contribua para sustentabilidade do espaço público urbano em geral?

Para responder a esta questão, a tese foi dividida em duas partes, uma teórica de revisão da literatura e outra de construção da matriz e respectiva aplicação empírica. O trecho teórico investigou o estado da arte no campo do mobiliário urbano e espaço público (capítulo 2), o design de candeeiros de iluminação pública (capítulo 3) e o design e ambiente (capítulo 4). A segunda parte deste estudo estabeleceu a relação das três áreas e desenvolveu uma abordagem ao eco-design de candeeiros de iluminação pública e à sua relação com o espaço público onde são instalados. A metodologia projectual para o desenvolvimento de produtos é associada à metodologia de eco-design de produtos e à análise do contexto ambiental, com o objectivo de se obter um processo analítico mais

eficaz no design de candeeiros de iluminação pública. Esta abordagem interliga as três áreas de conhecimento e constitui a fundação do modelo teórico - a matriz conceptual (capítulo 5) e da parte prática deste estudo, testada com o software ECO-it 1.3 e o estudo de caso do bairro de Santa Catarina (capítulo 6).

As conclusões desta investigação serão estruturadas em consonância com a organização acima referida. Em primeiro lugar, serão apresentadas as conclusões teóricas que resultaram na abordagem proposta. Em segundo lugar, será analisada a matriz conceptual e a sua aplicação no estudo de caso. Isto representa, para todos os efeitos e propósitos, a resposta à pergunta de investigação acima formulada.

### **1.1. Conclusões teóricas**

Esta secção descreve como a pesquisa efectuada resultou numa proposta de uma matriz conceptual de abordagem ao design de candeeiros de iluminação para a sustentabilidade do espaço público. São analisados os conceitos que serviram de suporte conclusivo para a exploração e discussão da referência teórica e construção da matriz conceptual.

O capítulo 2 investigou o conhecimento teórico relativo ao mobiliário urbano em geral e ao espaço público. As cidades são cenários de reprodução das relações humanas, que tanto podem acontecer nos seus espaços construídos como nos seus espaços livres de edificações. Nesta acepção, os espaços públicos recebem e estimulam a prática da vivência social e servem de alicerce ao exercício da cidadania, pois apresentam uma acessibilidade e acolhem simultânea e passivamente os mais diversos utilizadores e as mais distintas formas de uso, quer através da sua função pré-estabelecida, quer através da sua possibilidade lúdica de existir. Neste sentido, é importante considerar que qualquer novo elemento que integre os seus espaços públicos deve contextualizar-se afirmativamente na sua malha, contribuir para a sua qualificação e valorização, organização e conteúdo estético.

O mobiliário urbano é assim entendido, como um instrumento técnico e funcional que estrutura o espaço público e que pode tornar-se um elemento constituinte na construção

da identidade urbana. Tem uma forte ligação com o ambiente onde está inserido, participando, facilitando ou dificultando o acesso e a mobilidade das pessoas e dos veículos, contribuindo para a sua usabilidade e atractividade e, funcionando como agente facilitador da convivência social e do intercâmbio de experiências individuais e colectivas dos cidadãos.

Presentemente, o mobiliário urbano tornou-se num elemento importante de estruturação do meio urbano. Os seus elementos configuracionais estabelecem relações perceptivas com os aspectos culturais, históricos, simbólicos, sociais, arquitectónicos, paisagísticos, humanos etc., das cidades, funcionando como mecanismos de sensibilização e de uso dos espaços públicos. Esta relação pressupõe o conhecimento e a compreensão destes locais, pois os recursos de design podem adquirir qualidades simbólicas ao estabelecerem modificações concretas nos espaços públicos, construindo cenários que podem contribuir para a definição de traços da identidade local, de características referentes ao clima, aos comportamentos, à paisagem urbana, à história e memória de cada espaço público. Ou seja, o projecto do mobiliário urbano pode ser uma oportunidade de contribuir significativamente para a afirmação da identidade e legibilidade dos espaços públicos das cidades, funcionando como um elemento interactivo entre o utilizador e o ambiente construído.

O capítulo 3 analisa as questões técnicas e sociais dos candeeiros de iluminação pública considerados neste estudo. Actualmente a iluminação do espaço público é considerado um factor essencial na construção da qualidade de vida de qualquer comunidade. É indispensável ao desenvolvimento social e económico dos municípios e assume-se como um dos factores mais importantes para a segurança pública das áreas urbanas, designadamente no que se refere à circulação de veículos e de peões e à prevenção da criminalidade. Contribui para a valorização e preservação do património urbano, ornamenta o bem público e proporciona o usufruto do espaço público nocturno, facilitando actividades como o comércio, a cultura, o ócio, etc.

Durante várias décadas o sistema de iluminação do espaço público privilegiou, quase exclusivamente, o trânsito motorizado. Actualmente este sistema é projectado para o

espaço urbano como um todo, que dá importância ao cidadão e que encara a luz como uma condição fundamental para a criação de ambientes promotores do desenvolvimento das actividades de cidadania, ao mesmo tempo que pode embelezar e salientar os espaços, edifícios e locais mais importantes da cidade. É consensual que a iluminação do espaço público desempenha uma grande influência no quotidiano das pessoas, pois favorece a segurança e a facilidade de orientação, valoriza a identidade cultural e a relação de comunicação das pessoas com o meio envolvente, concorrendo para o aumento da liberdade e para a humanização das metrópoles.

Habitualmente os requisitos de projecto exigidos aos candeeiros de iluminação pública centravam-se no custo dos produtos, no respectivo consumo de energia e na capacidade de iluminação dada pelos equipamentos, para além de uma elevada duração, resistência às várias condições adversas – meteorológicas e vandalismo - e, manutenção mínima. Actualmente, reconheceu-se que são igualmente importantes parâmetros como a segurança física do cidadão e do seu património, o fornecimento de condições apropriadas de conforto visual, de maiores possibilidades de lazer e de resposta ao desejo de equipamentos esteticamente adequados aos locais e, também uma maior participação do poder público na melhoria e na manutenção da iluminação do espaço público urbano. Para além destas questões, a luz deverá estabelecer uma relação dinâmica, sendo necessário assegurar níveis de iluminação de acordo com o tipo de utilizadores - peões, condutores e/ou mistos, com as características do tráfego - densidade e velocidade dos veículos, densidade dos peões – e, com as características ambientais - percepção do espaço e segurança.

Os candeeiros são objectos que conformam o espaço público, são vistos de dia e de noite, logo a sua presença é de extrema importância na construção do ambiente geral das cidades. Além disto, estes elementos apresentam uma das taxas de existência e constância mais elevada dentro do universo do mobiliário urbano. São artefactos que vivem diariamente nos vários lugares das cidades, constituídos por vários componentes, com diferentes objectivos e funcionalidades e distintos ciclos de vida úteis.

A tipologia de candeeiros abordada neste estudo, tem como objectivo fornecer luz para uma informação visual suficiente, de modo a permitir uma utilização nocturna com segurança, procurando o equilíbrio entre o objectivo de reduzir o efeito da intrusão da luz artificial no ambiente nocturno e a necessidade de fornecer a iluminação necessária para criar ambientes agradáveis e seguros. De facto, a questão da qualidade e quantidade de luz assumem-se, hoje em dia, como um dos requisitos de projecto mais importante. A luz quando dirigida para o céu, sobe e não regressa, não sofre a força da gravidade como por exemplo, a água das fontes.

O projecto de design de um candeeiro não se reduz apenas à parte física do objecto, mas também à imaterialidade da luz, como algo concreto que modela o próprio espaço. É necessário entender a relação da luz com o meio ambiente e com as pessoas, as suas reacções e emoções perante determinado tipo de luz. É imprescindível o conhecimento de questões relacionadas com o conforto visual, com factores luminotécnicos e a economia de energia, ou seja, com a relação da luz e a cor, a temperatura da cor, o índice de restituição das cores, o rendimento luminoso e a duração de vida média da fonte de luz. Mas também as questões relacionadas com as características da luz em si e os materiais, ou seja, em conjunto com a aparência, a textura e a composição das superfícies, que determina quanta e que tipo de luz é absorvida, reflectida e/ou transmitida. É fundamental poupar energia mas também é essencial saber colocar a luz onde é necessária, compreender a sua natureza, as pessoas e os contextos. Ou seja, para além da questão material, objectiva e técnica, também é necessário considerar a parte imaterial, subjectiva e estética que não pode ser mensurável.

Estas características apontam para a enorme influência que tem o tipo de fonte de luz – lâmpada – na qualidade dos ambientes. Actualmente a principal fonte de luz utilizada na iluminação dos espaços públicos é a lâmpada de vapor de sódio, a chamada luz amarela, que gradualmente tem vindo a substituir as lâmpadas de vapor de mercúrio. Este tipo de lâmpada apresenta um espectro quase monocromático, uma vida útil longa, e oferece um altíssimo rendimento luminoso, que aliados à baixa sensação de ofuscação e a um fluxo praticamente constante ao longo da sua vida útil, tornam essas lâmpadas uma boa solução. No entanto, estudos recentes revelam que a luz amarela não é a mais adequada,

pois a visão humana não se comporta muito bem neste cenário monocromático. As últimas pesquisas revelam que a distribuição espectral da fonte de luz tem efeito na visibilidade que ela produz e, em termos de visão mesópica, onde está situada a iluminação pública, concluiu-se que as fontes de luz brancas são mais eficientes que as amareladas, com lâmpadas de menor potência. Neste sentido, estas investigações indicam que alterando o espectro da luz, os níveis de iluminação podem ser reduzidos sem comprometimento da performance visual. Ou seja, se vemos melhor com umas luzes do que com outras, pode reduzir-se a energia gasta.

A análise dos valores de eficácia luminosa para a visão escotópica rompe com o arquétipo, que colocava a lâmpada de sódio como a melhor alternativa em eficácia luminosa na iluminação de ruas e vias públicas. Por outro lado, a lâmpada de vapor metálico oferece uma eficiência muito boa tanto na visão fotópica como principalmente na visão escotópica. Igualmente a nova geração de LED oferece uma boa eficácia nos dois tipos de visão, pois apresenta uma luz branca mais potente e eficiente, com maior vida útil e resistência térmica, e com características fotométricas mais adequadas, tanto no que diz respeito à distribuição do fluxo luminoso como às propriedades da luz emitida, nomeadamente a temperatura da cor e o índice de reprodução de cores. Para além disto, tem dimensões reduzidas e ausência de manutenção, o que faz com que possam vir a constituir no futuro, uma boa alternativa às lâmpadas de vapor de sódio.

O capítulo 4 identifica as questões relacionadas com o desenvolvimento de produtos e os impactos ambientais associados ao seu ciclo de vida. Presentemente existe consenso entre os cientistas que as mudanças climáticas verificadas no decorrer das últimas décadas estão directamente ligadas às actividades humanas no ambiente. O homem é o principal responsável pelo declínio das condições de vida e da degradação dos nossos ecossistemas.

Já não existem dúvidas que os desafios ambientais globais reivindicam fundamentos e acções profundas, na definição de critérios de design que estabelecerão as coordenadas para o desenvolvimento de produtos e serviços sustentáveis. A investigação mais recente tem salientado a enorme responsabilidade das actividades do design em relação

ao desenvolvimento de produtos ambientalmente menos prejudiciais. Actualmente, as sociedades pautam-se por estilos de vida regrados pelo consumismo, incentivadas a adquirir sucessivamente bens e serviços, que geraram hábitos de consumo e produção difíceis de mudar, e que naturalmente apontam para um quadro de colapso dos recursos naturais. Todavia esta perspectiva de síncope ecológica centrou a atenção no desempenho ambiental dos produtos e processos, envolvendo uma mudança significativa na abordagem às actividades projectuais e industriais.

Por definição o eco-design traduz-se na introdução das considerações ambientais no design ‘tradicional’ de produto, com a finalidade de melhorar a sua performance ambiental, sem modificar drasticamente o seu conceito. Ou seja, a ponderação dos requisitos ambientais não deve adquirir prioridade sobre as outras exigências do produto, tais como a qualidade, o custo, a segurança, a funcionalidade, entre outros. Também prevê esta integração logo nas fases iniciais do processo de design e acima de tudo, uma abordagem de ciclo de vida, desde a extracção e transformação da matéria-prima, passando pela concepção e produção, distribuição e utilização até à fase de eliminação no fim de vida.

A investigação demonstrou que a estrutura básica do processo de desenvolvimento de produto não é alterada quando os requisitos ambientais são integrados. Todavia, a perspectiva ecológica de ciclo de vida acrescenta, efectivamente, novas reflexões às várias etapas envolvidas neste processo.

Para aceder à informação ambiental sobre o produto é necessário utilizar técnicas de avaliação que descrevam quais os impactos associados a cada fase do ciclo de vida. Estas ferramentas e métodos de avaliação variam muito em termos de complexidade, qualidade e de tempo para os compreender e aplicar, e não podem ser usados indistintamente em cada condição ou etapa do processo de desenvolvimento de produto. Para além disto, só os métodos quantitativos de avaliação é que proporcionam informação detalhada, que, apesar de exigirem mais tempo de tratamento e um conhecimento especializado deste tipo de ferramentas, fornecem resultados fidedignos. Por sua vez, os métodos qualitativos de avaliação são mais fáceis de aplicar, mas

proporcionam uma visão geral dos impactos ambientais sobre os quais deverão ser tomadas medidas, com um carácter genérico baseado por vezes em assumpções subjectivas. Numa posição intermédia encontram-se as ferramentas qualitativas na forma de software ou bases de dados, baseadas na avaliação de análise de ciclo de vida, que permitem a sua utilização, por projectistas não especialistas, em avaliações de impacto ambiental.

O resultado destas avaliações permite seleccionar o tipo de estratégia de eco-design adequada para minimizar ou eliminar os impactos detectados associados a cada etapa do ciclo de vida do produto. Na maioria dos casos, a aplicação de uma única estratégia não conseguirá responder a todos os requisitos obrigatórios de eco-design, sendo necessário a aplicação de diferentes estratégias para se conseguirem atingir melhores resultados globais. Isto torna-se particularmente importante quando se trata de candeeiros de iluminação do espaço público pois sendo constituídos por vários componentes com diferentes ciclos de vida, nem todos apresentam o mesmo tipo de impactos ambientais iguais em todas as fases do seu ciclo de vida.

O capítulo 5 parte das assumpções acima para realizar o modelo teórico - a matriz conceptual - de abordagem ao design de candeeiros de iluminação para a sustentabilidade do espaço público. O eco-design configurou-se como uma metodologia importante para a incorporação dos requisitos ambientais no design dos candeeiros de iluminação pública, no entanto, fornece parâmetros gerais e não serve para analisar a relação interdependente que estes artefactos têm com a ambiência circundante, nem o impacto real que podem ter na sua configuração espacial. Com o propósito de encontrar novas formas para uma melhor contribuição do design no desenvolvimento de candeeiros de iluminação que concorram para a sustentabilidade dos espaços públicos, propõe-se a introdução da matriz conceptual. Esta assume-se como um instrumento de estruturação e auxílio no processo de tomada de decisões durante o desenvolvimento projectual destes artefactos.

Um candeeiro pode ser projectado e fabricado de variadíssimas maneiras, a questão é decidir qual é a melhor forma do ponto de vista ambiental e de integração no seu

contexto local. Para tal, é necessária uma abordagem ao processo de design que contemple as questões ambientais mas também os requisitos que permitam uma integração harmoniosa do objecto no seu ambiente. Neste sentido, foi construída uma matriz que possibilita, por um lado, determinar os impactos ambientais associados a cada componente do candeeiro e a cada fase do ciclo de vida e determinar as estratégias de eco-design mais adequadas para reduzir ou eliminar estes impactos e, por outro, estabelecer os referenciais históricos e simbólicos, estéticos e formais, sociais, económicos e ambientais dos lugares, de forma a contribuir para a sua integração no contexto local.

O candeeiro é constituído por componentes com características, dimensões e tempo de vida útil distintos. Por exemplo, as colunas e os reflectores possuem um tempo de vida útil de cerca de 30 anos, as lâmpadas entre 3 e 4, os balastos electromagnéticos entre 20 a 30 anos e os electrónicos pouco menos de 15-20 anos. Para além disto, alguns destes componentes estão dependentes de energia para funcionarem enquanto outros, não a utilizam mas também são responsáveis por diversos impactos ambientais, nomeadamente através dos materiais e processos de fabrico que utilizam. Neste sentido, a matriz conceptual, origina a criação de um primeiro quadro que considera individualmente o impacto de cada componente – lâmpada, balastro, luminária, suporte e base - e cada etapa do ciclo de vida – extracção de matéria-prima, produção, distribuição, utilização e fim de vida. O seu objectivo é reconhecer os impactos ambientais principais dentro do ciclo de vida de cada componente do produto para poder identificar quais as estratégias de eco-design mais adequadas, listadas num segundo quadro. Este encontra-se organizado em estratégias genéricas directamente relacionadas com cada etapa do ciclo de vida do produto. Dentro destas estão organizadas as estratégias específicas que deverão ser seleccionadas para reduzir os impactos detectados em cada um dos componentes do candeeiro.

Ao mesmo nível a matriz conceptual gerou mais dois quadros de aferição ao contexto local. O primeiro está organizado à volta dos objectivos de design urbano – identidade, continuidade e inclusão, qualidade do domínio público, facilidade de mobilidade, legibilidade, adaptabilidade e diversidade – que permitem percepcionar as

características dos locais mais representativas em termos históricos e simbólicos, estéticos e formais, sociais, económicos e ambientais dos lugares. Esta apreciação permite definir, no segundo quadro, quais os requisitos de contexto que deverão ser integrados no design do candeeiro de iluminação para um determinado tipo de espaço público. Estes requisitos encontram-se directamente relacionados com o tipo de lâmpada, balastro e luminária como um todo (pois são geralmente vendidos juntos) e com o tipo de suporte e base, pois também funcionam em conjunto.

Os resultados vão definir as estratégias de eco-design e os requisitos de contexto do projecto de design do candeeiro. A partir daqui, passa-se para a etapa 3 da matriz conceptual, onde é definida a linha conceptual para o design do candeeiro de iluminação para o espaço público, que considera todos os requisitos inerentes a um projecto de design deste tipo em conjunto com os agora identificados através destes quadros. A etapa 4 sugere uma nova avaliação ao projecto de design do candeeiro, com o mesmo tipo de ferramenta anteriormente utilizada, com o objectivo de perceber qual o grau de melhoria ambiental efectivamente introduzido no novo produto. Esta nova avaliação justifica-se pelo facto de qualquer modificação nesta fase ser menos onerosa que em qualquer das etapas subsequentes, e possibilitar retirar ilações para futuros projectos relativamente ao tipo de ferramentas de avaliação e estratégias de eco-design escolhidas. Para além disto, garante um controlo efectivo dos resultados, ao permitir inserir atempadamente as alterações necessárias, de modo a aperfeiçoar e a encontrar a solução adequada de projecto.

## **1.2. Conclusões práticas**

O capítulo 6 afere a matriz conceptual e os respectivos quadros de análise através da validação empírica com o software ECO-it 1.3 e com o estudo de caso do bairro de Santa Catarina. Os resultados obtidos fornecem informação relevante para a avaliação deste modelo e, para se perceber as pressuposições deste estudo. Para além disso, como referido anteriormente, a aplicação prática da matriz conceptual permite legitimar num contexto real os conceitos técnicos e teóricos de toda a investigação e perceber se os

resultados são válidos e generalizáveis, e se correspondem às expectativas teóricas da matriz.

A avaliação efectuada aos vários componentes do candeeiro com o software ECO-it 1.3 através dos critérios estabelecidos nos quadros apresentados, permitiu constatar a validade destes critérios pois possibilitou aferir os vários impactos ambientais em cada fase do seu ciclo de vida. Destacou os impactos a considerar na fase de extracção da matéria-prima e na fase da produção relativos à generalidade dos componentes, com excepção da lâmpada cuja fase de utilização é, claramente, a de maior carga ambiental. A fase de fim de vida é importante para os balastos, suportes e bases, directamente relacionados com a questão da eliminação ou reciclagem dos próprios materiais. A gestão de fim de vida é, no geral, regulada pela directiva WEEE, que estabelece que as unidades devem ser desmontadas, tratadas e recicladas. Esta informação permitiu o preenchimento do quadro subsequente relativo à selecção das estratégias de eco-design, que se revelaram compatíveis entre si e adequadas a cada etapa do ciclo de vida do candeeiro. Os resultados finais com indicação das estratégias de eco-design necessárias para a redução ou eliminação dos impactos associados ao produto configuraram-se como hipóteses viáveis para o desenvolvimento conceptual deste tipo de projectos.

A aferição realizada aos objectivos de design urbano definidos, que permite perceber as características mais representativas do bairro de Santa Catarina em termos históricos e simbólicos, estéticos e formais, sociais, económicos e ambientais, também se revelou adequada embora de carácter interpretativo mais subjectivo. A análise e respectiva interpretação do estudo de caso seleccionado baseiam-se inevitavelmente na significação que o investigador faz da leitura efectuada e dos respectivos dados que selecciona, através de processos indutivos ou mesmo intuitivos. No entanto, devido ao carácter objectivo dos quadros apresentados, julga-se que os resultados obtidos não apresentariam propostas muito diferentes se efectuados por outra pessoa. Aliás, um dos pressupostos desta matriz conceptual e respectivos quadros é uma estruturação clara das análises e avaliações principais, tentando evitar situações dúbias de interpretação. A análise efectuada distinguiu a necessidade de defender a imagem do bairro, impulsionar as actividades tradicionais e fomentar a recuperação urbanística sem

comprometer o *mix* social existente; concorrer para a segurança, a mobilidade e a acessibilidade; realçar as funções existentes sem afastar a possibilidade de fruição das vistas; adaptar-se a escalas e traçados diversos; valorizar as tradições presentes para estimular a integração social e o desenvolvimento das actividades desenvolvidas.

### 1.3. Contribuições da investigação

Uma das características deste estudo é a sua natureza interdisciplinar, que influenciou definitivamente a extensão final. Apesar de a investigação estar centrada no tema da concepção ecológica e desenvolvimento de candeeiros de iluminação para a sustentabilidade do espaço público, foi necessário considerar conhecimento de outras áreas e, conseqüentemente, explicar o significado da sua integração no contexto do projecto de candeeiros de iluminação pública. Abranger e relacionar as diversas áreas e disciplinas no tópico apresentou algumas vantagens e desvantagens. A principal vantagem é que a pesquisa em áreas relacionadas com a do conhecimento e a sua integração no tema é de interesse para o autor desta pesquisa, tanto em termos académicos como profissionais. A maior desvantagem é que a informação encontrada nas diversas fontes é geralmente fragmentada e, por vezes, com uma ligação marginal para a área em estudo. Logicamente a falta de literatura direccionada para as áreas de interesse deste estudo, afectou o seu formato final. No entanto, esta desvantagem criou a oportunidade para reunir um corpo de conhecimentos que se encontrava disperso e que veio sustentar os três principais quadros de referência teórica e as orientações explícitas da tese e sobre os quais foi construída a matriz conceptual.

Paralelamente, esta investigação conseguiu reunir uma série de documentação e informação que se encontrava dispersa, e que permitiu completar o trabalho iniciado no estudo “*Lisboa e os Candeeiros: Estudo sobre a Génese e Evolução da Iluminação Pública na Cidade de Lisboa 1755-1928*” realizado para obter a *Suficiencia Investigadora*, de modo a conseguir continuar a traçar a génese da implementação dos candeeiros de iluminação pública enquanto objectos caracterizadores da paisagem urbana, e definir vários aspectos da sua evolução formal, material e técnica desde 1755 até à actualidade. Possibilitou também a identificação de alguns dos autores do desenho

destes elementos assim como dos locais onde foram colocados. Também permitiu completar o núcleo de imagens com grande parte dos vários tipos de candeeiros utilizados em Lisboa, que permite entender a origem dos elementos de iluminação pública – lampiões, candelabros e candeeiros –, a nível da sua evolução formal e técnica, como ainda compreender como estes artefactos contribuíram para novos modos de organizar o espaço público. O acervo documental de imagens, apresentado sob a forma de linhas de tempo, pretende ser para o utilizador não especializado, um ponto de partida para o reconhecimento da utilidade do material iconográfico e, para o investigador, um suporte para uma abordagem diferente e complementar, à génese e evolução da iluminação pública da cidade de Lisboa até à actualidade.

A investigação teria ganho se fosse baseada em exemplos industriais práticos e recomendações teóricas. Contudo, uma vez que não existem conceitos teóricos disponíveis que sirvam de referência ao design de candeeiros para a sustentabilidade do espaço público, esta pesquisa procurou desenvolver novas formas de contribuir para uma melhor abordagem ao seu design. A tradução dos conceitos teóricos em conhecimento operativo aumenta o potencial de implementação das teorias e prevê a possibilidade de as aplicar na prática industrial.

Este estudo também contribui para o reconhecimento da importância das relações existentes entre a concepção ambiental do produto e desenho urbano, e, portanto, entre design de mobiliário urbano e ambiente construído. Na verdade, o resultado do trabalho de investigação estabelece uma abordagem integrada para o design de candeeiros para a sustentabilidade do espaço público que suporta todo o processo de decisão de concepção.

A importância de se considerar todos os impactos do ciclo de vida dos produtos foi demonstrada, assim como a importância da selecção das estratégias adequadas. As estratégias de eco-design parecem ser as fontes dominantes para resolver os problemas ambientais que surgem nos diversos tipos de candeeiros de iluminação pública. Os vários componentes que constituem o candeeiro sugerem várias estratégias para garantir a melhoria do desempenho ambiental em geral. No entanto, salientam-se as estratégias

de eco-design de aumento da eficiência energética, de optimização no consumo e aplicação de energias renováveis, de maior durabilidade e de fácil manutenção, de utilização de materiais reciclados e recicláveis com baixa energia incorporada, e de promoção de processos limpos de produção. A reutilização ou reciclagem deverão ser as estratégias de fim de vida. Esta investigação também destacou a possibilidade de melhorar o produto, modificando a atitude do designer em relação aos processos *clássicos* de design de produto.

Julga-se que os resultados obtidos legitimaram a matriz conceptual e os vários pressupostos desta investigação. Para além disto, constatou-se que a matriz conceptual organiza a inclusão de critérios e estratégias de eco-design de forma estruturada e crítica, auxilia na compreensão da relação do objecto e do seu contexto local de implantação e favorece a integração de vários especialistas no processo de desenvolvimento projectual dos candeeiros. De salientar ainda que a matriz possibilita organizar o projecto por etapas, determinar uma linguagem comum ao longo do projecto com as várias áreas técnicas envolvidas e estruturar a procura das melhores soluções, permitindo assim rentabilizar o tempo e diminuir os custos. Esta possibilidade de racionalização do desenvolvimento do projecto não afecta o processo criativo e a inovação inerente à actividade projectual pois permite a observação e crítica durante o processo, assegurando a sua objectividade e consistência. A aplicação da matriz também poderá gerar oportunidades de mercado através de soluções que se adequam melhor às necessidades locais de determinados contextos físicos e socioculturais.

Finalmente, o presente estudo também levantou várias questões relativas ao design sustentável de candeeiros de iluminação pública. Uma vez que esta é ainda uma área inexplorada de acordo com o modelo proposto, ou seja, através da integração das três áreas de conhecimento, existem várias oportunidades para trabalho futuro de investigação.



## I. Fontes primárias

### 1.1. Arquivo Fotográfico de Lisboa

Texto sobre o funcionamento do Lampião ou Candeeiro de Cegonha. Fotógrafo: Eduardo Portugal. Prova: A6103. Negativo: N.

Candeeiro de suspensão. Lisboa. Fotógrafo não identificado. Prova: A19355 Negativo: N16721, imagem: AF\img39\A19355.jpg.

Candeeiro de coluna. Passeio Público. Entrada sul. Fotógrafo: Eduardo Portugal, s.d. Prova: A10459 Negativo: N9002-99.

Candeeiro de coluna. Alameda principal do Passeio Público. Fotógrafo: Eduardo Portugal, s.d. Prova: A10460 Negativo: N9002-100.

Candeeiro de coluna. Largo da Anunciada. Fotógrafo não identificado, 1954. Prova: A22849 Negativo: N20606, imagem: AF\img46\A22849.jpg.

Candeeiro de coluna. Praça Duque da Terceira. Fotógrafo não identificado, 1888. Prova: A12915 Negativo: N11099, imagem: AF\img26\A12915.jpg.

Candeeiro de coluna. Praça do Comércio. Fotógrafo não identificado, final séc. XIX. Prova: A12937 Negativo: N11121, imagem: AF\img26\A12937.jpg.

Candeeiro de coluna. Palácio das Necessidades. Fotógrafo: Joshua Benoliel, 1908-02-08. JBN001039 Prova: A8501 Negativo: N7301, imagem: AF\img18\A8501.jpg.

Candeeiro de coluna. Teatro Nacional Dona Maria II, Praça Dom Pedro IV. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000546 Prova: A4729 Negativo: N4598.

Candeeiro de coluna. Teatro D. Maria II, Praça Dom João da Câmara. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000547 Prova: A4730 Negativo: N4599.

Candeeiro de coluna, modelo N° 1. Companhia Gaz de Lisboa. Fotógrafo: Alberto Carlos Lima, início séc. XX. LIM000859 Prova: A14383 Negativo: N12510, imagemAF\img29\A14383.jpg.

Candeeiro de coluna, modelo N° 2. Companhia Gaz de Lisboa. Rua da Rosa. Fotógrafo não identificado, entre 1898 e 1908. FAN001579 Prova: A1579 Negativo: N1579, imagem: AF\img4\A1579.jpg.

Candeeiro de coluna, modelo N° 3. Companhia Gaz de Lisboa. Rua do Século. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000502 Prova: A4685 Negativo: N4554.

Candeeiro de coluna. Jardim do Príncipe Real. Fotógrafo: Garcia Nunes, s.d. Prova: A42280 Negativo: N39754.

Candeeiro de coluna. Rua da Madalena. Fotógrafo não identificado, entre 1898 e 1908. FAN002828 Prova: A2828 Negativo: N2828, imagem: AF\img6\A2828.jpg.

Candeeiro de coluna. Feira de Belém. Fotógrafo: Chaves Cruz, c. 1925. CRU000390 Prova: A17041 Negativo: N15167, imagem: AF\img35\A17041.jpg.

Candeeiro de coluna. Rua das Amoreiras. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000585 Prova: A5052 Negativo: N4894.

Candeeiro de coluna. Calçada de Santana junto da Igreja da Pena. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000510 Prova: A4693 Negativo: N4562.

Candeeiro de coluna. Palácio dos Duques de Palmela, Rua da Escola Politécnica. Fotógrafo: Salvador de Almeida Fernandes, c. 1952. SAL000018 Prova: A18068 Negativo: N16125, imagem: AF\img37\A18068.jpg.

Candeeiro de coluna. Igreja dos Mártires, Rua Garrett. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000584 Prova: A5051 Negativo: N4893, imagem: AF\img11\A5051.jpg.

Candeeiro de coluna. Terreiro do Paço. Fotógrafo não identificado. SEX000002 Prova: A12592 Negativo: N10776, imagem: AF\img26\A12592.jpg.

Candeeiro de coluna. Rua Garrett, 120-122, Chiado. Fotógrafo: Joshua Benoliel, 1911. JBN000436 Prova: A4220 Negativo: N4220, imagem: AF\img9\A4220.jpg

Candeeiro de consola modelo n° 4. Rua de Santa Marta. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000504 Prova: A4687 Negativo: N4556.

Candeeiro de consola. Largo de São Rafael. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000515 Prova: A4698 Negativo: N4567.

Candeeiro de consola. Calçada de Santo António Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000508 Prova: A4691 Negativo: N4560

Candeeiro de consola. Socorro. Fotógrafo: Eduardo Portugal. EDP000685 Prova: A5581 Negativo: N5191.

Candeeiro de consola. Travessa do Jordão. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000576 Prova: A5043 Negativo: N4885.

Candeeiro de consola. Rua Nova do Desterro. Fotógrafo: Eduardo Portugal. EDP000686 Prova: A5582 Negativo: N5192.

Candeeiro de consola. Praça José Fontana. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000536 Prova: A4719 Negativo: N4588.

Candeeiro de consola. Rua Serpa Pinto. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000550 Prova: A4733 Negativo: N4602.

Candeeiro de consola. Travessa das Merceeiras. Fotógrafo não identificado, entre 1898 e 1908. FAN003210 Prova: A3210 Negativo: N3210, imagem: AF\img7\A3210.jpg.

Candeeiro de consola. Av. de Dom Carlos I. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 195-. EDP001063 Prova: A17771 Negativo: N15864, imagem: AF\img36\A17771.jpg.

Candeeiro de consola. Antiga Prisão Académica. Fotógrafo: Joshua Benoliel, início séc. XX. JBN001314 Prova: A8780 Negativo: N7580, imagem: AF\img18\A8780.jpg.

Candeeiro de consola. Largo de Santa Luzia. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000522 Prova: A4705 Negativo: N4574.

Candeeiro de consola. Travessa da Nazaré. Fotógrafo: Eduardo Portugal, ant. 1944. EDP000688 Prova: A5584 Negativo: N5194.

Candeeiro de consola. Alto da Cascalheira. Fotógrafo: Eduardo Portugal. 1944. EDP000716 Prova: A5917 Negativo: N5472, imagem: AF\img12\A5917.jpg.

Candeeiro de consola. Lisboa. Fotógrafo: Alberto Carlos Lima, 19-. LIM002165 Prova: A15720 Negativo: N13846, imagem: AF\img32\A15720.jpg.

Candeeiro de consola. Lisboa. Fotógrafo: Armando Serôdio, 1952. SER Prova: A19342 Negativo: N16708, imagem: AF\img39\A19342.jpg.

Candeeiro de coluna. Largo de Santa Luzia. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000521 Prova: A4704 Negativo: N4573.

Candeeiro de coluna. Rua do Milagre de Santo António. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000707 Prova: A5908 Negativo: N5463, imagem: AF\img12\A5908.jpg.

Candeeiro de coluna. Praça do Comércio. Fotógrafo: Joshua Benoliel, 1907-12. JBN003521 Prova: A3940 Negativo: N3940, imagem: AF\img8\A3940.jpg.

Candeeiro de coluna. Largo Trindade Coelho. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000529 Prova: A4712 Negativo: N4581.

Candeeiro de coluna. Avenida Duque de Loulé. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000509 Prova: A4692 Negativo: N4561.

Candeeiro de coluna. Adro da Igreja da Madalena. Largo da Madalena. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000501 Prova: A4684 Negativo: N4553.

Candeeiro de coluna. Avenida Fontes Pereira de Melo. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000539 Prova: A4722 Negativo: N4591.

Lanterna de vedação. Largo de São Sebastião da Pedreira, Palácio Vilalva. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000592 Prova: A5059 Negativo: N4.

Lanterna de vedação. Avenida 24 de Julho. Abegoaria Municipal. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000583 Prova: A5050 Negativo: N4892.

Lanterna de vedação. Vedação do Jardim da Estrela, Praça da Estrela. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000524 Prova: A4707 Negativo: N4576.

Candeeiro de tecto. Praça do Comércio. Fotógrafo: não identificado. Prova: A19359 Negativo: N16725.

Candeeiro de coluna. Jardim Nuno Álvares. Fotógrafo: Joshua Benoliel, 1911. JBN000031 Prova: A3784 Negativo: N3784, imagem: AF\img8\A3784.jpg.

Candeeiro de coluna. Praça Duque da Terceira. Fotógrafo: Eduardo Portugal, s.d. POR057746 Prova: B095269 Negativo: N, imagem: AF\img191\B095269.jpg.

Candeeiro de coluna. Avenida da Liberdade. Início séc. XX. Fotógrafo: Paulo Guedes. PAG000340 Prova: A9557 Negativo: N8248.

Candeeiro de coluna. Palácio de Belém. Data: 1918/11. Fotógrafo: Joshua Benoliel. JBN001445 Prova: A8912 Negativo: N7712.

Lanterna de vedação. Calçada do Galvão. Jardim-Museu Agrícola Tropical. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000587 Prova: A5054 Negativo: N4896.

Lanterna de vedação. Parque Silva Porto, Benfica. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944.  
EDP000580 Prova: A5047 Negativo: N4889.

Candeeiro de coluna. Avenida 24 de Julho. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944.  
EDP000517 Prova: A4700 Negativo: N4569.

Candeeiro de coluna. Avenida 24 de Julho. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944.  
EDP000518 Prova: A4701 Negativo: N4570.

Candeeiro de coluna. Praça dos Restauradores. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944.  
EDP000543 Prova: A4726 Negativo: N4595.

Candeeiro de coluna. Campo dos Mártires da Pátria. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944.  
EDP000511 Prova: A4694 Negativo: N4563.

Candeeiro de coluna. Avenida da Liberdade. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944.  
EDP000542 Prova: A4725 Negativo: N4594.

Candeeiro de coluna. Avenida da Liberdade. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944.  
EDP000544 Prova: A4727 Negativo: N4596.

Candeeiro de coluna. Praça Dom Pedro IV. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944.  
EDP000545 Prova: A4728 Negativo: N4597.

Candeeiro de coluna. Praça do Comércio. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944.  
EDP000548 Prova: A4731 Negativo: N4600.

Candeeiro de coluna. Avenida Fontes Pereira de Melo. Fotógrafo: Eduardo Portugal,  
1944. EDP000538 Prova: A4721 Negativo: N4590.

Candeeiro de coluna. Praça do Comércio. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944.  
EDP000722 Prova: A5923 Negativo: N5478, imagem: AF\img12\A5923.jpg.

Candeeiro de coluna. Praça Marquês de Pombal. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944.  
EDP000540 Prova: A4723 Negativo: N4592.

Candeeiro de coluna. Lago do Campo Grande. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 195-.  
EDP001066 Prova: A17774 Negativo: N15867, imagem: AF\img36\A17774.jpg.

Candeeiro de coluna. Rua Paiva de Andrade. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944.  
EDP000729 Prova: A5930 Negativo: N5485, imagem: AF\img12\A5930.jpg.

Candeeiro de coluna. Parque Eduardo VII. Fotógrafo: Eduardo Portugal, ant. 1952. EDP000346 Prova: A18103 Negativo: N16159 NAF: 18103, imagem: AF\img37\A18103.jpg.

Candeeiro de coluna. Lisboa. Fotógrafo: Porfírio Pardal Monteiro, entre 1920 e 1930. PAM000077, imagem: AF\IMG212\PAM000077.jpg.

Candeeiro de coluna. Avenida Álvares Cabral. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000725 Prova: A5926 Negativo: N5481, imagem: AF\img12\A5926.jpg.

Candeeiro de coluna. Praça da Figueira. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1951-01. EDP001065 Prova: A17773 Negativo: N15866, imagem: AF\img36\A17773.jpg.

Candeeiro de coluna. Escadas José António Marques e avenida 24 de Julho. Fotógrafo: Fernando Martinez Pozal, 1945. POZ Prova: A6239 Negativo: N5635, imagem: AF\img13\A6239.jpg.

Candeeiro de coluna. Praça Marquês de Pombal. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000541 Prova: A4724 Negativo: N4593.

Candeeiro em consola. Rua do Sol, ao Rato. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000579 Prova: A5046 Negativo: N4888.

Candeeiro em consola. Cais da Lingueta. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000588 Prova: A5055 Negativo: N4897.

Candeeiro em consola. Rua da Páscoa. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 195-. EDP000358 Prova: A18270 Negativo: N16323, imagem: AF\img37\A18270.jpg.

Candeeiro em consola. Lisboa. Fotógrafo não identificado, 195-. Prova: A19352 Negativo: N16718, imagem: AF\img39\A19352.jpg.

Candeeiro de coluna. Rua Miguel Lupi. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000512 Prova: A4695 Negativo: N4564.

Candeeiro de coluna. Rua de São Ciro. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000519 Prova: A4702 Negativo: N4571.

Candeeiro de coluna. Rua da Lapa. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000713 Prova: A5914 Negativo: N5469, imagem: AF\img12\A5914.jpg.

Candeeiro de coluna. Travessa da Horta Navia. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000715 Prova: A5916 Negativo: N5471, imagem: AF\img12\A5916.jpg.

Candeeiro em lira. Rua do Vale de Santo António. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000507 Prova: A4690 Negativo: N4559.

Candeeiro em lira. Travessa do Fala-Só. Fotógrafo: Eduardo Portugal, s.d. POR016109 Prova: B094434 Negativo: N, imagem: AF\img189\B094434.jpg.

Candeeiro de coluna. Rua Penha de França. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP00591 Prova: A5058 Negativo: N4900.

Candeeiro de coluna. Calçada da Patriarcal. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP00506 Prova: A4689 Negativo: N4558.

Candeeiro de coluna. Rua Mouzinho da Silveira. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP00514 Prova: A4697 Negativo: N4566.

Candeeiro de coluna. Largo das Necessidades. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP00525 Prova: A4708 Negativo: N4577.

Candeeiro de coluna. Rua de São Julião. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP00526 Prova: A4709 Negativo: N4578.

Candeeiro de coluna. Rua Rodrigues Sampaio. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP00533 Prova: A4716 Negativo: N4585.

Candeeiro de coluna. Largo do Andaluz. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP00534 Prova: A4717 Negativo: N4586.

Candeeiro de coluna. Praça José Fontana. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP00537 Prova: A4720 Negativo: N4589.

Candeeiro de coluna. Largo de São Vicente. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1952. EDP000378 Prova: A18459 Negativo: N16511.

Candeeiro de coluna. Jardim de São Pedro de Alcântara. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP00530 Prova: A4713 Negativo: N4582.

Candeeiro de coluna. Largo de Santo António da Sé. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000503 Prova: A4686 Negativo: N4555.

Candeeiro de coluna. Calçada da Estrela, Rua das Francesinhas. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000712 Prova: A5913 Negativo: N5468, imagem: AF\img12\A5913.jpg.

Candeeiro de coluna. Praça Duque da Terceira. Fotógrafo: Armando Serôdio, 1965-03. Prova: A48075 Negativo: N45556, imagem: AF\img97\A48075.jpg.

Candeeiro de coluna. Rua das Francesinhas. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 195-. EDP001064 Prova: A17772 Negativo: N15865, imagem: AF\img36\A17772.jpg.

Candeeiro de coluna. Campo Grande. Fotógrafo: Firmino Marques da Costa, ant. 1951. FMC000071 Prova: A17894 Negativo: N15969, imagem: AF\img36\A17894.jpg.

Candeeiro de coluna. Avenida da Liberdade. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1951. EDP001031 Prova: A17734 Negativo: N15839, imagem: AF\img36\A17734.jpg.

Candeeiro de coluna. Avenida Infante Dom Henrique. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1954-06. EDP001196 Prova: A22899 Negativo: N20654, imagem: AF\img46\A22899.jpg.

Candeeiro de coluna. Avenida da Índia. Fotógrafo: Artur Inácio Bastos, s.d. Prova: A44283 Negativo: N41755, imagem: AF\img89\A44283.jpg.

Candeeiro de coluna. Avenida Almirante Gago Coutinho. Fotógrafo: Kurt Pinto, ant. 1940. KPI Prova: A22297 Negativo: N20126, imagem: AF\img45\A22297.jpg.

Candeeiro de coluna. Bairro de Alvalade. Fotógrafo: Eduardo Portugal, ant. 1952. EDP000345 Prova: A18102 Negativo: N16158, imagem: AF\img37\A18102.jpg.

Candeeiro de coluna. Avenida do Restelo. Fotógrafo: Artur Inácio Bastos, s.d. Prova: A44296 Negativo: N41768, imagem: AF\img89\A44296.jpg.

Candeeiro de coluna. Rua Duarte Pacheco Pereira. Fotógrafo: Artur Inácio Bastos, s.d. Prova: A44281 Negativo: N41753, imagem: AF\img89\A44281.jpg.

Candeeiro de coluna. Rua Correia Garção. Fotógrafo: Domingos Alvão, ant. 1946. ALV Prova: A5506 Negativo: N, imagem: AF\img12\A5506.jpg.

Candeeiro de coluna. Parque Eduardo VII. Fotógrafo: Eduardo Portugal, c. 1954. EDP001190 Prova: A22893 Negativo: N20648, imagem: AF\img46\A22893.jpg.

Candeeiro de coluna. Doca da Rocha do Conde de Óbidos. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1954. POR014949 Prova: B094439 Negativo: N, imagem: AF\img189\B094439.jpg.

Candeeiro de coluna. Doca da Rocha do Conde de Óbidos. Fotógrafo: Eduardo Portugal, c. 1954. EDP001193 Prova: A22896 Negativo: N20651, imagem: AF\img46\A22896.jpg.

Candeeiro de coluna. Praça do Império. Fotógrafo: Artur Inácio Bastos, s.d. Prova: A44288 Negativo: N41760, imagem: AF\img89\A44288.jpg.

Candeeiro de coluna. Rua António Pereira de Sousa. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1950-09. EDP001012 Prova: A17502 Negativo: N15614, imagem: AF\img36\A17502.jpg.

Candeeiro de coluna. Avenida 24 de Julho. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000513 Prova: A4696 Negativo: N4565, imagem: AF\img10\A4696.jpg.

Candeeiro de coluna. Praça Luis de Camões. Fotógrafo: Firmino Marques da Costa, 195-. FMC000177 Prova: A21380 Negativo: N19340, imagem: AF\img43\A21380.jpg.

Candeeiro de coluna. Avenida do Restelo. Fotógrafo: Artur Inácio Bastos, s.d. Prova: A44295 Negativo: N41767, imagem: AF\img89\A44295.jpg.

Candeeiro de coluna. Azinhaga do Poço de Cortes. Fotógrafo não identificado, s.d. Prova: A80050 Negativo: N76558, imagem: AF\img161\A80050.jpg.

Candeeiro de coluna. Praça Almirante Américo Tomás. Fotógrafo: Artur Inácio Bastos, s.d. Prova: A55663 Negativo: N53131, imagem: AF\img112\A55663.jpg.

Candeeiro de coluna. Rua Cidade de Tete. Fotógrafo: Arnaldo Madureira, 1967. Prova: A57571 Negativo: N55055, imagem: AF\img116\A57571.jpg.

Candeeiro de coluna. Acesso à Ponte 25 de Abril. Fotógrafo: Artur Inácio Bastos, s.d. Prova: A55666 Negativo: N53134, imagem: AF\img112\A55666.jpg.

Candeeiro de coluna. Rua Professor Aires de Sousa. Fotógrafo: Paulo Catrica, 1998. LIS000205 Prova: B089577 Negativo: N NAF: 37, imagem: AF\img180\B089577.jpg.

Candeeiro de vedação. Rua Latino Coelho. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP00535 Prova: A4718 Negativo: N4587.

Candeeiro em consola. Rua do Limoeiro. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000520 Prova: A4703 Negativo: N4572.

Candeeiro em consola. Lisboa. Fotógrafo não identificado, 195-. 3 Prova: A19348 Negativo: N16714, imagem: AF\img39\A19348.jpg.

Candeeiro em consola. Calçada de São Francisco. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000527 Prova: A4710 Negativo: N4579.

Candeeiro em consola. Calçada de São Francisco. Fotógrafo: Eduardo Portugal, 1944. EDP000528 Prova: A4711 Negativo: N4580.

Candeeiro de travessia. Lisboa. Fotógrafo não identificado, 195-. Prova: A19353 Negativo: N16719, imagem: AF\img39\A19353.jpg.

Candeeiro de travessia. Lisboa. Fotógrafo não identificado, 195-. Prova: A19337 Negativo: N16703, imagem: AF\img39\A19337.jpg.

Candeeiro em consola. Lisboa. Fotógrafo não identificado, 195-. Prova: A19345 Negativo: N16711, imagem: AF\img39\A19345.jpg.

Candeeiro em consola. Lisboa. Fotógrafo não identificado, 195-. Prova: A19346 Negativo: N16712, imagem: AF\img39\A19346.jpg.

Candeeiro em consola. Lisboa. Fotógrafo não identificado, 195-. Prova: A19354 Negativo: N16720, imagem: AF\img39\A19354.jpg.

Candeeiro em consola. Rua da Prata. Fotógrafo: Judah Benoliel, c. 1953. JBN004200 Prova: A21842 Negativo: N19786, imagem: AF\img44\A21842.jpg.

Candeeiro em consola. Rua Garrett. Fotógrafo: Judah Benoliel, c. 1953. JBN004201 Prova: A21843 Negativo: N19787, imagem: AF\img44\A21843.jpg.

## **1.2. Arquivo Histórico do Arco Cego**

1959. *Contrato de fornecimento de candeeiros para iluminação pública e sua instalação, com Alfredo Alves & Companhia - Filhos*. 1959-09-15. Cota original: 222 A, Fls. 66. Código de referência: PT/AMLSB/AL/CMLSB/ADMG-N/02/00224.

1958. *Contrato de fornecimento para a remodelação da iluminação pública da Avenida 24 de Julho, (entre Santos e o Cais do Sodré), Largo de Santos, Praça Duque de Terceira e Cais do Sodré, com Alfredo Alves & Companhia - Filhos.* 1958-04-29. Cota original: 210 A, Fls. 22 v. Código de referência: PT/AMLSB/AL/CMLSB/ADMG-N/02/00226.

1944. *Projecto do jardim de Braancamp Freire e do campo dos Mártires da Pátria Fernandes.* Autor: Inácio Peres. Cota original: 107. Código de referência: PT/AMLSB/AL/CMLSB/UROB-PU/10/161

1887. *Escritura de concessão de licença à Sociedade Anónima de Iluminação do Centro, de Bruxelas, para a iluminação pública e particular da cidade de Lisboa de 14-10-1887.* Cota original: 16 Escrituras, Fls. 11 v. Código de referência: PT/AMLSB/AL/CMLSB/ADMG-N/02/08422.

### **Gaveta 39**

(s.n.t.). Cópia Marion de Alçado e planta de candeeiro.

(s.d.). Cópia Marion de Projecto de Candeeiro. Projecto do Arq. Marques da Silva.

(s.d.). Candeeiro de Coluna Tipo Caravela. Projecto do Arq. José Augusto de Magalhães.

(s.d.). Candeeiro de Coluna. Tipo Caravela – 4 braços, variante. Projecto do Arq. José Augusto de Magalhães.

1901. Desenho do *Projecto para elevar a altura dos candelabros actuaes d'Avenida.* Companhias Reunidas de Gaz e Electricidade.

1901. Cópia Marion das *Lâmpadas de suspensão para a Rua Nova do Carmo.* Companhias Reunidas de Gaz e Electricidade.

1888. Desenho da *Coluna modelo N° 1.* Companhia Gaz de Lisboa.

1888. Desenho da *Coluna modelo N° 2.* Companhia Gaz de Lisboa.

1888. Desenho da *Coluna modelo N° 3.* Companhia Gaz de Lisboa.

1888. Desenho da *Consola modelo N° 4.* Companhia Gaz de Lisboa.

1888. Desenho da *Lanterna modelo N° 5.* Companhia Gaz de Lisboa.

1888 Desenho do *Candélabre da Eclairage Electrique de l'Avenue de la Liberte*. Companhia Gaz de Lisboa.

1888. Cópia Marion do *Candeeiro alternativo para a iluminação eléctrica da Av. da Liberdade*. Companhia Gaz de Lisboa.

1888. Cópia Marion do *Candelabre & Lampe alternativo para a iluminação eléctrica da Av. da Liberdade*. Companhia Gaz de Lisboa.

1849. “*Plan d’un candelabre pour l’illumination à Gaz de la Place du Rocio*”. Desenho de Candelabro para a Iluminação a Gás da Praça do Rossio, apresentado por José Detry.

1849. “*Candelabre pour l’illumination à gaz de la Place D. Pedro*”. Desenho alternativo de Candelabro para a Iluminação a Gás da Praça do Rossio, apresentado por José Detry.

### **SGO - cx. 111:**

1910. Cópia Marion da *Planta anexa ao officio nº 7 para a iluminação da Av. da Liberdade*. 21 de Janeiro de 1910. Officio nº 7

### **1.3. Biblioteca Nacional**

CML (1951). *Revista municipal*. N. 50. Lisboa. p. 39.

CML (1905). *Contrato para a nova iluminação a luz electrica de diversas ruas, praças e avenidas celebrado com a Sociedade Companhias Reunidas Gaz e Electricidade em 25 de Fevereiro de 1905*. Lisboa. Companhia Typographica.

CML (1906). *Contrato de 3 de Novembro de 1906 com a Sociedade Companhias Reunidas Gaz e Electricidade*. [S.l. : s.n.], 1907. Lisboa: Typ. A Editora.

CML (1908). *Contracto de 28 de Novembro de 1908 com a Sociedade Companhias Reunidas Gaz e Electricidade*. Lisboa. Typographia A Editora Limitada.

Legrand, C. (ca. 1842). *Arsenal do Exército em Lisboa*. Visual gráfico. Legrand. S.l.: s.n., Lisboa: Off. Lith de M. e l Luiz.

#### **1.4. Centro de Documentação do Museu da Electricidade**

CML (1928). *Contrato da Câmara Municipal de Lisboa com a Sociedade Companhias Reunidas de Gaz e Electricidade*, 1928.

CML (s.d.). *inf. N° 3230*. (s.n.t.).

#### **1.5. Fundação Calouste Gulbenkian – Biblioteca de Arte**

CML (1936). *Anuário da Câmara Municipal de Lisboa*. Lisboa. Câmara Municipal. Lisboa: S. Industriais da C.M.L

CML (1935). *Anuário da Câmara Municipal de Lisboa*. Lisboa. Câmara Municipal, Vol 1. Lisboa: S. Industriais da C.M.L

#### **1.6. Gabinete de Estudos Olisiponenses**

CML (1965). *Actas das Sessões da CML, n° 367*. Reunião de 22 e 29 de Dezembro de 1965.

CML (1962). *Actas da Sessões da CML*.

CML (1923). *Acordo de 30 de Dezembro de 1922 e escritura de 18 de Junho de 1923*. Companhias Reunidas Gás e Electricidade. Livro 127 Fls. 136. Lisboa: Imprensa Municipal.

CML (1922). *Relatório e propostas da Comissão nomeada pela Comissão Executiva para estudar as bases dos acordos a estabelecer com as “Companhias Reunidas de Gás e Electricidade”*. Lisboa: Imprensa Municipal.

CML (1919). *Acordo celebrado em 14 de Maio de 1919*. Companhias Reunidas Gás e Electricidade. Livro 104 das Escrituras Fls. 85 v. Lisboa: Imprensa Municipal, 1926.

CML (1901). *Contrato de 7 de Março de 1901 com a Sociedade Companhias Reunidas Gaz e Electricidade alterando o contrato celebrado entre esta Câmara e a mesma Sociedade em 22 de Julho de 1891*. Lisboa: Companhia Typographica.

CML (1894). *Escreitura de acordo de 18 de Janeiro de 1894 entre a Camara Municipal de Lisboa e a sociedade Companhias Reunidas Gaz e Electricidade sobre Liquidação de contas, iluminação da Avenida da Liberdade e Praça dos Restauradores e Marquez de Pombal, e sobre outros pontos de execução do contracto de 22 de Julho de 1891*. Lisboa. Typographia da A Editora. 1907.

CML (1891). *Contrato celebrado entre a Camara Municipal de Lisboa e a Sociedade Companhias Reunidas Gaz e Electricidade em 22 de Julho de 1891*. Lisboa: Imprensa Typographica.

### **1.7. Hemeroteca Digital**

CML (1946). *Anais do Município de Lisboa*. Lisboa. Câmara Municipal.

CML (1945). *Anais do Município de Lisboa*. Lisboa. Câmara Municipal.

CML (1939). *Anais do Município de Lisboa*. Lisboa. Câmara Municipal.

CML (1938). *Anais do Município de Lisboa*. Lisboa. Câmara Municipal.

### **1.8. Museu da Cidade**

1880?/90?. “*Planta e elevação das Columnas rostraes*”. Inserido no “*Projecto d' embelezamento na Praça do Commercio*” Autor: José Luis Monteiro. Desenho nº 82, Gaveta do arquivador.

## **II. Fontes secundárias**

### **1.1. Livros e artigos**

Aragall, F. (2003). *Conceito Europeu de Acessibilidade: manual de assistência técnica*. Coord. Sagramola, S., tradução Stella Pamplona Chaves, Ed. Secretariado Nacional para a Reabilitação e Integração das Pessoas com Deficiência. 2005. (versão electrónica disponível em [www.inr.pt](http://www.inr.pt)).

Archer, L.B. (1979). Whatever Became of Design Methodology?. *Design Studies*, 1(1), 17-20.

Archer, L.B. (1971). *Technological Innovation: a Methodology*. Frimley: Inforlink.

Ayers, A. (2004). *The Architecture of Paris*. Edition Axel Menges.

Baxter, M. (1996). *Product Design – Practical methods for the systematic development of new products*, Chapman & Hall, London.

Baumann, H., Boons, F. e Bragd, A. (2002). Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives. *Journal of Cleaner Production* 10(5): 409-425.

Beitz, W., Grimm, M., Jorden, W., Kaufer, H., Steinhilper, R., Weber, R., Wende, A. e Ennulat, D. (1991). *Designing Technical Products for ease of Recycling*. VDI 2243. University of Berlin.

Benevolo, L. (1989). *História da Arquitetura Moderna*. S. Paulo. Perspectiva. 2ª Edição.

Bergendahl, C.G., Hedemalm, P. e Segerberg, T. (1995). *Handbook for Design of Environmentally Compatible Electronic Products*. Swedish Institute of Production Engineering Research (IVF).

Bhamra, T.A., Evans, S. *et al.* (1999). Integrating environmental decisions into the product development process. I – The early stages. *Proceedings of the EcoDesign '99: First International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing*. IEEE Computer Soc.

Borja, J. (2000). Fazer Cidade na Cidade Actual. Centros e Espaços Públicos Como Oportunidades. Em: Brandão, P. e Remesar (coord.), *Espaço Público e a Interdisciplinaridade*. Lisboa. Centro Português de Design, 80 – 89.

Borja, J. (1998). Ciudadanía y espacio público. Em: VVAA, Ciutat real, ciutat ideal. Significat i funció a l'espai urbà modern., *Urbanitats*. núm. 7, Centro de Cultura Contemporánea de Barcelona, Barcelona 1998. (Acedido em: 5 Março 08, em: [http://urban.cccb.org/urbanLibrary/htmlDocs/urbanLibrary\\_1024.asp?gIdioma=A&gDo c=undefined&gPDF=undefined](http://urban.cccb.org/urbanLibrary/htmlDocs/urbanLibrary_1024.asp?gIdioma=A&gDo c=undefined&gPDF=undefined))

Boyer, A. e Rojat-Lefebvre, E. (1994). *Aménager les Espaces Publics. Le Mobilier Urbain*. Collection Techniques de Conception. Publications du Moniteur, Paris.

Boyer, A., Deboaisne, D. e Rojat-Lefebvre, E. (1990). *Le mobilier urbain et sa mise en scène dans l'espace public*, Versailles, CAUE des Yvelines.

Brandão, P. (2008). *A Identidade dos Lugares e a sua Representação Colectiva. Bases de Orientação para a concepção, qualificação e gestão do espaço público*. Série Política de Cidades – 3. DGOTDU – Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano.

Brandão, P. (2005). *Ética e Profissões, no Design Urbano. Convicção, Responsabilidade e Interdisciplinaridade. Traços da Identidade Profissional no Desenho da Cidade*. Tese apresentada para a obtenção do grau de Doutor no Doutoramento em Espaço Público y Regeneración Urbana: Arte y Sociedad. Departamento de Escultura. Universidade de Barcelona.

Brandão, P. (2003). Alguns 'flashes' sobre lugares, pássaros, sinos e mesas, ou o 'Outro' como ética, no design urbano. Em: Brandão, P. e Remesar, A, (eds.), *Design de espaço público: deslocação e proximidade*. Centro Português de Design, Lisboa. 2003.

Brandão, P., Aguas, S. e Carrelo, M., (2002). *O Chão da Cidade – Guia de Avaliação do Design de Espaço Público*. Ed. CPD. Lisboa.

Brezet, J.C. e Van Hemel, C.G. (1997). *Ecodesign: A promising approach to sustainable production and consumption*. UNEP, Paris.

Brezet, H. et al. (1996). *PROMISE manual*. Delft University of Technology, TME Institute and TNO product Centre, the Netherlands.

Butel-Bellini B. e Janin, M. (1999). *Eco conception: état de l'art des outils disponibles*, Techniques de l'ingénieur, Paris.

Calthorpe, P. e William, F. (2001). *The regional city: planning for the end of sprawl*. Island Press.

Caluwe, N. (1997). *Ecotools Manual – A Comprehensive Review of Design for Environment Tools*. Design for the Environment Research Group, Manchester Metropolitan University, Dept. of Mechanical Engineering, Design and Manufacture.

Candura, P. (2003). Visão Humana. Vapores metálicos x Vapor de sódio. *Revista Lume Arquitetura*. Edição número 3.

Cardoso, R.L. (2004). Capital e Espaço: aproximações analíticas entre o “modelo haussmann” e o Planejamento Estratégico das Cidades. *Actas do VIII Congresso Luso-Afro-Brasileiro de Ciências Sociais. A Questão Social no Novo Milénio*. Centro de Estudos Sociais. Faculdade de Economia. Universidade de Coimbra. Coimbra 16, 17 e 18 de Setembro de 2004.

Carmona, M. (1985). *Le mobilier urbain*. Paris: Presses Universitaires de France. Col. Que sais-je?.

Cerdà, I. (1863). Necesidades de la Circulacion y de los Vecinos da las Calles con Respecto a la Via Publica Urbana, y Manera de Satisfacerlas. Em: *Teoría de la Viabilidad Urbana. Cerdà y Madrid*. Tomo I. Madrid y Enero de 1961. Ministerio para las Administraciones Públicas. Ayuntamiento de Madrid. 1º ed. 1991.

Cerdà, I. (1859). *Teoría de la Construcción de las Ciudades. Cerdà y Barcelona*. Ministerio para las Administraciones Públicas. Ayuntamiento de Barcelona. 1º ed. 1991.

Charter, M. e Chick, A. (1997). Editorial Notes. *Journal of Sustainable Product Design* 1:5–6. Acedido em: 22 Nov. 07, em: <http://www.cfsd.org.uk/journal/archive/index.html>.

Chillida, E. (1996). *Discurso pronunciado por D. Eduardo Chillida con motivo de su investidura como Doctor Honoris Causa por la Universidad de Alicante*. Pronunciado em 22 de Março de 1996. Acedido em: 6 Abril 09, em: <http://www.ua.es/es/presentacion/doctores/chillida/discurso.htm>.

Choay, F. (1997). *O urbanismo, utopias e realidades - Uma antologia*. São Paulo: Editora Perspectiva.

Choay, F. (1994). Le règne de l’urbain et la mort de la ville. *La Ville, Art et Architecture*. Paris, Centre Georges Pompidou, 1994.

Câmara Municipal de Lisboa (1991). *Regulamento Geral de Mobiliário Urbano e Ocupação da Via Pública*. Edital n.º 101/91. Versão em vigor, com as alterações efectuadas pelo Edital n.º 35/92. Acedido em: 25 Set. 07, em: [http://www.cm-lisboa.pt/?id\\_categoria=90&id\\_item=3955](http://www.cm-lisboa.pt/?id_categoria=90&id_item=3955).

Câmara Municipal da Trofa (2002). *Regulamento Municipal de Ocupação De Espaços Públicos e Mobiliário Urbano*. Acedido em: 2 Out. 07, em: <http://www.mun-trofa.pt/regulamentos/ocupacao-espacos.html>.

Comissão das Comunidades Europeias (2004). *Política integrada de produtos. Desenvolvimento de uma reflexão ambiental centrada no ciclo de vida*. Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu. Bruxelas, 18.3.2004. COM(2003) 302 final/2. Acedido em: 5 Abril 08, em: <http://eur-ex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2003:0302:FIN:PT:DOC>.

CCE (2001). *Livro Verde Sobre a Política Integrada Relativa Aos Produtos* Bruxelas, 07.02.2001 COM (2001) 68 final. Acedido em: 5 Abril 08, em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2001:0068:FIN:PT:PDF>.

Condessa, B. (2006). *Planeamento Urbano*. IST. Acedido em: 13 Abril 07 em: [https://dspace.ist.utl.pt/bits\\_tream/2295/80187/1/ECA\\_PlaneamentoUrbano.pdf](https://dspace.ist.utl.pt/bits_tream/2295/80187/1/ECA_PlaneamentoUrbano.pdf).

Commission International de l'Eclairage. (2007). *Road Transport Lighting for Developing Countries*. Technical Report. Acedido em: 23 de Out. 08, em: <http://members.eunet.at/cie/>.

Cooper, T. (1999). Creating an economic infrastructure for sustainable product design. *Journal of Sustainable Product Design* 8:7–15. Acedido em: 4 de Dez. 08, em: <http://www.cfsd.org.uk/journal/archive/99jspd8.pdf>.

Cordeiro, B. (2006). *A iluminação pública em Lisboa e a problemática da história das técnicas*. Dissertação de mestrado em Ciências Sociais apresentada no Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa.

Cordeiro, B. (2003). Por uma observação cuidada da evolução das paisagens tecnológicas: O caso da manga que substituiu a chama e permitiu ao gás sobreviver à lâmpada. Contexto internacional e adopção na cidade de Lisboa no final do 'longo' séc. XIX. *Comunicação apresentada no Encontro anual da APHES, 7- 8 Nov 2003*.

Costa, J.A. (1996). *Gás de Lisboa. Da Iluminação pública a gás na Lisboa romântica ao gás natural*. Lello Editores, Lda.

Cowan, R. (2001). *Designing Places A Policy Statement for Scotland*. Scottish Executive Development Department, Scotland.

Cowan, R. (2000). *Placecheck, A Users' Guide*. Urban Design Alliance, London.

CPFL (2008). *Iluminação Pública – Luminária Não Integrada*. Padrão Técnico. CPFL Energia. Acedido em: 30 de Set. 08, em: <http://agencia.cpfl.com.br/portal-servicos/index.asp>.

- Cross, N. (1984). *Developments in design methodology*. Wiley, Chichester.
- Cross, N. (2007). Forty Years of Design Research. *Design Research Quarterly*. V. 2:1 January 2007.
- Cross, N. (2000). *Engineering Design Methods - Strategies for Product Design*. Chichester, West Sussex, John Wiley & Sons, Ltd.
- Cruz, F.I S. (1849). *Notícia Histórica da Iluminação da Cidade de Lisboa*.
- Cullen, G. (1983). *Paisagem Urbana*. Lisboa: Edições 70, 2004.
- Denis, R.C. (2000). *Uma introdução a História do Design*. São Paulo: Edgard Blucher.
- Design Council, (1997). *More for Less: Design for Environmental Sustainability*. The Design Council, London.
- Department of the Environment, Transport and the Regions. (2000). *By Design*. CABE, Thomas Belford, UK.
- Duhem, B. *et al.* (1991/1992). *Villes & Transports*. Tome 1. Actes du séminaire. Acedido em 5 Abril 07, em:  
<http://www2.urbanisme.equipement.gouv.fr/cdu/datas/docs/ouvr1/sommaire.htm#som>.
- ECOLIFE Thematic Network. (2002). *Eco-design guide. Environmentally Improved Product Design Case Studies of the European Electrical and Electronics Industry*. Ed. ENSAM, Chambéry, França, Technical University of Berlin, Alemanha, Sheffield Hallam University, Reino Unido. Acedido em: 14 Fev. 08, em:  
[http://www.ihrt.tuwien.ac.at/sat/base/ecolife/Ecodesign%20guide%20version\\_31\\_07\\_2002.pdf](http://www.ihrt.tuwien.ac.at/sat/base/ecolife/Ecodesign%20guide%20version_31_07_2002.pdf).
- EDP- Energias de Portugal (s.d.). *Guia do Projectista*. Acedido em: 10 Out. 08, em:  
[http://www.edp.pt/EDPI/Internet/PT/Group/Peers/Professionals/Designer\\_guide/default.htm](http://www.edp.pt/EDPI/Internet/PT/Group/Peers/Professionals/Designer_guide/default.htm).
- EDP – Electricidade de Portugal (1941). *Companhias Reunidas Gás e Electricidade 1891-1941: 50 anos de progresso*. Lisboa: Bertrand (Irmãos) Lda.
- Ehrenfeld, J. e Lenox, M. (1997). The Development and Implementation of DfE Programmes. *Journal of Sustainable Product Design*, Issue 1.
- Ertas, A. e Jones, J. (1996). *The Design Process*. Wiley, New York.

Espuche, A.G. (1999). La reconquesta d'Europa: Per què l'espai públic?. Em: catàlogo de la exposició *La reconquesta de Europa. ¿Por qué el espacio público?*, Centro de Cultura Contemporànea de Barcelona 1999. Acedido em: 6 Abril 07, em: [http://urban.cccb.org/urbanLibrary/htmlDocs/urbanLibrary\\_1024.asp?gIdioma=A&gDoc=undefined&gPDF=undefined](http://urban.cccb.org/urbanLibrary/htmlDocs/urbanLibrary_1024.asp?gIdioma=A&gDoc=undefined&gPDF=undefined).

European Environment Agency (2005). *Sustainable use and management of natural resources*. EEA Report No 9/2005.

Evans, B. e Strömberg, K. (2001). *Understanding the Public Realm as a Driving Force in Competitive Cities*. Chalmers University of Technology. Urban Design and Planning.

Fernandes, A. (1992). *Lisboa e a Electricidade*. Lisboa: EDP Electricidade de Portugal SA.

Ferreira, A.M. (2008). *(I)Mobilidade Em Espaço Urbano – A Emergência de Cidades Inteligentes*. e - GEO – Centro de Estudos de Geografia e Planeamento Regional. Acedido em: 13 de Nov. 08, em: [http://www.geogra.uah.es/web\\_11\\_cig/cdXICIG/docs/01-PDF\\_Comunicaciones\\_coloquio/pdf-1/com-P1-30.pdf](http://www.geogra.uah.es/web_11_cig/cdXICIG/docs/01-PDF_Comunicaciones_coloquio/pdf-1/com-P1-30.pdf).

Ferreira, S. (2006). *Iluminação Pública*. Sessão Ponto de Encontro de 30 de Março de 2006. Acedido em: 9 de Out. 08, em: [http://lisboaenova.org/index.php?option=com\\_mtree&task=viewlink&link\\_id=266&Itemid=176](http://lisboaenova.org/index.php?option=com_mtree&task=viewlink&link_id=266&Itemid=176).

French, M. (1985). *Conceptual Design for Engineers*, Design Council/Springer, London/Berlin.

Gertsakis J., Lewis H. e Ryan, C. (1997). *A Guide to EcoRedesign – improving the environmental performance of manufactured products*. Centre for Design at RMIT, Royal Melbourne Institute of Technology, Melbourne, Australia.

Gillespies (1995). *Glasgow City Centre Public Realm: Strategy & Guidelines*. Strathclyde Regional Council, Glasgow City Council & Glasgow Development Agency.

Goedkoop M., Effting S. e Collignon, M. (2000). *The Eco-Indicator'99. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. Manual for Designers*. April 2000 Second edition. Pre Consultants B.V., Amersfoort, The Netherlands.

Goedkoop, M., Spriensma, R. *et al.* (2001). *The Eco-indicator 99: A damage Oriented Method for Life Cycle Impact Assessment. Methodology Report*. 3<sup>rd</sup> edition. PRÉ Consultants B. V., Amersfoort, the Netherlands.

Goodolphin, C., (1892). *Companhia Lisbonense de Iluminação a Gaz (traços geraes para a sua história)*. Lisboa: Typographia Universal (Imprensa da Casa Real).

Graedel, T.E. (1998). *Streamlined Life-Cycle Assessment*. New Jersey. Prentice Hall Inc.

Gregory, R.L. (1979). *Olho e Cérebro, Psicologia da Visão*. Zahar Editores, Rio de Janeiro.

Hall, T. (1997). *Planning Europe's Capital Cities: Aspects of Nineteenth Century Urban Development*. Studies in History, Planning and the Environment 21. London: E & FN Spon.

Herzog, L.A. (1997). The Transfrontier Metropolis. A new kind of international city. *Harvard Design Magazine*, Winter/Spring 1997, Number 1.

Hong, S.H. (2001). *Study of Street Furniture and Public Artefacts Design*. Bulletin of the 5th Asian Design Conference.

Hornby, A.S. (2005). *Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English*. Oxford University Press; 7Rev Ed edition.

Howard, E. (1902) [1945]. *Garden Cities of Tomorrow*. Edited by F. J. Osborn. London: Faber & Faber Ltd.

Hubka, V. (1982). *Principles of Engineering Design*. Guildford: Butterworth Scientific Press.

Illuminating Engineering Society of North America (2000). *Lighting Handbook*. 9th Edition, Illuminating Engineering Society of North America. New York, NY, 2000.

Instituto Nacional de Estatística. (2001). *Recenseamento Geral da População e Habitação, 2001*. Acedido em: 22 Jan. 07, em: [http://www.ine.pt/prodserv/censos/index\\_censos.htm](http://www.ine.pt/prodserv/censos/index_censos.htm)

International Organization for Standardization: ISO TR 14062. (2002). *Environmental management – Integrating environmental aspects into product design and development*. Technical Report, ISO, Geneva, 2002.

ISO 14040. (1997). *Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework*. International Standard, ISO, Geneva, 1997.

Ishii, K. e Lee, B. (1996). Reverse Fishbone Diagram: A Tool in Aid of Design for Product Retirement. *Proceedings of ASME Design Technical Conference*, Aug., 1996, Irvine, CA. ASME Paper 96-DETC/DFM-1272.

Ishii, K. (1996). *Material Selection Issues in Design for Recyclability*. Acedido em: 20 de Nov.07, em: <http://mml.stanford.edu/publications/1996/1996.Eco.Ishii.pdf>.

ISR - Universidade de Coimbra. (2007) *Manual Técnico de Gestão de Energia*. ISR – Universidade de Coimbra, MVV Consulting GmbH. Acedido em: 12 de Out. 08, em: [http://www.eett.info/pt/EETT\\_ManualTecnicoGestaoDeEnergia\\_FINAL.pdf](http://www.eett.info/pt/EETT_ManualTecnicoGestaoDeEnergia_FINAL.pdf).

Jacobs, J. (2000). *Morte e vida de grandes cidades*. Martins Fontes, São Paulo.

Janin, M. (2000). *Démarche d'Éco-Conception en entreprise. Un enjeu: construire la coherence entre outils et processus*. Thèse Doctoral, École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, Chambéry.

Johansson, G. (2000). *Success Factors for Integration of Ecodesign in Product Development. A Review of State-of-the-art*. International Graduate School of Management and Industrial Engineering, Department of Mechanical, Sweden.

Jones, J.C. (1992). *Design Methods, seeds of human futures*. 2ª edição rev. New York: Reinhold Van Nostrand.

Jones, E. *et al.* (2001). Managing Creative Eco-innovation. Structuring outputs from Eco-innovation projects. *The Journal of Sustainable Product Design 1*, 2001, 27–39.

Kemna, R.B.J. *et al.* (2005). *MEEUP Product Cases Report*, VHK for the European Commission, Delft, The Netherlands, Nov. 2005. Acedido em: 1 de Out. 08, em: [http://ec.europa.eu/enterprise/eco\\_design/finalreport2.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/eco_design/finalreport2.pdf).

Keoleian, G.A. e Menerey, D. (1993). *Life Cycle Design Guidance Manual - Environmental Requirements and the Product System*. US EPA, Cincinnati, Ohio.

Kim, H., Querin O.M. e Steven G.P. (2002). On the development of structural optimisation and its relevance in engineering design. *Design Studies*. Vol. 23 No. 1 January 2002.

Kortman, J., Van Berkel, R. e Lafleur, M. (1995). Towards an Environmental Design Toolbox for Complex Products; Preliminary results and experiences from selected projects. *Proceedings of International Conference on Clean Electronics Products and Technology*, Edinburgh, 35-40.

Lagerstedt, J. (2003). *Functional and environmental factors in early phases of product development -Eco-Functional matrix*. PhD thesis. KTH, Stockholm, Jan 24, 2003.

Lamas, J.M. (1993). *Morfologia urbana e desenho da cidade*. Fundação Calouste Gulbenkian . Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica.

Lapa, A. (1964). *História da policia de Lisboa*. Lisboa: Gráfica Santelmo. 2º Volume.

Laurent, D. (1996). *Prise en compte de l'environnement dans la conception de produits : guide général de Schneider Electric*. Rapport de Mastère. Mécanique et Environnement. ENSAM Chambéry.

Lecea, I. (2006) [2006]. Mobiliario Urbano. Entre la globalización y la identidad. *On the W@terfront* Nr, 8, April, 2006. Acedido em: 23 Março 07, em: <http://www.ub.edu/escult/Water/water08/index08.pdf>.

Le Corbusier. (1994) [1925]. *Urbanisme*. Champs, Flammarion, Paris.

Lee et al. (2001). *Systematization of Urban Environmental Equipments Design Using Systems Theory*. Bulletin of Bulletin of the 5th Asian Design Conference.

Lighting Research Center (2007). *Glossary*. Lighting Research Center. Rensselaer Polytechnic Institute. Acedido em: 17 Set. 08, em: <http://www.lrc.rpi.edu/programs/NLPIP/lightinganswers/lightpollution/glossary.asp>

Lindahl, M. (2005). *Engineering Designers' Requirements on Design for Environment Methods and Tools*. Doctoral Thesis in Machine Design, Stockholm, Sweden.

Lorenz, C. (1991). *A Dimensão do Design*. Centro Português de Design. Col. Design, Tecnologia e Gestão, 1.

Low, M.K., Lamvik, T., Walsh, K. e Myklebust, O. (2000). Product to Service Eco-innovation: the TRIZ model of creativity explored. *Proceedings of the International Symposium on Electronics and the Environment*, IEEE, San Francisco, California, 8-10 May, 2000.

- Luttropp, C. (2006). Strategies and material flow in ecodesign. Em: D. Brissaud *et al.* (eds.), *Innovation in Life Cycle Engineering and Sustainable Development*, 271–280. 2006 Springer.
- Luttropp, C. (2000). The Dilemma of Eco Effective Products. Trade off Between Contradictory Environmental Targets. *Proceedings of the CIRP 7th International Seminar on Life Cycle Engineering*, Tokyo, Japan.
- Luttropp, C. (1999). Eco-Design in Early Product Development, *Proceedings of R'99, Recovery Recycling, Reintegration*, Geneva, Switzerland.
- Luttropp, C. e Lagerstedt, J. (1999). Customer Benefits in the Context of Life Cycle Design. *Proceedings of Eco Design '99: 1<sup>st</sup> International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing*, Tokyo, Japan.
- Lynch, K. (1982). *A Imagem da Cidade*. Edições 70.
- Malmqvist, J., Axelsson, R. e Johansson, M. (1996). A Comparative Analysis of the Theory of Inventive Problem-Solving and the Systematic Approach of Pahl and Beitz. *Proceedings of The 1996 ASME Design Engineering Technical Conferences and Computers in Engineering Conference*. August 18-22, 1996, Irvine, California
- Malt, H.L. (1970). *Furnishing the city*. McGraw-Hill. New York.
- Manzano, E.R. (2000). *Estudio de una metodología para evaluar la calidad del servicio del alumbrado urbano*. Tese apresentada para a obtenção do grau de Doutor do Departamento de Projectes d'Enginyeria da Universitat Politècnica de Catalunya. Acedido em: 13 de Agosto 08, em: <http://www.tdx.cat/TDX-0402101-074606>.
- Mariano, M. (1993). *História da electricidade*. Lisboa: EDP.
- Marques, A.P. (1971). A Iluminação Pública em Lisboa – Parâmetros e Soluções. *Revista Municipal*. Ano XXXII, nº 130/131, 3º e 4º Trimestres de 1971.
- McAloone T.C. (2000). *Industrial Application of Environmentally Conscious Design*. Professional Engineering Publishing Limited, London and Bury St Edmunds, UK.
- McAloone, T.C. e Evans, S. (1996). Integrating Environmental Decisions Into The Design, *Proceedings of CIRP 3rd International Seminar on Life Cycle Engineering*, Zurich, Switzerland.

Merlin, P. e Choay, F. (1998). *Dictionnaire de l'urbanisme et de l'aménagement*, Paris, éditions Presses Universitaires Françaises.

Merlin Gerin (2001). *Guia Técnico*. Acedido em: 23 de Set. 08, em: [http://www.global.estgp.pt/engenharia/Alunos/eSebentas/Catalogos/CatalogoMulti9/pdf/CAP\\_F1.pdf](http://www.global.estgp.pt/engenharia/Alunos/eSebentas/Catalogos/CatalogoMulti9/pdf/CAP_F1.pdf).

Moreno, E. e Pol, E. (1999). Apropiaçión, Simbolismo del Espacio e Identidad Social. *Nociones Psicosociales para la Intervención y la Gestión Ambiental*. Monografies Socio/Ambientales nº 14. Ed. Universidad de Barcelona.

Nery, J.C. (1957). Iluminação Pública. Evolução na Cidade de Lisboa. *Revista Municipal*. Ano XVIII, nº 73, 2º Trimestre de 1957.

Norberg-Schulz, C. (1980). *Genius Loci: towards a phenomenology of architecture*. New York: Rizzoli, 1980.

Norell, M. (1992). *Support methods and collaboration in product development*. Doctoral thesis, TRITA-MAE 1992:7, Department of Machine Design, KTH, Stockholm, Sweden.

Oosterman, B. (2001). *Improving product development projects by matching product architecture and organization*. Tese de doutoramento na Faculty of Management & Organization da University of Groningen, Holanda. Acedido em: 4 de Dez. 07, em: <http://irs.ub.rug.nl/ppn/230385117>.

Pahl, G. e Beitz, W. (1998). *Engineering Design – A Systematic Approach*. Springer-Verlag.

Papanek, V. (1998). *Arquitectura e Design*. Edições 70.

Philips (2005). *Online outdoor lighting workbook*. Acedido em: 1 de Out. 08, em: [http://www.lighting.philips.com/in\\_en/trends/city\\_people\\_light/index.php?main=gb\\_en&parent=1&id=in\\_en\\_trends&lang=en](http://www.lighting.philips.com/in_en/trends/city_people_light/index.php?main=gb_en&parent=1&id=in_en_trends&lang=en).

Philips Electronics (1997) *Point of no Return: Philips EcoDesign guidelines*. Ed: Herman Meinders, Philips Corporate Environmental and Energy Office, Royal Philips Electronics, Eindhoven, the Netherlands.

Pinto-Coelho, M.J. (1995). *A importância da iluminação na imagem: opções axiais e configuração urbana*. Tese de doutoramento. Universidade Técnica de Lisboa. Faculdade de Arquitectura de Lisboa.

- Pol, E. (2004). The Theoretical Background of the City-Identity-Sustainability Network. *Environment and Behavior*, Vol. 34 No. 1, January 2002 8-25. Sage Publications.
- Pol, E. (2003). Environmental Management, New Challenge for a Psychology of Sustainable Development. *Estudos de Psicologia*, mayo-agosto, año/vol. 8, número 002. Universidad Federal do Rio Grande do Norte. Natal, Brasil. Acedido em: 27 Nov. 08, em: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/261/26180205.pdf>.
- Pol, E. e Valera, S. (1999). Symbolisme de l'espace public et identité sociale. *Villes en Parallèle*, 28-29, 13-33. Acedido em: 28 Nov. 08, em: <http://www.ub.es/escult/docus2/Villes.doc>.
- Pugh, S. (1999). *Total design - integrated methods for successful product engineering*. Addison Wesley, Harlow, United Kingdom.
- Quental, N. (2004). *Episódios da história do urbanismo*. Acedido em: 13 Maio de 07, em: [http://www.esb.ucp.pt/gea/myfiles/quem\\_somos/nuno/naturlink/2004-12-06.pdf](http://www.esb.ucp.pt/gea/myfiles/quem_somos/nuno/naturlink/2004-12-06.pdf).
- Quintana, M. (1988). Espacios, Muebles y Elementos Urbanos. Em: Serra, J., *Elements Urbans. Mobiliari i Microarquitectura*. 3ª Edición. Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona.
- Remesar, A. (2007). O “estilo Alphand-Hittorf” de mobiliário urbano nos centros históricos. *Jornal Arquitecturas*. 23 de Agosto de 2007.
- Remesar et al. (2005). *Do Projecto ao Objecto. Manual de Boas Práticas de Mobiliário Urbano em Centros Históricos*. Centro Português de Design. 2ª Edição. Lisboa, 2005.
- Remesar, A. (2004). Do ferro fundido a ao Design urbano global. Em: Brandão, P. e Remesar, A. (eds), *Design Urbano Inclusivo*. Centro Português de Design.
- Remesar, A., Lecea, I. e Granda, C. (2004). La fuente de las tres Gracias en Barcelona. *On the W@terfront*, nº 5. Março 2004. Acedido em: 27 Nov. 07, em: [http://www.ub.edu/escult/Water/N05/W05\\_2.pdf](http://www.ub.edu/escult/Water/N05/W05_2.pdf).
- Remesar, A. (1997/1998). *Hacia una Teoría del Arte Público*. [versão electrónica] Universidad de Barcelona, Departamento de Escultura. Acedido em: 26 Março 08, em: <http://www.ub.es/escult/1.htm>.
- Remesar, A. (1997). Public Art: Towards a theoretical framework. Em: Remesar, A. (ed.). *Urban regeneration, a challenge for public art*. Monografies psico-socio-ambientals 6. Publicacions de la Universitat de Barcelona. 128-140.

Rittel, H. (1973). The State of the Art in Design Methods. *Design Research and Methods (Design Methods and Theories)*, 7(2), 143–147.

Ritzén, S. e Lindahl, M. (2001). Selection and implementation - Key activities to successful use of EcoDesign tools. *Proceedings of the EcoDesign 2001, Second International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing*, December 11-15, Tokyo, Japan.

Ritzén, S. (2000). *Integration environmental aspects into product development*. KTH, Machine Design Doctoral thesis2000-03-21. Acedido em: 1 de Out. 08, em: [http://www.diva-portal.org/diva/getDocument?urn\\_nbn\\_se\\_kth\\_diva-2936-2\\_\\_fulltext.pdf](http://www.diva-portal.org/diva/getDocument?urn_nbn_se_kth_diva-2936-2__fulltext.pdf).

Rodrigues, L., Machado, D. e Almeida, I. (2006). *Norma Técnica CELG. Luminária Fechada para Lâmpada Vapor de Sódio Alta Pressão*. Companhia Energética de Goiás.

Roozenburg, N.F.M. e Eekels, J. (1995) *Product design: Fundamentals and Methods*. Wiley, Chichester, England.

Roseta, H. (1998). *P085.08 - Empreitada de abate e substituição da rede de iluminação pública*. Proposta 1094/08. Acedido em: 6 de Dez. 08, em: <http://www.cidadaosporlisboa.org/index.htm?no=50400001406,049>.

Ryer, A. (1997). *Light Measurement Handbook*. Newburyport, MA: International Light. Acedido em: 22 de Out. 08, em: <http://www.intl-light.com>.

Schischke, K. (2005). *A Guide for EcoDesign Tools*. 2<sup>nd</sup> Edition. Fraunhofer IZM. Acedido em: 12 de Fev. 08, em: <http://www.ecodesignarc.info/servlet/is/349/>.

Schischke, K., Hagelüken, M. e Steffenhagen, G. (2005). *Introdução às estratégias de ECODESIGN – Porquê e Como*. Fraunhofer IZM, Berlim, Alemanha. Acedido em: 7 de Dez. 08, em: ([http://www.ecodesignarc.info/servlet/is/175/Ecodesign-1\\_portugues.pdf?command=downloadContent&filename=Ecodesign-1\\_portugues.pdf](http://www.ecodesignarc.info/servlet/is/175/Ecodesign-1_portugues.pdf?command=downloadContent&filename=Ecodesign-1_portugues.pdf)).

Schmaus, T. e Kahmeyer, M. (1992). *Design for disassembly - challenge of the future*. DFMA 1992, RI, USA, BDI.

Schmidt-Bleek, F. (2008). *Future beyond Climate Change*. 2008 Position Paper 08/01, Factor 10 Institute. Acedido em: 4 de Dez. 08, em: [www.factor10-institute.org](http://www.factor10-institute.org).

Schon, D.A. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Basic Books.

Schreder. (2008). *LED – o futuro da iluminação*. Dossier Schreder. Acedido em: 13 de Out. 08, em:

[http://www.schreder.com/documents/\\_Dossier/PDF/Portuguese/200805071621254/LEDsTheFutureOfLightingPO.pdf](http://www.schreder.com/documents/_Dossier/PDF/Portuguese/200805071621254/LEDsTheFutureOfLightingPO.pdf).

Schreder. (2006). *Mais luz com menos energia*. Dossier Schreder. Acedido em: 23 de Out. 08, em:

[http://www.schreder.com/documents/\\_Dossier/PDF/Portuguese/200805071621254/LEDsTheFutureOfLightingPO.pdf](http://www.schreder.com/documents/_Dossier/PDF/Portuguese/200805071621254/LEDsTheFutureOfLightingPO.pdf).

Seixas, J. (coord.) (2005). *Lisboa. Quatro estudos de caso. Sta. Catarina, Alvalade, Benfica e Expo Sul*. Câmara Municipal de Lisboa. Pelouro de Licenciamento Urbanístico e Planeamento Urbano. Lisboa. 2ª Edição.

Serdoura, F. e Nunes da Silva, F. (2006). Espaço Público. Lugar de Vida Urbana. *Engenharia Civil*. Universidade do Minho. Número 27, 2006. Acedido em: 13 de Nov. 08, em: <http://www.civil.uminho.pt/cec/revista/revista.htm>.

Serra, J. (1998). *Elements Urbans. Mobiliari i Microarquitectura*. 3ª Edición. Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona.

Serrão, J. (1978). A Noite Técnica, *Temas Oitocentistas: II*. Lisboa, Livros Horizonte.

Sherwin C. e Evans, S. (2000). EcoDesign innovation: Is 'early' always the 'best'? *Proceedings of IEEE International Symposium*, San Francisco, CA, USA, pp.112–117.

Sherwin, C. e Bhamra, T.A. (1999). Beyond engineering: EcoDesign as a proactive approach to product innovation. *Proceedings of the First International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing*, Tokyo, Japan, pp. 41-45.

Silva, R. H. da (1994). *Lisboa Desaparecida*. Vol. 4. Quimera editores. Lisboa.

Simões, I. M. (1997). *Pioneiros da Electricidade em Portugal*, Lisboa: EDP.

Simon, M. (1991). *Design for Dismantling*. Professional Engineering.

Simon, M., Poole, S., Sweatman, A., Evans, S., Bhamra, T. e McAloone T. (2000). Environmental priorities in strategic product development. *Business Strategy and the Environment* 9:367–377.

Society of Environmental Toxicology and Chemistry SETAC (1993). *Guidelines for Life-Cycle Assessment: A 'Code of Practice'*. Brussels.

Solidere, Escwa (2003). *Accessibility for the Disabled. A Design Manual for a Barrier Free Environment*. Urban Management Department of the Lebanese Company for the Development and Reconstruction of Beirut Central District (SOLIDERE); United Nations Economic and Social Commission for Western Asia (ESCWA). Acedido em: 17 Jan. 07, em: <http://www.un.org/esa/socdev/enable/designm/index.html>.

Sousa, T. S. (1886). *A luz electrica e sua applicações*. Lisboa: David Corazzi.

Stein, V. (2003). *La reconquête du centre-ville: du patrimoine à l'espace public*. Tese apresentada à Faculté des Sciences Économiques et Sociales da Université de Genève para a obtenção do grau de Docteur em Sciences Économiques et Sociales, Mention géographie.

Stevens, G.A. e Burley, J. (1997). 3000 raw ideas = 1 commercial success!. *Research Technology Management Journal*, Vol. 40, pp. 16-28.

Sweatman, A. e Simon, M. (1996). Design for Environment Tools and Product Innovation. *Proceedings of the CIRP, 3<sup>rd</sup> International Seminar on Life Cycle Engineering ECO-Performance '96*, Zürich.

Taylor, A. (2000). *Illumination Fundamentals*. Lighting Research Center. Rensselaer Polytechnic Institute. Acedido em: 20 de Out. 08, em: <http://www.opticalres.com/lt/illuminationfund.pdf>.

Taylor, E.S. (1959). *M.I.T. Report*. Cambridge, MA: MIT Press.

Teixeira, A. (2005). *Fontes de Iluminação*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Acedido em: 13 de Out. 08, em: [http://paginas.fe.up.pt/~arminio/teci/Fontes\\_Lumin.pdf](http://paginas.fe.up.pt/~arminio/teci/Fontes_Lumin.pdf).

Teixeira, A. (2003). *Técnicas de Iluminação*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Acedido em: 2 de Out. 08, em: <http://paginas.fe.up.pt/~arminio/teci/apontamentos.html>.

Thomas, R. (2002). *Sustainable urban design: an environmental approach*. Spon Press, Londres.

Thompson, S.B. (1999). Environmentally-sensitive Design: Leonardo WAS right!. *Materials and Design*, Volume 20, Number 1, 5 March 1999, pp. 23-30(8).

Tischer, U. e Charter, M. (2001). *Sustainable Product Design*. Em: M. Charter e U. Tischner (eds.), *Sustainable Solutions – Developing Products and Services for the Future*, Greenleaf Publishing Ltd. UK.

Tukker, A., Haag, E. e Eder, P. (2000). *Eco-design: European state of the art – Part I: Comparative Analysis and Conclusions - An ESTO project report*. Brussels, Luxembourg, European Commission - Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies: 60.

Ullman, D.G. (2003). *The Mechanical Design Process*. McGraw-Hill Higher Education. New York, USA.

Ulrich, K.T. e Eppinger, S.D. (2000). *Product Design and Development*, McGraw-Hill, New York.

United Nations UN. (2007). *Urban Agglomerations 2007*. Department of Economic and Social Affairs. Population Division. Acedido em: 4 de Nov. 08, em: [www.unpopulation.org](http://www.unpopulation.org).

United Nations, Economic and Social Commission for Western Asia (1999). *Accessibility for the Disabled. A Design Manual for a Barrier Free Environment*. Acedido em: 23 Out. 07, em: <http://www.un.org/esa/socdev/enable/designm/>.

Valera, S. (s.d.). Hacia una conceptualización teórica de las relaciones entre el significado simbólico del espacio urbano y los procesos de identidad social. Em: Valera, S., *El significado social del espacio*. Capítulo 3, s.l.: s.e. Acedido em: 23 Março 07, em: <http://www.ub.es/escult/valera/cap1.htm>.

Van der Ryn, S. e Cowan, S. (1996). *Ecological Design*. Island Press: Washington DC.

Van Tichelen, P. (2007). *Final Report. Lot 9: Public street lighting*. Study for the European Commission DGTREN unit D3. Acedido em: 1 de Out. 08, em: [www.vito.be/VITO/OpenWoDocument.aspx?wovitoguid=88C17C56-FB96-46E5-A11D-9C1641182929](http://www.vito.be/VITO/OpenWoDocument.aspx?wovitoguid=88C17C56-FB96-46E5-A11D-9C1641182929).

Vizmanos, J.G. (2002). Eficiencia y Calidad en Iluminación desde el Punto de Vista del Usuario. *Actas Congreso Panamericano de Iluminación LUX AMERICA 2002*. San Miguel de Tucumán, 26 y el 28 de junio de 2002. Acedido em: 14 Março 07, em <http://www.herrera.unt.edu.ar/dllyv/luxamerica/lux2002/index.htm>.

VDI (1987). *VDI 2221: Systematic Approach to the Design of Technical Systems and Products*. VDI-Verlag, Dusseldorf, 1987.

World Commission on Environment and Development, WCED. (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press.

Westphal, P.R. (2004). *El Diseño del Mobiliario Urbano. Modelos universales, lecturas locales*. Acedido em: 25 de Nov. 08, em [http://webs.uvigo.es/disenoindustrial/docs/Lecturas/El\\_diseno\\_del\\_mobiliario\\_urbano.pdf](http://webs.uvigo.es/disenoindustrial/docs/Lecturas/El_diseno_del_mobiliario_urbano.pdf).

Wimmer, W. (1999). The Ecodesign checklist method: a redesign tool for environmental product improvements. *Proceedings of the Int. Symp. On Environmentally Conscious Design (EcoDesign) and Inverse Manufacturing*, Tokyo, Japan, 1–3 February 1999. Acedido em: 14 de março 08, em: [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs\\_all.jsp?tp=&arnumber=747698&isnumber=16131](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?tp=&arnumber=747698&isnumber=16131).

Wong, M. (2000). *Eco-design for Consumer Products. A Review of Leading-Edge Work*. Department of Engineering. University of Cambridge.

Yin, R.K. (1994). *Case Study Research, Design and Methods*. 2nd ed. Newbury Park, Sage Publications.

## 1.2. Publicações periódicas

### *Diário de Notícias*

30 de Agosto de 2008

15 de Março de 2007

2 de Junho de 1889, nº 8:404, 25ª anno, p.1

### *Diário do Governo*

3 de Agosto de 1848, nº 182

### *Diário da República*

1.ª série — N.º 97 — 20 de Maio de 2008

### *Gazeta de Lisboa*

15 de Dezembro de 1780

### *Occidente*

20 de Junho 1910: 140, 141, 142

21 de Setembro de 1885: 211

1 de Junho de 1882: 125

3 de Maio de 1882: 106

1 de Julho de 1880, vol. III, nº 61, p. 109

*Público*

28 de Outubro de 2008

*Revista Universal Lisbonense*

(16), 1849, 2ª Série, vol. I:183

nº 47, t. III: 561

(45) 2.ª série, vol. I, p. 532

7 de Maio de 1846: 542,543

27 de Abril 1843, nº 32, vol. II, série III

21 de Julho de 1842: 493

### 1.3. Catálogos industriais

Osram (2006). *Lâmpadas de Descarga em Alta Pressão*. Acedido em: 20 de Out. 08, em: <http://www.osram.com.br/produtos/profissional/publica/index.html>.

Osram (2006). *Lâmpadas Fluorescentes Tubulares e Circulares*. Acedido em: 20 de Out. 08, em: <http://www.osram.com.br/produtos/profissional/publica/index.html>.

Osram (2006). *Lâmpadas Fluorescentes Compactas*. Acedido em: 20 de Out. 08, em: <http://www.osram.com.br/produtos/profissional/publica/index.htm>.

Osram (2006). *Discharge Lamps*. Acedido em: 20 de Out. 08, em: [http://www.osram.com/\\_global/pdf/Professional/General\\_Lighting/High\\_pressure\\_discharge\\_lamps/Discharge\\_lamps.pdf](http://www.osram.com/_global/pdf/Professional/General_Lighting/High_pressure_discharge_lamps/Discharge_lamps.pdf).

Schröder (2005). *Catálogo das Luminárias MC*. Acedido em: 5 de Out. 08, em: <http://www.schreder.com/10-6-23-82/product/detail.aspx>.

Schröder (2005). *Catálogo das Luminárias Z*. Acedido em: 5 de Out. 08, em: <http://www.schreder.com/10-6-23-139/product/detail.aspx>.

Ziplux (2008). *Catálogo da Ziplux Lamp*. Acedido em: 13 de Out. 08, em: [http://www.ziplux.com.br/imagens/ziplux\\_LAMP.pdf](http://www.ziplux.com.br/imagens/ziplux_LAMP.pdf).

#### 1.4. Documentos normativos

CML (2004). *Regulamento para a Promoção da Acessibilidade e Mobilidade Pedonal*. Edital n.º 29/2004.

Diário da República (2006). *Decreto-Lei nº163/2006 de 8 de Agosto* de 2006. Diário da República de 8 de Agosto de 2006, núm. 152.

D.R. (2004). *Lei n.º 38/2004, de 18 de Agosto de 2004*. Diário da República de 18 de Agosto de 2004, núm. 194.

D.R. (1997). *Decreto-Lei nº 123/97 de 22 de Maio de 1997*. Diário da República de 22 de Maio de 1997, núm. 118.

EDP (2007). *Aparelhos de Iluminação Eléctrica e Acessórios. Material para iluminação pública: colunas de aço da série H*. DMA-C71-512/N. EDP. Lisboa

EDP (2002). *Luminárias de Iluminação Pública. Especificação técnica das características e dos ensaios*. EDP. DMA-C71-110/N. EDP Lisboa

EDP (2000). *Material para Iluminação Pública. Colunas de betão. Características e ensaios*. DMA-C71-520/N EDP. Lisboa

EDP (1999). *Material para Iluminação Pública. Colunas de Aço Com Graus de Protecção LP\*3 e LK10. Características e ensaios*. DMA-C71-511/E EDP. Lisboa

EDP (1999). *Material para Iluminação Pública. Colunas de Betão Pré-Esforçado Polido*. DMA-C71-521/E Características e ensaios. EDP. Lisboa.

EDP (1996). *Lâmpadas de Vapor de Mercúrio de Alta Pressão. Características e ensaios*. DMA - C72 - 220 / E EDP. Lisboa

EDP (1996). *Lâmpadas de Vapor de Sódio de Baixa Pressão. Características e ensaios*. DMA - C72 - 230 / E EDP. Lisboa

EDP (1996). *Lâmpadas de Vapor de Sódio de Alta Pressão. Características e ensaios*. DMA - C72 - 240 / E EDP. Lisboa

EDP (1994). *Material para Iluminação Pública. Colunas e Braços de Colunas. Características e ensaios*. DMA-C71-510/E EDP. Lisboa

EDP (1990). *Suportes de Lâmpadas de Descarga. Características e ensaios*. DMA - C72 - 280 / E EDP. Lisboa.

### **1.5. Sites da internet**

<http://www.b-on.pt/>

<http://cidadania1x.blogspot.com/>

<http://www.cfsd.org.uk>

<http://www.demi.org.uk>

[http://www.euromat-online.de/englisch/index\\_english.html](http://www.euromat-online.de/englisch/index_english.html)

<http://www.io.tudelft.nl/research/dfs/idemat/index.htm>

<http://www.gestinvento.com>

<http://www.iea.org/Textbase/stats/index.asp>

<http://www.wbcds.com>

## BIBLIOGRAFIA



## Anexo I: Qualificação das luminárias de Iluminação Pública

---



**EDP Valor**  
Rua Camilo Castelo Branco, 46  
1050-045 LISBOA

Tel. (351) 21 001 53 00  
Fax (351) 21 001 53 70



Philips Portuguesa, S.A.

Rua Dr. António Loureiro Borges, 5

1499-026 Lisboa

Sua referência	Sua comunicação	Nossa referência	Data
		Carta 194/08/PNC-QD	19 - 9 - 08

Assunto: Qualificação para fornecimento de Luminárias de I.P. para de redes de distribuição de energia eléctrica da EDP Distribuição - Inscrição na lista de fornecedores qualificados

Exmos. Senhores,

Na sequência da candidatura apresentada ao "Sistema de Qualificação" mencionado em epígrafe, e da respectiva análise, vem a EDP Valor - PNC, em nome e representação da EDP Distribuição - Energia, S.A., comunicar a V. Exas. a decisão de atribuição de Qualificação nos termos da presente carta e respectiva ficha anexa, para o fornecimento dos modelos de produtos nela constantes, destinados a infra-estruturas de energia eléctrica ca rede da EDP.

A presente inscrição é válida até **2010-12-31**, podendo ser suspensa ou cancelada por iniciativa da EDP, quando se verificarem faltas ou omissões graves, por parte do fornecedor, no cumprimento das suas obrigações, nomeadamente a falta de acompanhamento de certificação dos produtos fornecidos ou a sua deficiente qualidade.

Assim, a EDP Valor - PNC deverá ser informada, de forma actualizada e contínua, de quaisquer alterações supervenientes, designadamente na estrutura organizativa ou produtiva de V. Exas., que nos termos do aludido documento possam implicar o incumprimento dos requisitos de Qualificação e determinar a suspensão ou revogação da mesma.

Para efeitos de renovação desta inscrição para além da data agora estabelecida, deverá essa firma manifestar interesse, por escrito, e apresentar elementos de substituição e actualização do seu processo, até 90 dias antes do limite agora fixado.

A presente comunicação informa, tão-somente, a atribuição de Qualificação no âmbito e termos mencionados, não implicando outras responsabilidades para a EDP Distribuição. Informamos ainda que a presente ficha anula e substitui outras que para o mesmo efeito vos tenham sido anteriormente enviadas.

Com os nossos melhores cumprimentos,

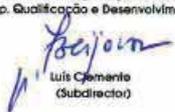
EDP Valor - Gestão Integrada de Serviços, S.A.  
Plataforma de Negociação e Compras  
Dep. Qualificação e Desenvolvimento

Luís Clemente  
(Subdirector)

Anexo 1: Ficha de Qualificação;  
Anexo 2: Comentários adicionais.

EDP Valor - Gestão Integrada de Serviços, S.A.  
Sede Social: Rua Camilo Castelo Branco, 46 1050-045 LISBOA  
Matricula na CRC de Lisboa n.º 10725 NIPC: 505938022 Capital Social: € 4 550 000

**energias de portugal**

		FICHA Nº <b>200036/01</b>			
<b>PLATAFORMA DE NEGOCIAÇÃO E COMPRAS</b> <b>DEPARTAMENTO QUALIFICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO</b> <b>FICHA DE INSCRIÇÃO DE FORNECEDOR</b>					
FIRMA:	Philips Portuguesa, S.A.				
PRODUTO:	Luminárias para Iluminação Pública				
CATEG. DO FORNECIMENTO:	1.7.21 Iluminação e acessórios				
ESPECIFICAÇÕES DE REFERÊNCIA	DMA-C71-110/N:2007 3ª EDIÇÃO, NOV/2007				
FORNECEDOR					
TIPO ( FAB / COM )	F/F				
IDENTIFICAÇÃO	Philips Portuguesa, S.A. Complexo Arquiparque, Rua Dr. António Loureiro Borges, 5 1499-026 Lisboa		Telet: 214163333 Telefax: 214163222 E-Mail: geral.iluminacao@philips.com		
RESPONSÁVEIS A CONTACTAR	Responsável Técnico: Costa Brás Responsável Comercial:				
CÓDIGO SINERGIE	200036				
ELEMENTOS PARA A QUALIFICAÇÃO					
PROC. IDENTIFICAÇÃO	Proc. 052/PNC-RQ/2007 Luminárias de IP				
REFº FORNECEDOR					
REFº EDP					
INQUÉRITOS AUDITORIA QUALIDADE					
PRODUTOS					
	Referências EDP		Referências Fabricante		
Família	Cód Produto	Texto breve EDP	Fabricante	Modelo	Refº Modelo
Conforme lista anexa					
SITUAÇÃO	1ª INSCRIÇÃO	<input checked="" type="checkbox"/>	EXTENSÃO QUALIF	RECLASSIFICAÇÃO	
NÍVEL DE QUALIFICAÇÃO					
VALIDADE DA INSCRIÇÃO	Inscrição válida até 31-12-2010				
DOC. DE RECONHECIM. DA INSCRIÇÃO	Carta edp refº 194/08/PNC-QD, de 19-09-2008				
Lisboa, 23 de Setembro de 2008					
EDP Valor - Gestão Integrada de Serviços, S.A. Plataforma de Negociação e Compras Dep. Qualificação e Desenvolvimento  Luís Clemente (Subdirector)					



EDP Valor

Fornecedor: PHILIPS  
Fabricante:Anexo à Ficha de Inscrição:  
200036/01

Referências EDP			Referências fabricante	
Grupo de mercadoria	Cód Produto	Texto breve EDP	Modelo	Ref fabricante
M128 Luminárias	Luminárias de Vca			
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 70	Iridium	Iridium-SGS453
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 70	Iridium	Iridium-SGS253
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 70	Modena	ModenaSGS681
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 70	Iridium	Iridium-SGS452
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 70	Iridium	Iridium-SGS252
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 70	Selenium	Selenium SGP340
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 70	Koffer	SGP070-Koffer
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 70	MileWide	MileWide SRS421
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 70	Traffic Vision	Traffic Vision SGS305
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 70	City Vision	City Vision - CPS400
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 70	Malaga	Malaga SGS101
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X100	Iridium	Iridium-SGS453
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X100	Modena	ModenaSGS681
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X100	Selenium	Selenium SGP340
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X100	Iridium	Iridium-SGS253
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X100	Koffer	SGP100-Koffer
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X100	MileWide	MileWide SRS421
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X100	Traffic Vision	Traffic Vision SGS405
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X100	Traffic Vision	Traffic Vision SGS305
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X100	City Vision	City Vision-CPS400
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X100	Malaga	Malaga-SGS102
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 150	Modena	ModenaSGS682
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 150	Modena	ModenaSGS681
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 150	Selenium	Selenium-SGP340
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 150	Koffer	SGP100-Koffer
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 150	Iridium	Iridium-SGS454
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 150	Iridium	Iridium-SGS254
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 150	MileWide	MileWide SRS421
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 150	Iridium	Iridium-SGS453
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 150	Iridium	Iridium-SGS253
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 150	Traffic Vision	Traffic Vision SGS406
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 150	City Vision	City Vision - CPS400
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 150	Traffic Vision	Traffic Vision SGS306
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 150	Traffic Vision	Traffic VisionSGS305
	-	Luminária VCA IP65 L T60 X 150	Malaga	Malaga-SGS102
	276010	Luminária VCA IP65 L T60 X 250	Modena	ModenaSGS682
	276010	Luminária VCA IP65 L T60 X 250	Koffer	SGP100-Koffer
	276010	Luminária VCA IP65 L T60 X 250	Selenium	Selenium SGP340
	276010	Luminária VCA IP65 L T60 X 250	Iridium	Iridium-SGS454
276010	Luminária VCA IP65 L T60 X 250	Iridium	Iridium-SGS254	
276010	Luminária VCA IP65 L T60 X 250	MileWide	MileWide SRS421	
276010	Luminária VCA IP65 L T60 X 250	Iridium	Iridium-SGS453	
276010	Luminária VCA IP65 L T60 X 250	Iridium	Iridium-SGS253	
276010	Luminária VCA IP65 L T60 X 250	Traffic Vision	Traffic Vision SGS306	
276010	Luminária VCA IP65 L T60 X 250	Malaga	Malaga-SGS102	



PLATAFORMA DE NEGOCIAÇÃO E COMPRAS  
DEPARTAMENTO QUALIFICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO

LISTA DE PRODUTOS NÃO QUALIFICADOS - COMENTÁRIOS ADICIONAIS

FIRMA: PHILIPS PORTUGUESA, SA  
 CÓDIGO SINERGIE: 200036  
 PRODUTO: Luminárias de IP  
 CATEG. DO FORNECIMENTO: 1.07.21: Iluminação e acessórios  
 ESPECIF. DE REFERÊNCIA: DMA-C71-110/N (3ª edição de Novembro de 2007)  
 PROC. IDENTIFICAÇÃO: 052/PNC-RQ/2007 Luminárias de IP

Luminárias não qualificadas			
Tipo de luminária	Modelo	Fabricante	Comentários edp:
JARDIM	CDS-CITY SPIRIT	Philips	Não são globos
	HPS962-GRANDEVILLE		
	GCP170-VIVARA		
	EPS300		
	CGP140-VERONA		
	CPS400 CITY VISION		

Comentários: Estes produtos não evidenciaram cumprir os requisitos técnicos da entidade adjudicante. Para eventuais esclarecimentos deverão contactar a EDP Distribuição - Dep. de Tecnologia e Inovação

EDP Valor - Gestão Integrada de Serviços, S.A.  
Plataforma de Negociação e Compras  
Dep. Qualificação e Desenvolvimento

*Luis Clemente*  
Luis Clemente  
(Subdirector)

Anexo 2 à carta edp refº194/08/PNC-QD, de 23 de Setembro de 2008.

Anexo II: Quadros da avaliação de impacte ambiental

---

Ferramenta: **ECO-it 1.3** – Eco-indicator tool

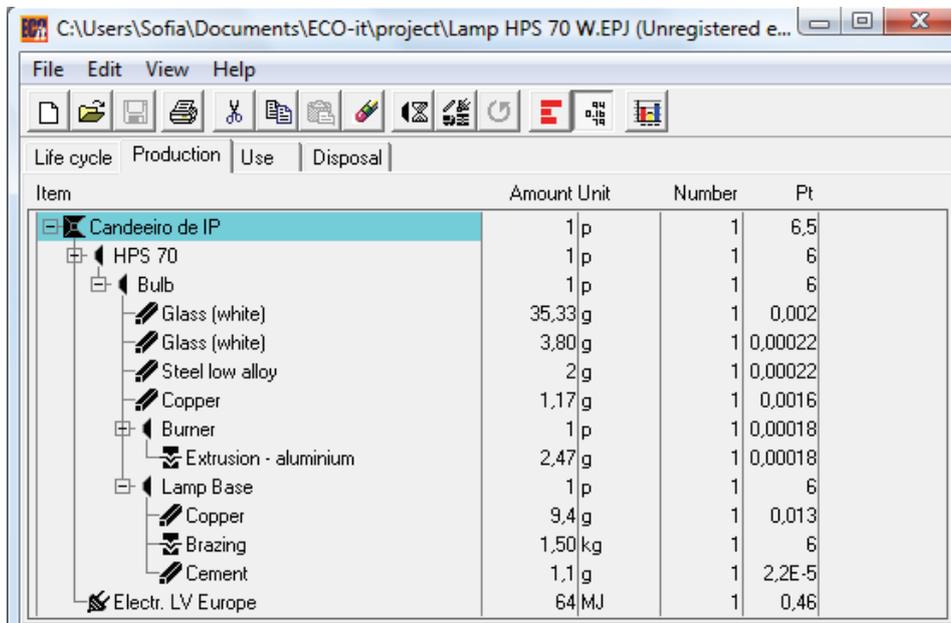
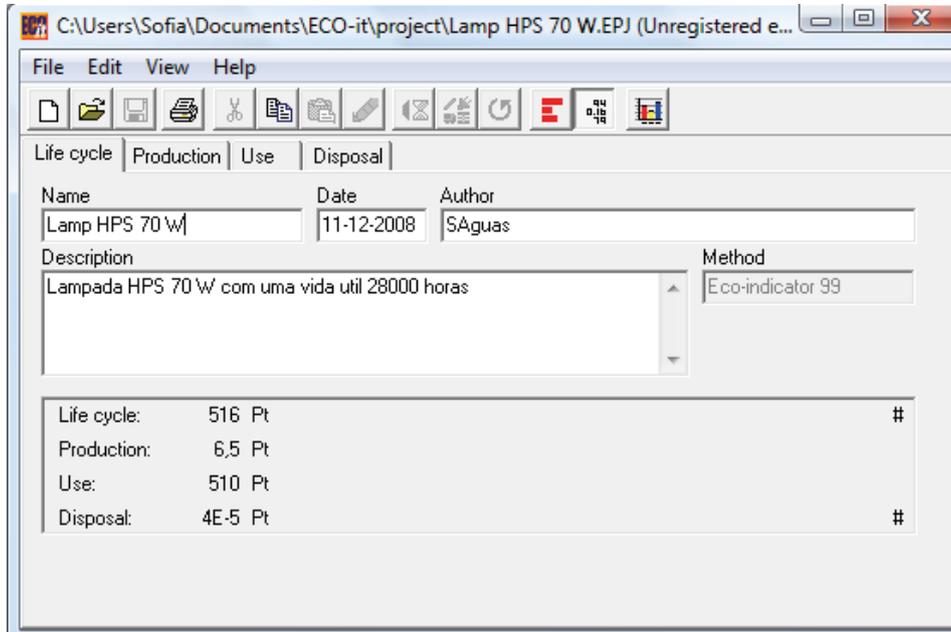
Base de Dados: **Pré EI-99** versão 2

Método: **Eco-indicator 99**

O software ECO.it é composto por quatro quadros: o primeiro corresponde ao *Life cycle*, o segundo à *Production*, o terceiro à *Use* e o quarto e último à *Disposal*. No quadro inicial correspondente ao *Life cycle*, é realizada a descrição do produto a avaliar, ou seja, é colocado o nome do produto e uma breve caracterização do mesmo, assim como o nome do autor responsável pela avaliação. A data é assumida por defeito assim como o método que, neste caso, assenta no Eco-indicator 99. A parte inferior vai apresentar os resultados em eco-pontos relativos à avaliação do impacte ambiental da *Production*, *Use* e *Disposal*, assim como o impacto total do ciclo de vida do produto avaliado (valor relativo ao *Life cycle* que corresponde à soma dos eco-pontos dos outros quadros).

No segundo quadro, *Production* são identificados os materiais do produto e os seus pesos respectivos, assim como os processos de produção e a electricidade gasta na transformação dos materiais em produtos. Esta informação foi retirada do estudo de caso VHK em iluminação para o espaço público. O terceiro quadro, *Use* corresponde à fase de uso do produto, onde é necessário registar a quantidade de electricidade que é consumida na fase de utilização do produto. Como nos candeeiros de iluminação pública só as lâmpadas utilizam energia, ou seja, são estes componentes que estão directamente relacionados com o gasto energético do candeeiro na fase de uso, apenas nas lâmpadas é considerado este quadro. O quarto e último quadro diz respeito à *Disposal*. Aqui é determinado o que é resíduo municipal e doméstico, o que é reciclado, incinerado ou vai para aterro sanitário. Estes valores foram determinados com base no estudo VHK em que 5% dos materiais vão para aterros, 90% dos plásticos são incinerados, 9% são reciclados e 95% dos metais e vidro é reciclado.

Avaliação da Lâmpada Vapor de Sódio de Alta Pressão 70 W



C:\Users\Sofia\Documents\ECO-it\project\Lamp HPS 70 W.EPJ (Unregistered e...)

File Edit View Help

Life cycle | Production | Use | Disposal

Item	Amount	Unit	Number	Pt
☐ Candeeiro de IP	1	p	1	510
☒ Electr. LV Europe	19600	kWh	1	510

C:\Users\Sofia\Documents\ECO-it\project\Lamp HPS 70 W.EPJ (Unregistered e...)

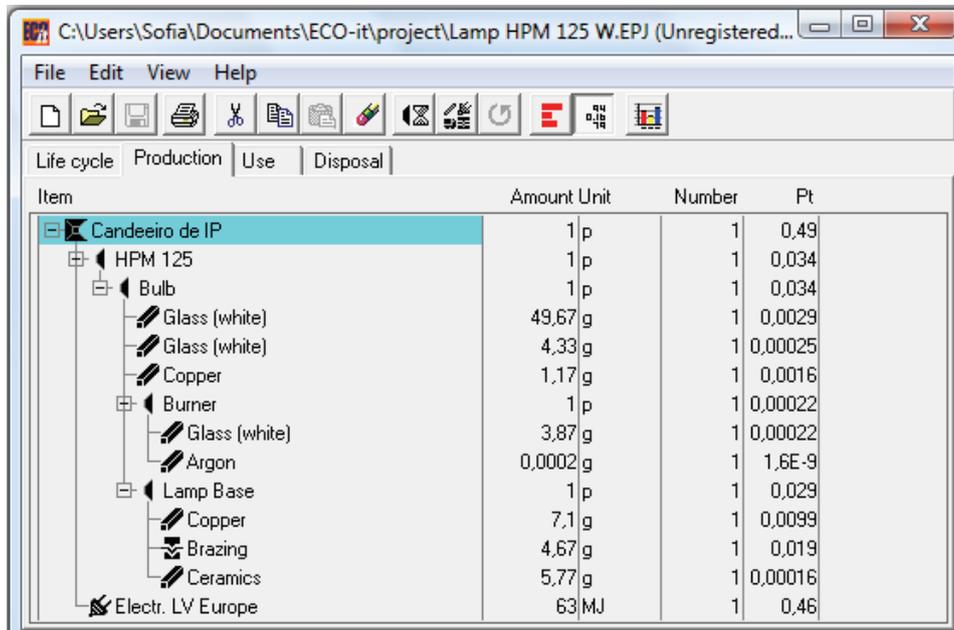
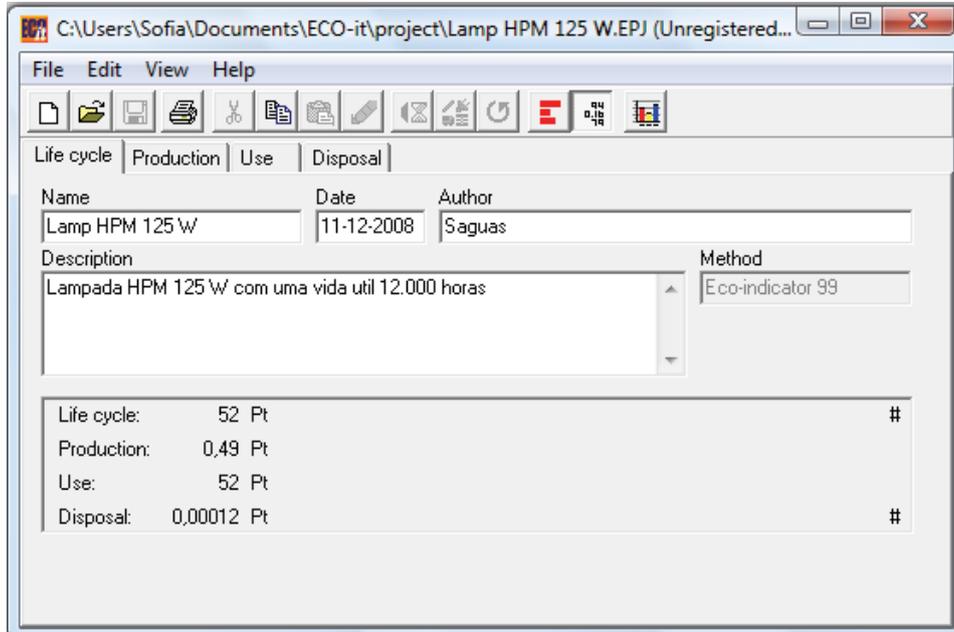
File Edit View Help

Life cycle | Production | Use | Disposal

Item	Municipal Household	Recycling	Incineration	Landfill	Pt
☐ Candeeiro de IP	100 %#	0 %#	0 %#	0 %#	4E-5 #
☐ HPS 70	50 %#	0 %#	0 %#	50 %#	4E-5 #
☐ Bulb	50 %#	0 %#	0 %#	50 %#	4E-5 #
Glass (white)	50 %	0 %	0 %	50 %	6,4E-5
Glass (white)	50 %	0 %	0 %	50 %	1,4E-5
Steel low alloy	50 %	#	0 %	50 %	-3,8E-5 #
Copper	#	#	#	#	0 #
Burner	50 %	0 %	0 %	50 %	0
☐ Lamp Base	50 %#	0 %#	0 %#	50 %#	7,7E-7 #
Copper	#	#	#	#	0 #
Cement	#	#	#	50 %	7,7E-7 #

One or more disposal indicator values are unknown (#).

Avaliação da Lâmpada Vapor de Mercúrio de Alta Pressão 125 W



C:\Users\Sofia\Documents\ECO-it\project\Lamp HPM 125 W.EPJ (Unregistered...)

File Edit View Help

Life cycle | Production | Use | Disposal

Item	Amount	Unit	Number	Pt
[-] Candeeiro de IP	1	p	1	52
[-] Electr. LV Europe	2000	kWh	1	52

C:\Users\Sofia\Documents\ECO-it\project\Lamp HPM 125 W.EPJ (Unregistered...)

File Edit View Help

Life cycle | Production | Use | Disposal

Item	Municipal Household	Recycling	Incineration	Landfill	Pt
[-] Candeeiro de IP	100 %#	0 %#	0 %#	0 %#	0,00012 #
[-] HPM 125	50 %#	0 %#	0 %#	50 %#	0,00012 #
[-] Bulb	50 %#	0 %#	0 %#	50 %#	0,00012 #
[-] Glass (white)	50 %	0 %	0 %	50 %	8,9E-5
[-] Glass (white)	50 %	0 %	0 %	50 %	1,6E-5
[-] Copper	#	#	#	#	0 #
[-] Burner	50 %#	0 %#	0 %#	50 %#	1,4E-5 #
[-] Glass (white)	50 %	0 %	0 %	50 %	1,4E-5
[-] Argon	#	#	#	#	0 #
[-] Lamp Base	50 %#	0 %#	0 %#	50 %#	4E-6 #
[-] Copper	#	#	#	#	0 #
[-] Ceramics	#	#	0 %	50 %	4E-6 #

One or more disposal indicator values are unknown (#).

## Avaliação da Lâmpada de Iodetos metálicos 70 W

C:\Users\Sofia\Documents\ECO-it\project\Lamp CMH 70 W.EPJ (Unregistered ...)

File Edit View Help

Life cycle | Production | Use | Disposal

Name: Lamp CMH 70 W      Date: 11-12-2008      Author: SAguas

Description: Lâmpada CMH 70 W com uma vida útil 12000 horas      Method: Eco-indicator 99

Life cycle:	219 Pt	#
Production:	0,46 Pt	
Use:	218 Pt	
Disposal:	1,6E-5 Pt	#

C:\Users\Sofia\Documents\ECO-it\project\Lamp CMH 70 W.EPJ (Unregistered ...)

File Edit View Help

Life cycle | Production | Use | Disposal

Item	Amount	Unit	Number	Pt
☑ Candeeiro de IP	1	p	1	0,46
☑ CMH 70	1	p	1	0,005
☑ Bulb	1	p	1	0,005
Glass (white)	19,17	g	1	0,0011
Cast iron	0,12	g	1	2,9E-5
Electro steel	0,03	g	1	7,2E-7
☑ Burner	1	p	1	0,00056
Extrusion - aluminium	7,77	g	1	0,00056
Argon	0,0001	g	1	7,8E-10
☑ Lamp Base	1	p	1	0,0033
Converter steel	2,4	g	1	0,00023
Converter steel	3	g	1	0,00028
Ceramics	5,77	g	1	0,00016
Brazing	0,67	g	1	0,0027
Electr. LV Europe	63	MJ	1	0,46

C:\Users\Sofia\Documents\ECO-it\project\Lamp CMH 70 W.EPJ (Unregistered ...)

File Edit View Help

Life cycle | Production | Use | Disposal

Item	Amount	Unit	Number	Pt
☑ Candeeiro de IP	1	p	1	218
☑ Electr. LV Europe	8400	kWh	1	218

C:\Users\Sofia\Documents\ECO-it\project\Lamp CMH 70 W.EPJ (Unregistered ...)

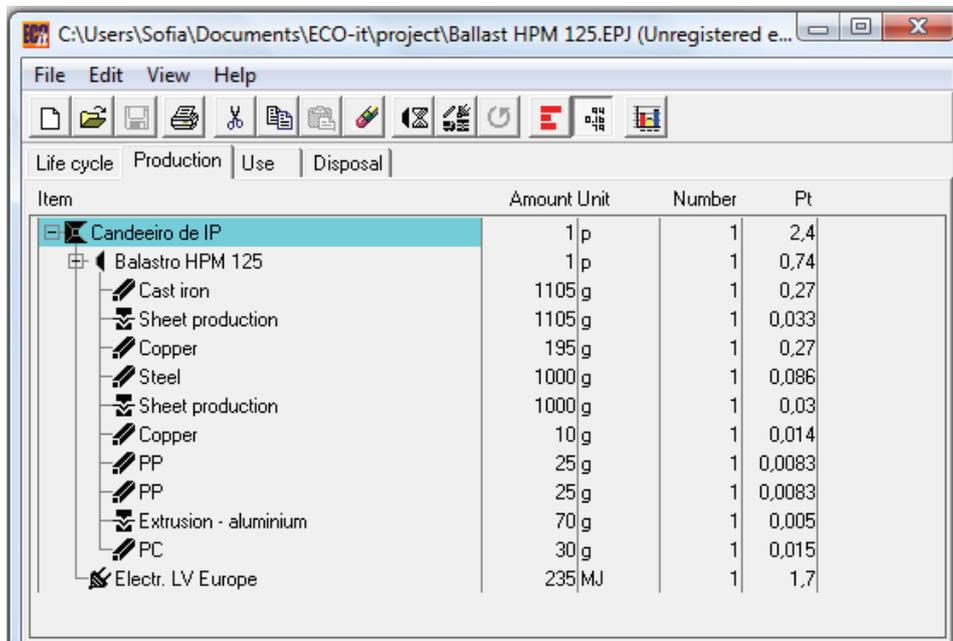
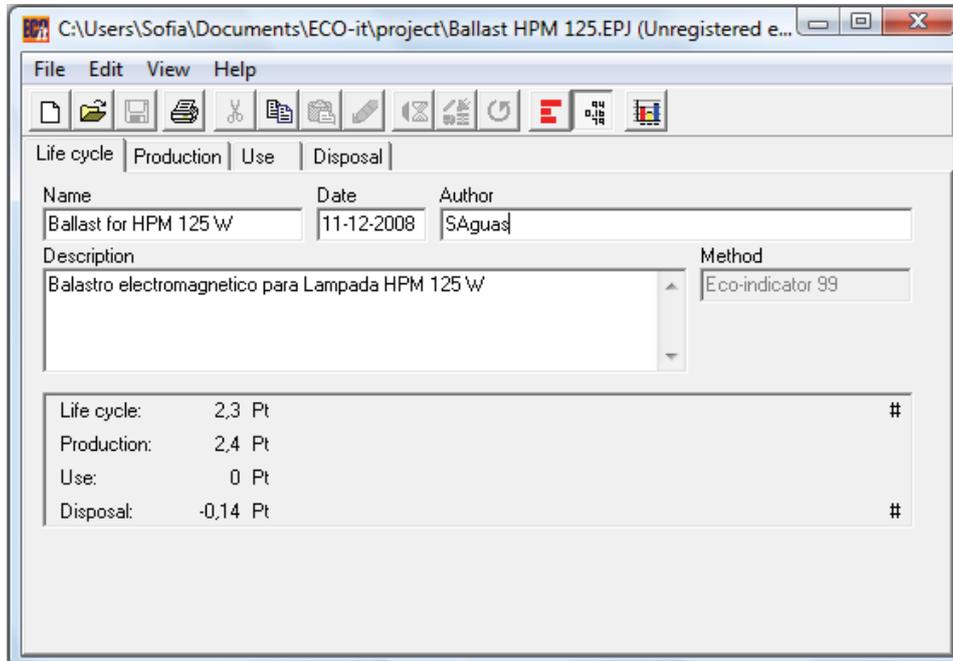
File Edit View Help

Life cycle | Production | Use | Disposal

Item	Municipal	Household	Recycling	Incineration	Landfill	Pt	
☑ Candeeiro de IP	100 %	#	0 %	#	0 %	#	1,6E-5 #
☑ CMH 70	50 %	#	0 %	#	0 %	#	1,6E-5 #
☑ Bulb	50 %	#	0 %	#	50 %	#	1,6E-5 #
☑ Glass (white)	50 %	#	0 %	#	0 %	#	3,5E-5
☑ Cast iron	50 %	#	#	0 %	50 %	#	-2,3E-6 #
☑ Electro steel	50 %	#	#	0 %	50 %	#	-5,7E-7 #
☑ Burner	50 %	#	0 %	#	50 %	#	0 #
☑ Argon	#	#	#	#	#	#	0 #
☑ Lamp Base	50 %	#	0 %	#	50 %	#	-1,6E-5 #
☑ Converter steel	50 %	#	#	0 %	10 %	#	-1,3E-5 #
☑ Converter steel	50 %	#	#	0 %	0 %	#	-6,8E-6 #
☑ Ceramics	#	#	#	#	0 %	#	4E-6 #

One or more disposal indicator values are unknown (#).

**Avaliação do Balastro Electromagnético para Lâmpada Vapor de Mercúrio de Alta Pressão HPM  
125 W**



C:\Users\Sofia\Documents\ECO-it\project\Ballast HPM 125.EPJ (Unregistered e...)

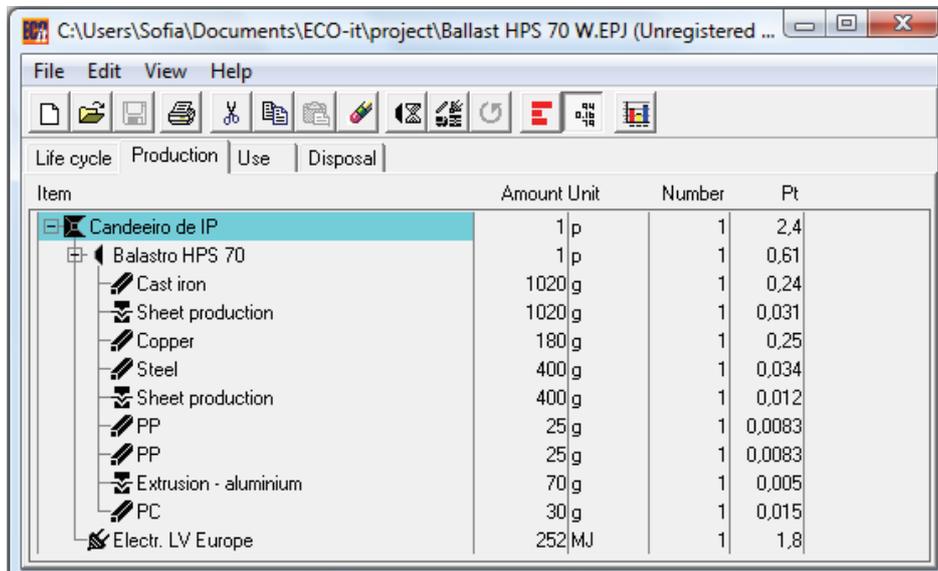
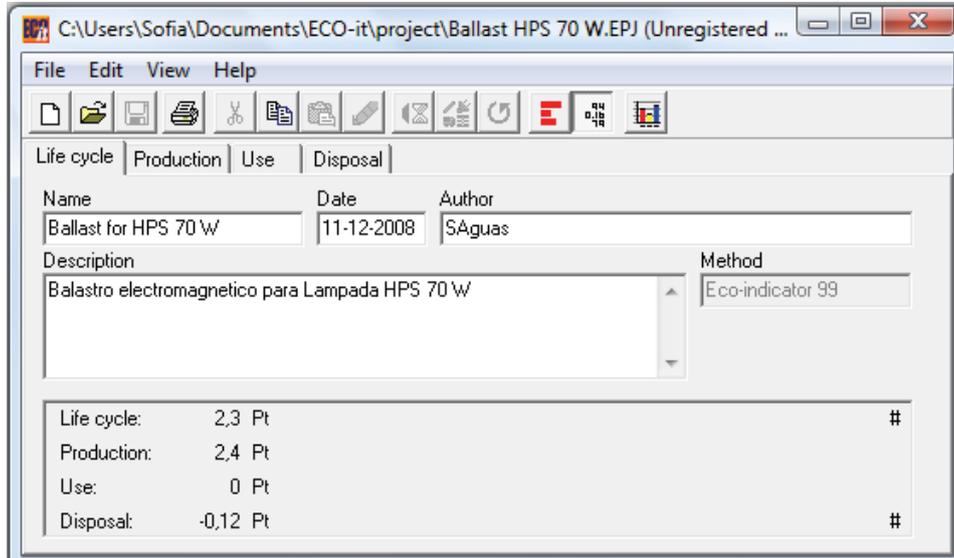
File Edit View Help

Life cycle | Production | Use | Disposal

Item	Municipal Household	Household	Recycling	Incineration	Landfill	Pt
Candeeiro de IP	100 %#	0 %#	0 %#	0 %#	0 %#	-0,14 #
Balastro HPM 125	50 %#	0 %#	0 %#	0 %#	50 %#	-0,14 #
Cast iron	50 %	#	45 %	0 %	5 %	-0,11 #
Copper	#	#	#	#	#	0 #
Steel	50 %	#	45 %	0 %	5 %	-0,031 #
Copper	#	#	#	#	#	0 #
PP	50 %	0 %	5 %	45 %	0 %	-0,00041
PP	50 %	0 %	5 %	45 %	0 %	-0,00041
PC	#	#	#	#	#	0 #

One or more disposal indicator values are unknown (#).

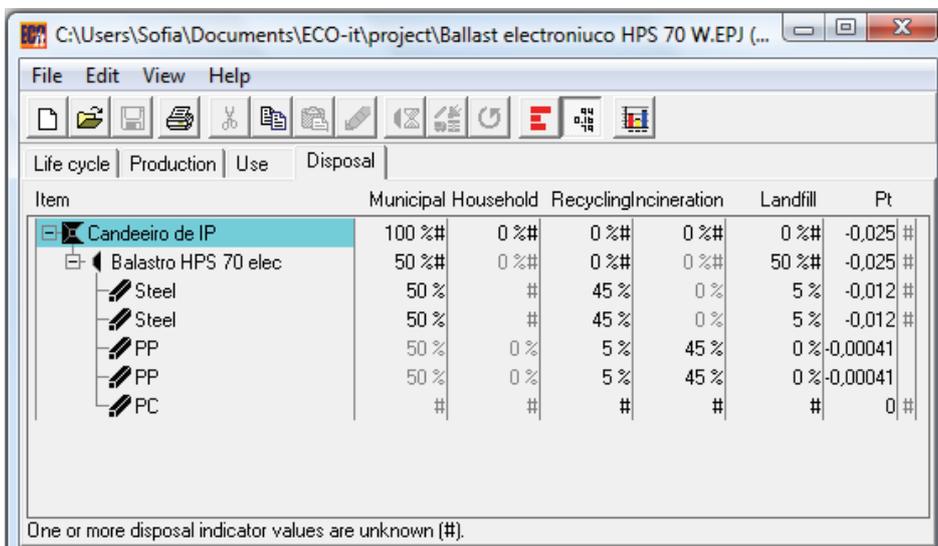
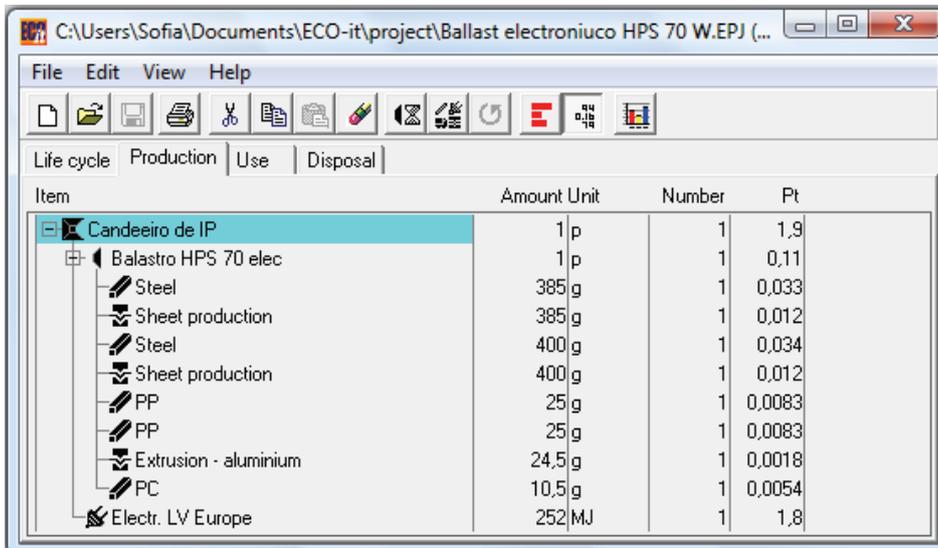
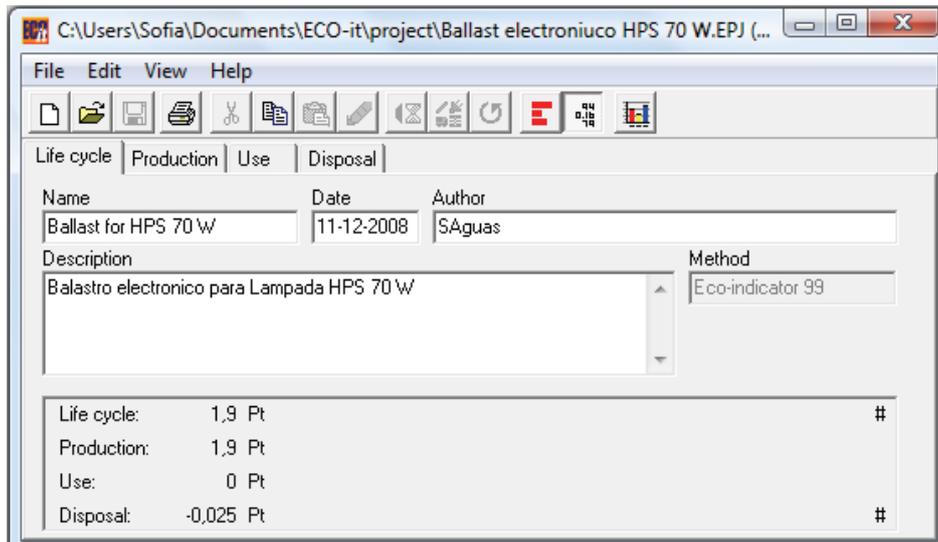
Avaliação do Balastro Electromagnético para Lâmpada Vapor de Sódio de Alta Pressão HPS 70 W



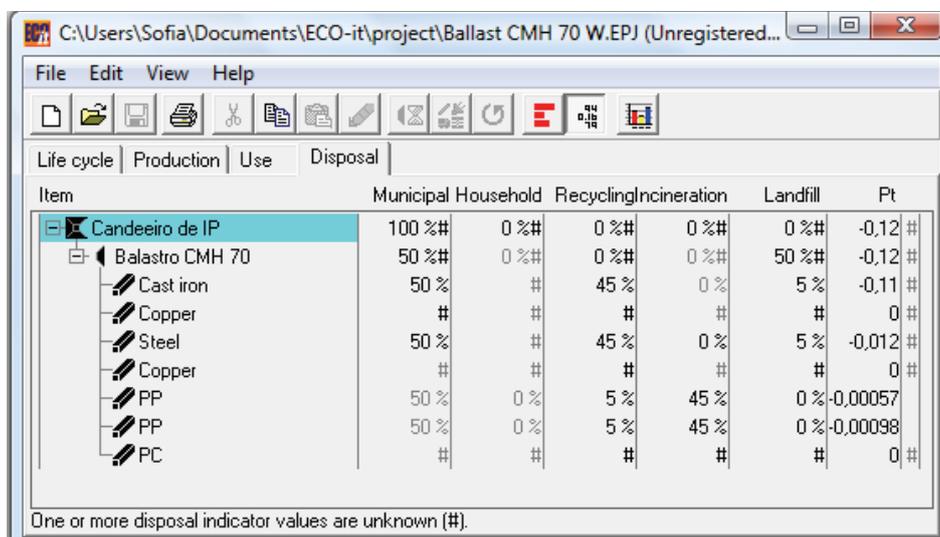
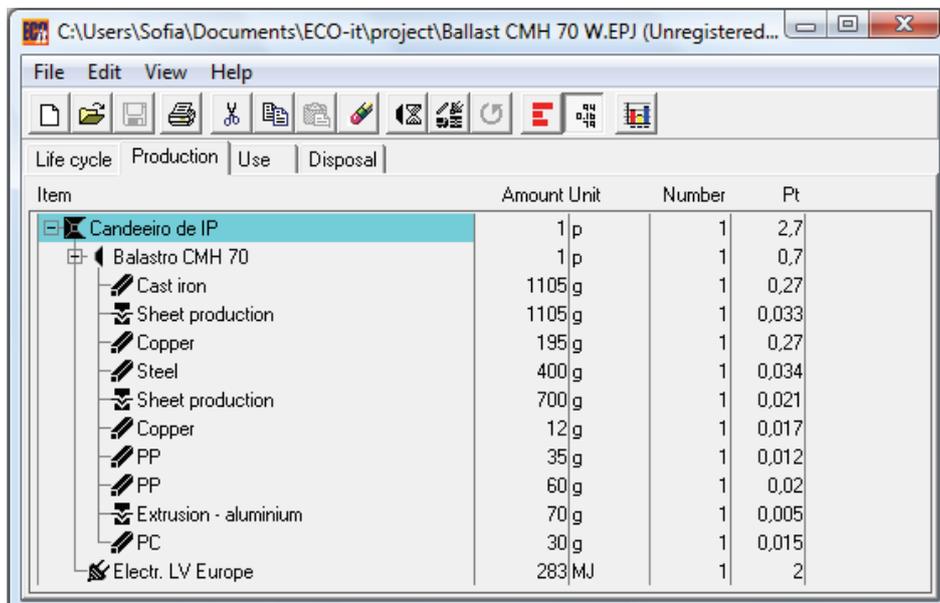
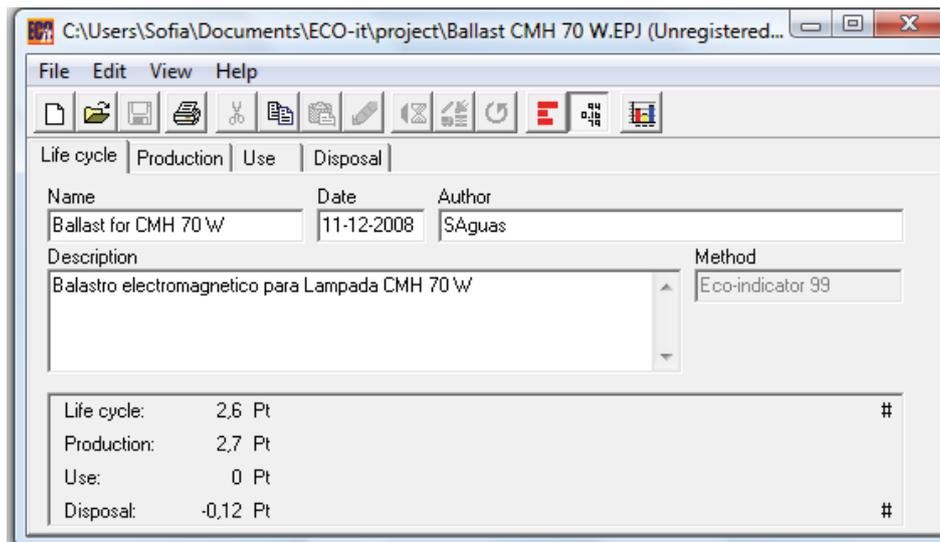
Item	Municipal Household	Household	Recycling	Incineration	Landfill	Pt
Candeeiro de IP	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	-0,12
Balastro HPS 70	50 %	0 %	0 %	0 %	50 %	-0,12
Cast iron	50 %		45 %	0 %	5 %	-0,1
Copper						0
Steel	50 %		45 %	0 %	5 %	-0,012
PP	50 %	0 %	5 %	45 %	0 %	-0,00041
PP	50 %	0 %	5 %	45 %	0 %	-0,00041
PC						0

One or more disposal indicator values are unknown (#).

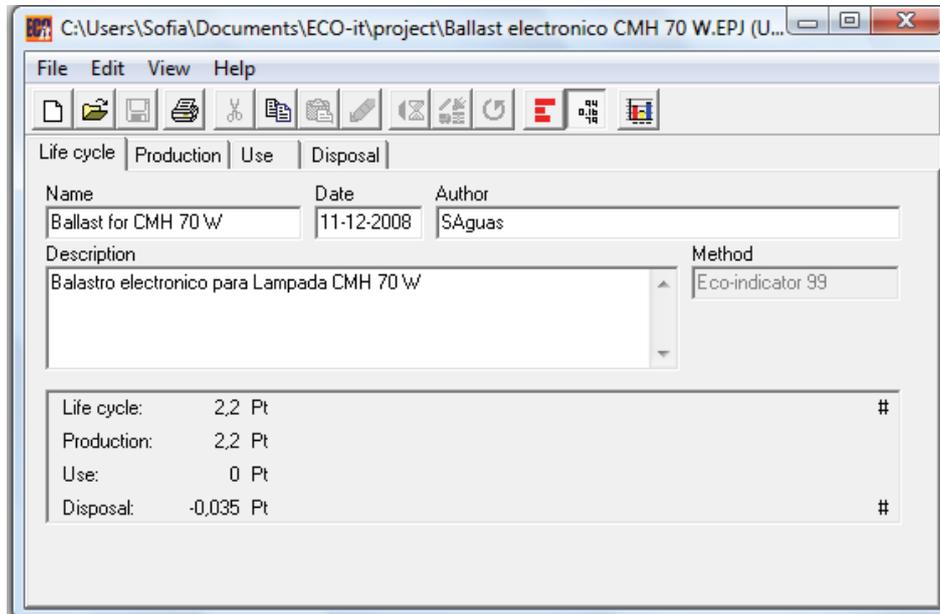
Avaliação do Balastro Electrónico para Lâmpada Vapor de Sódio de Alta Pressão HPS 70 W



**Avaliação do Balastro Electromagnético Iodetos metálicos CMH 70W**



## Avaliação do Balastro Electrónico Iodetos metálicos CMH 70W



The screenshot shows the 'Use' tab of the Eco-indicator 99 software. The window title is 'C:\Users\Sofia\Documents\ECO-it\project\Ballast electronico CMH 70 W.EPJ (U...'. The menu bar includes 'File', 'Edit', 'View', and 'Help'. The toolbar contains various icons for file operations and analysis. The main area displays a hierarchical tree view of items and their associated environmental impacts.

Item	Amount	Unit	Number	Pt
Candeeiro de IP	1	p	1	2,2
Balastro CMH 70 elec	1	p	1	0,17
Steel	385	g	1	0,033
Sheet production	385	g	1	0,012
Steel	700	g	1	0,06
Sheet production	700	g	1	0,021
PP	35	g	1	0,012
PP	60	g	1	0,02
Extrusion - aluminium	24,5	g	1	0,0018
PC	10,5	g	1	0,0054
PET	14	g	1	0,0053
Electr. LV Europe	283	MJ	1	2

C:\Users\Sofia\Documents\ECO-it\project\Ballast electronico CMH 70 W.EPJ (U...)

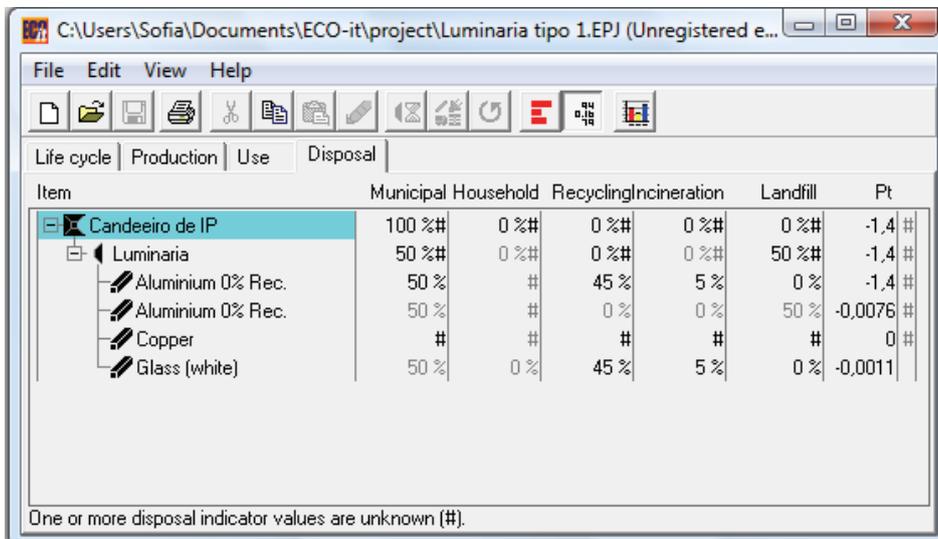
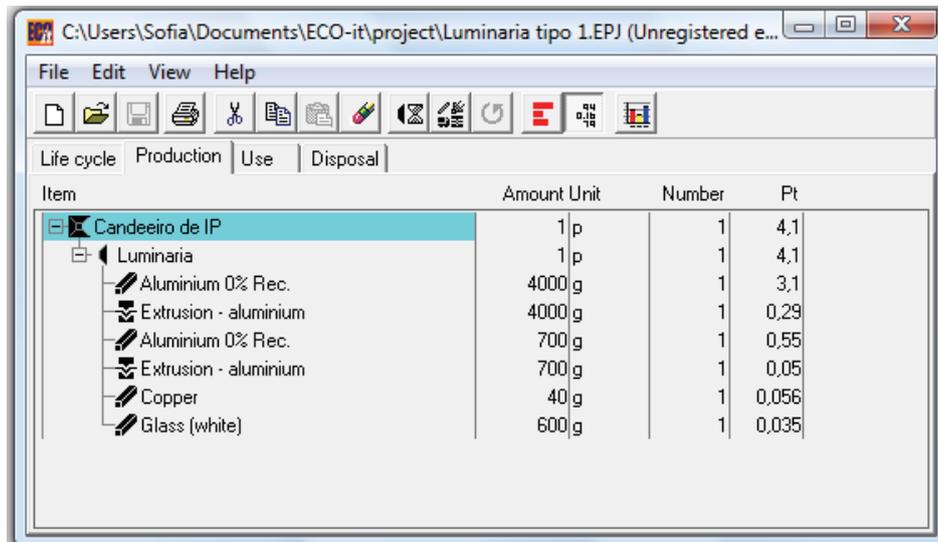
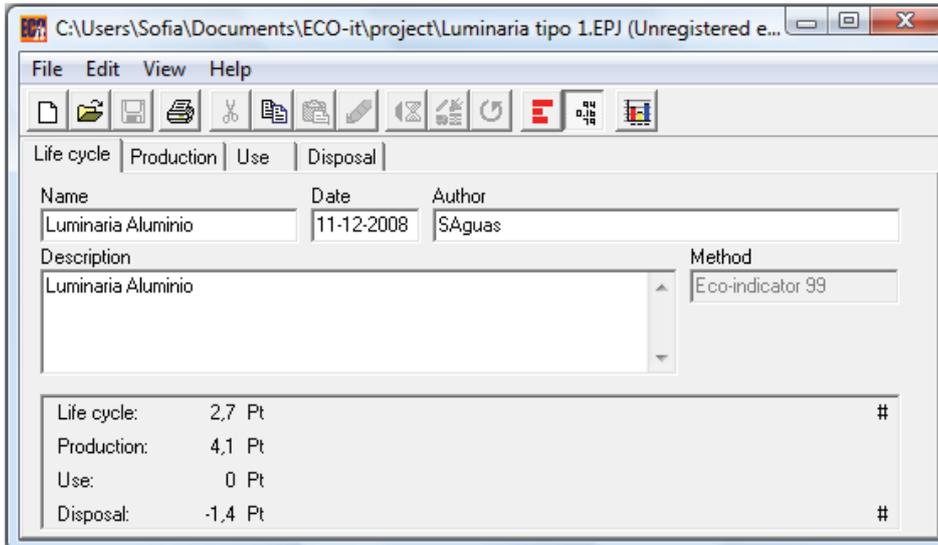
File Edit View Help

Life cycle | Production | Use | Disposal

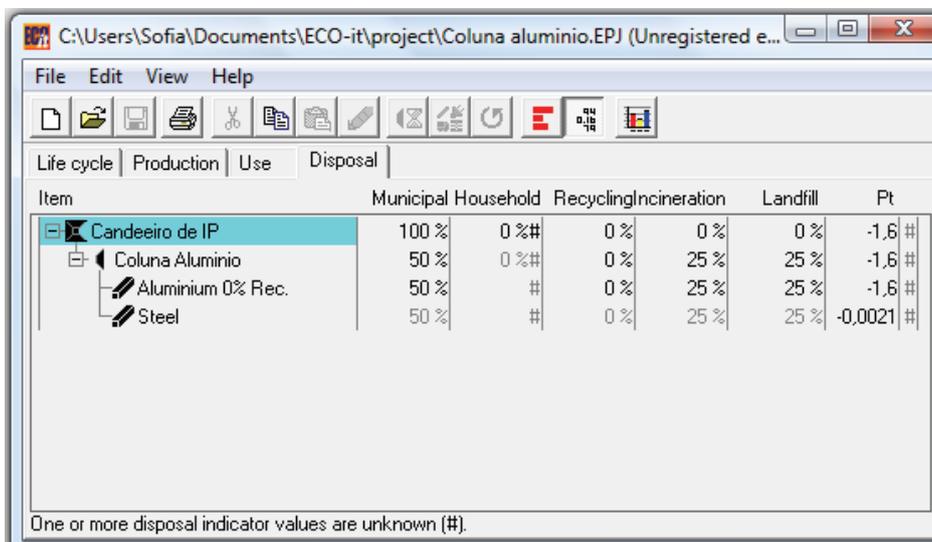
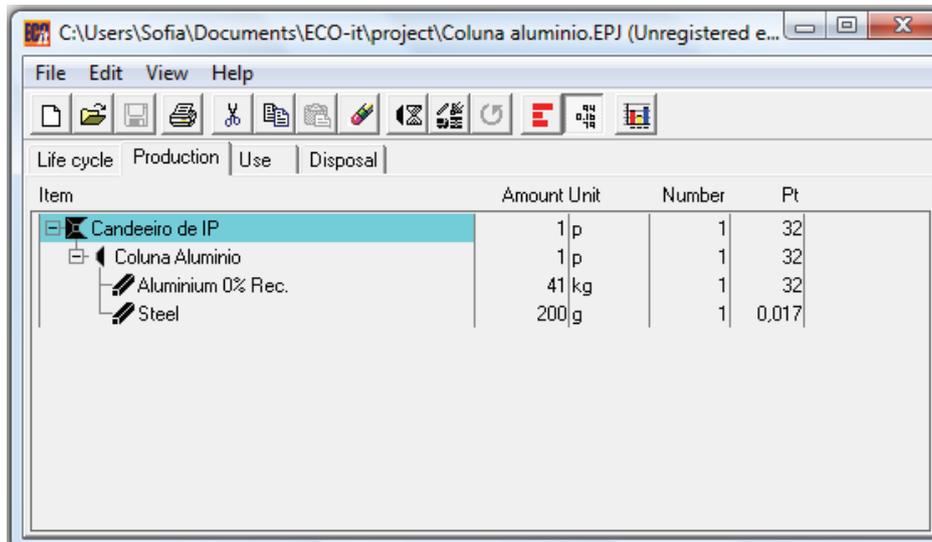
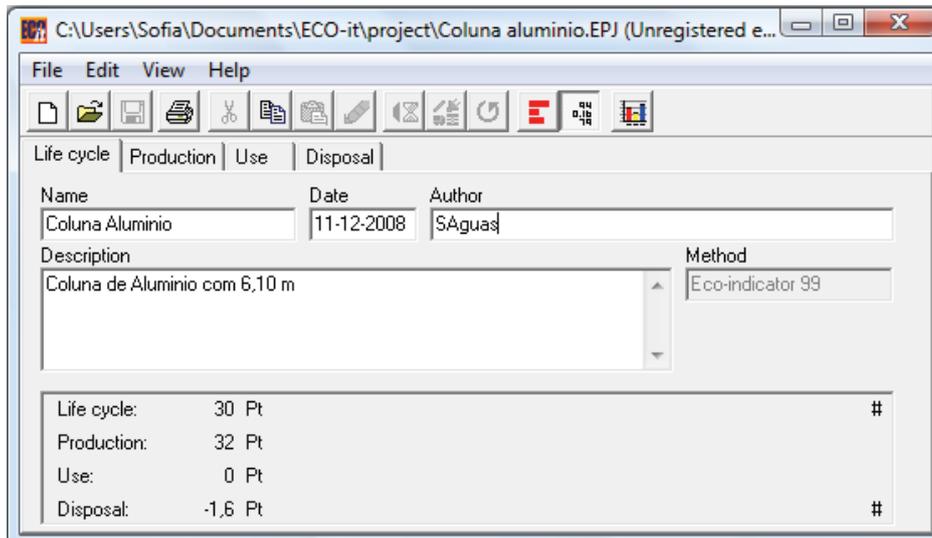
Item	Municipal Household	Recycling	Incineration	Landfill	Pt
Candeeiro de IP	100 %#	0 %#	0 %#	0 %#	-0,035 #
└ Balastro CMH 70 elec	50 %#	0 %#	0 %#	50 %#	-0,035 #
└ Steel	50 %	#	45 %	5 %	-0,012 #
└ Steel	50 %	#	45 %	5 %	-0,022 #
└ PP	50 %	0 %	5 %	45 %	-0,00057
└ PP	50 %	0 %	5 %	45 %	-0,00098
└ PC	#	#	#	#	0 #
└ PET	50 %	0 %	#	45 %	-3,3E-5 #

One or more disposal indicator values are unknown (#).

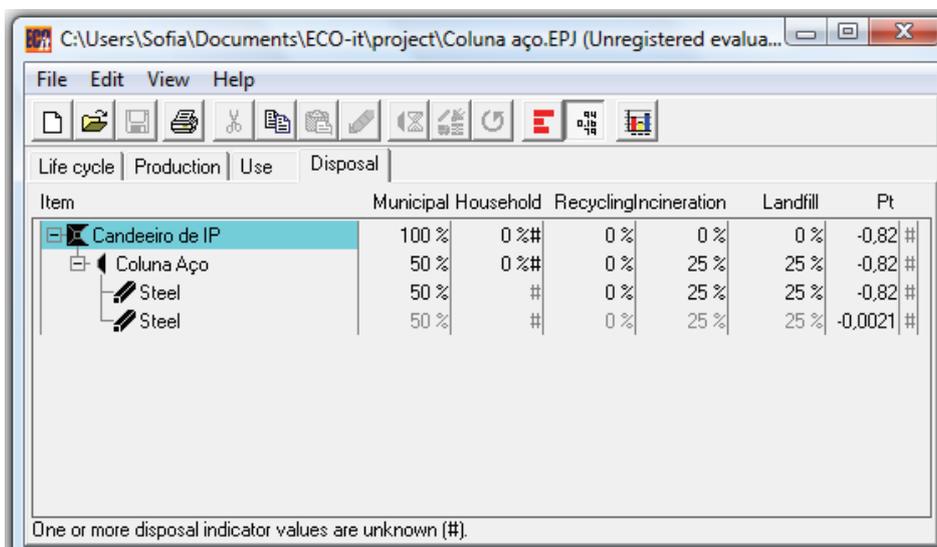
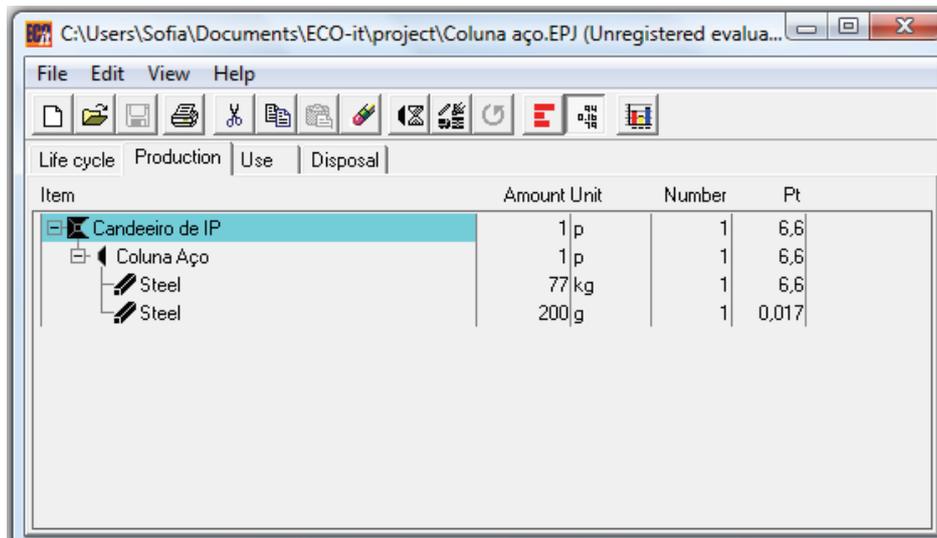
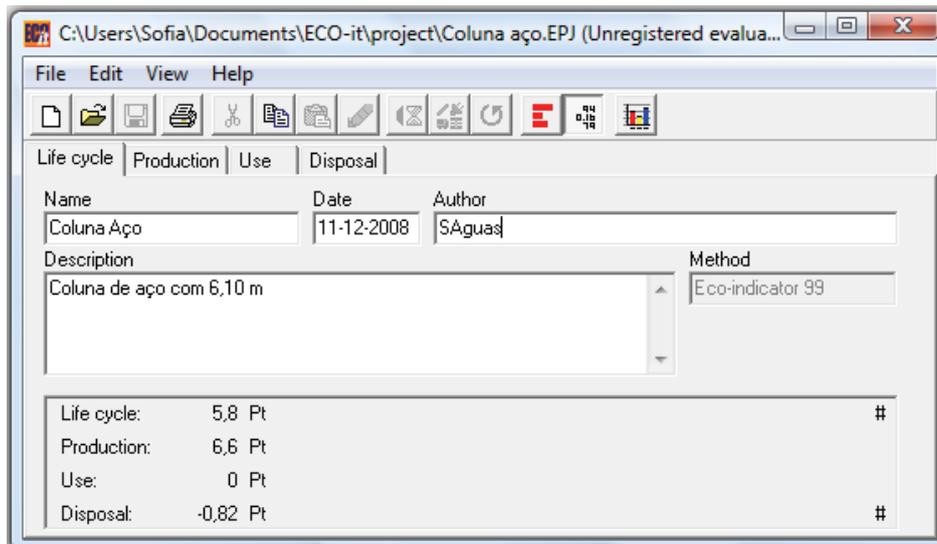
Avaliação de Luminária em Alumínio



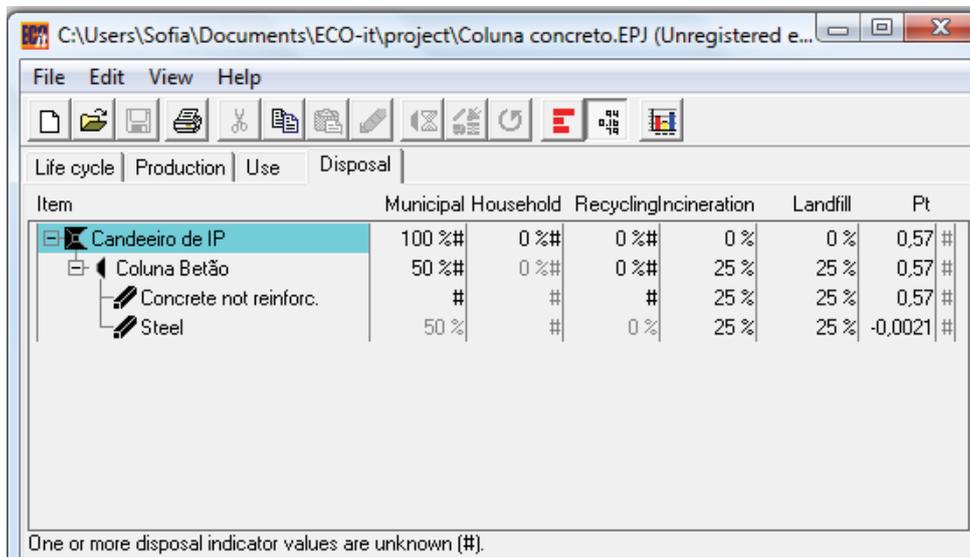
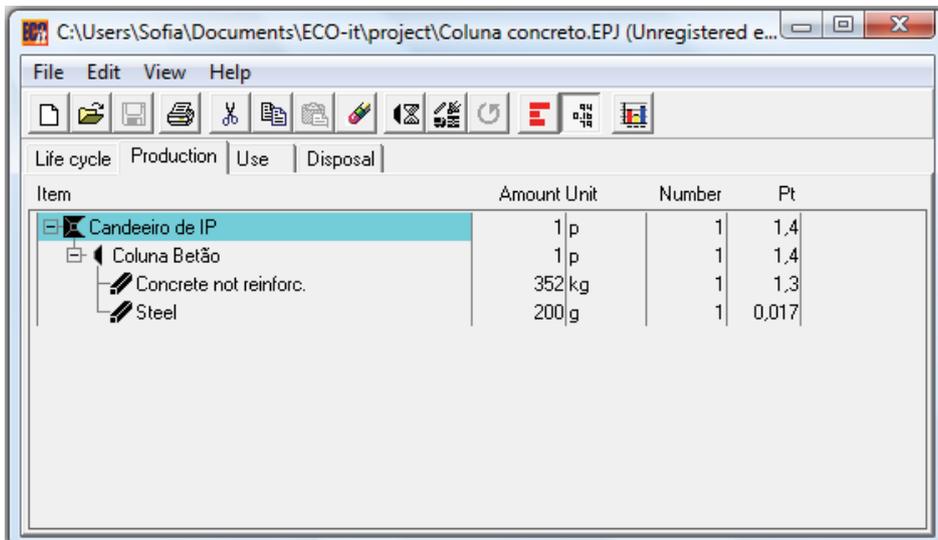
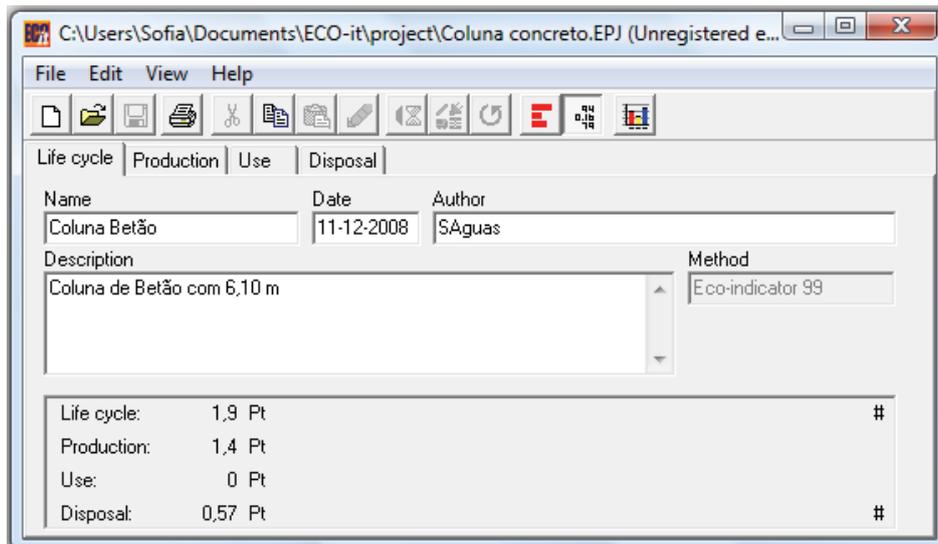
Avaliação de Coluna em Alumínio



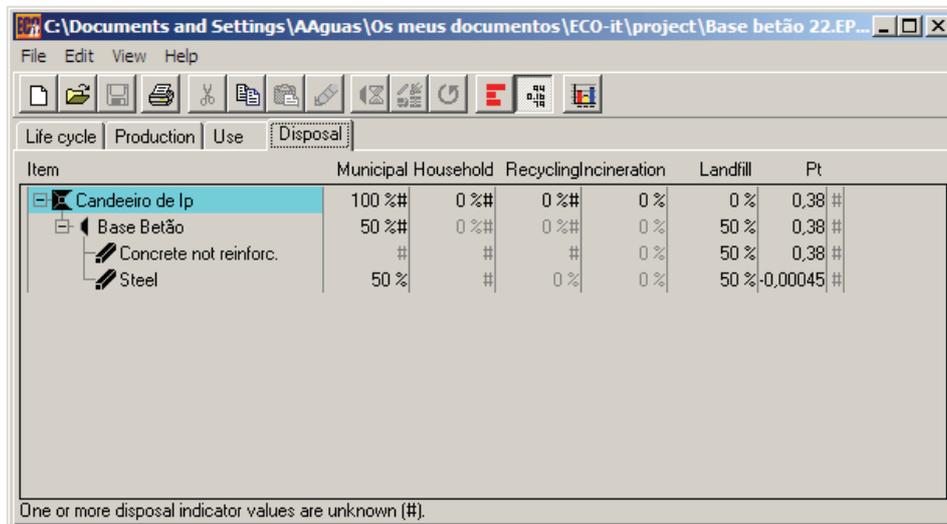
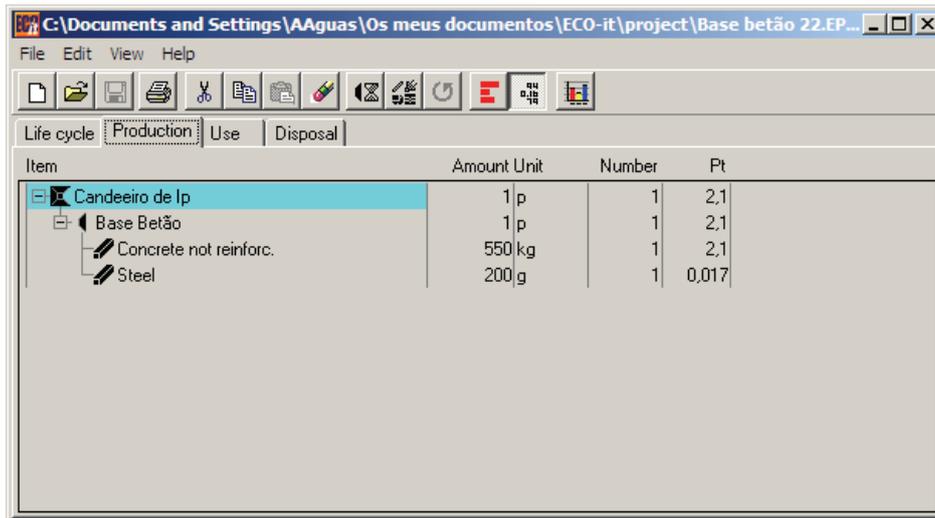
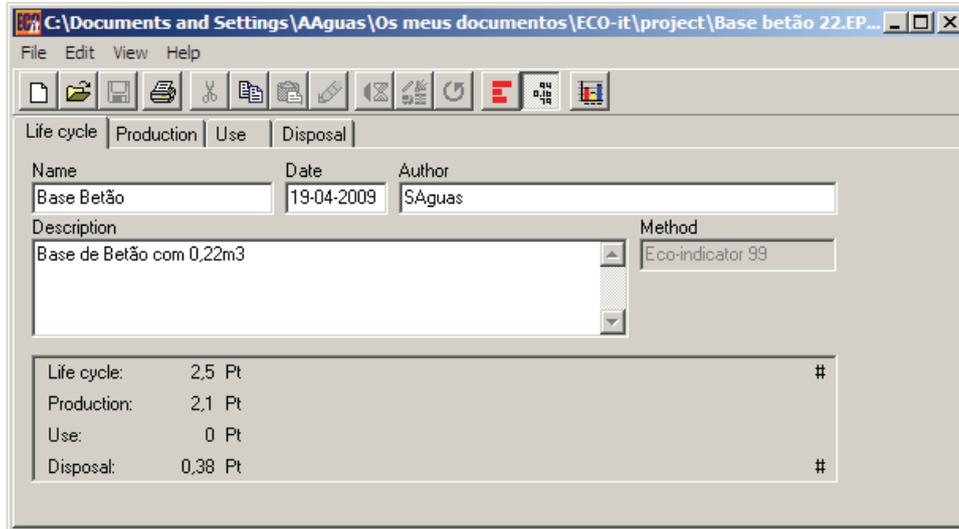
Avaliação de Coluna em Aço



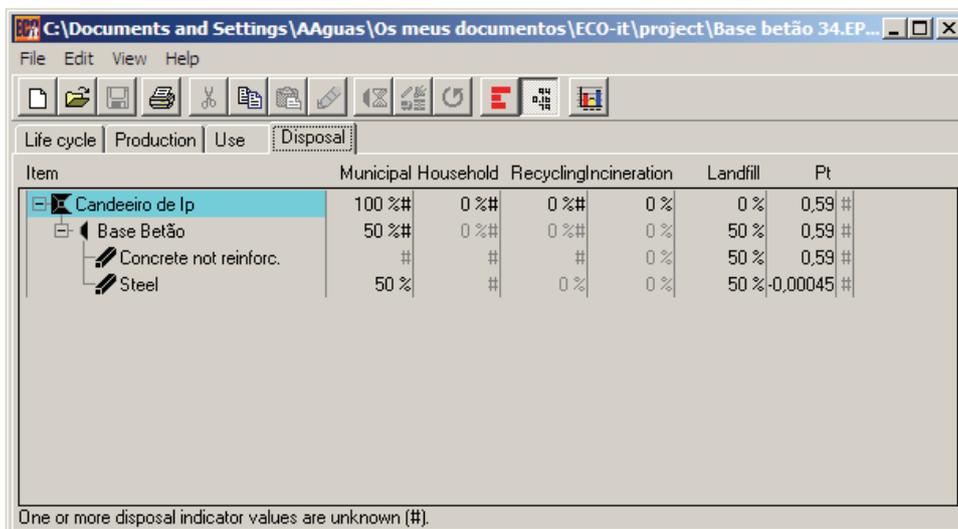
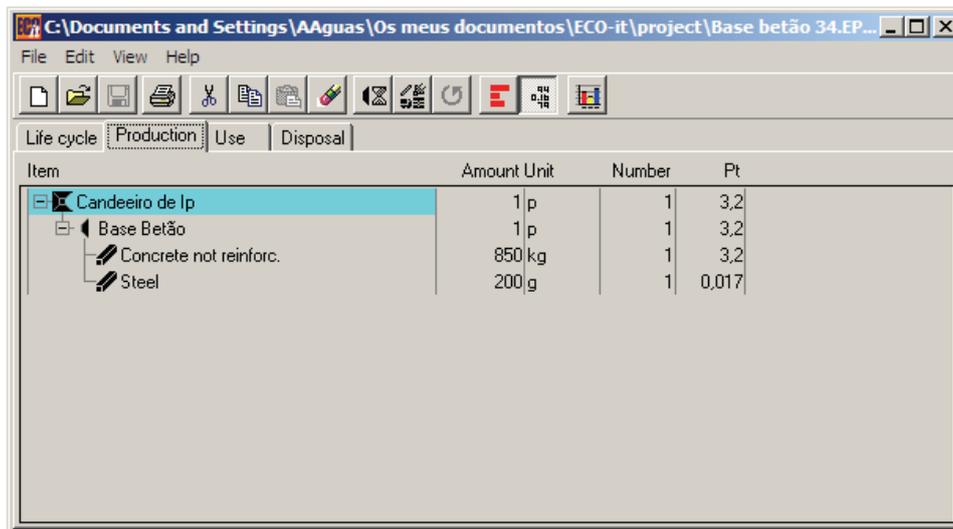
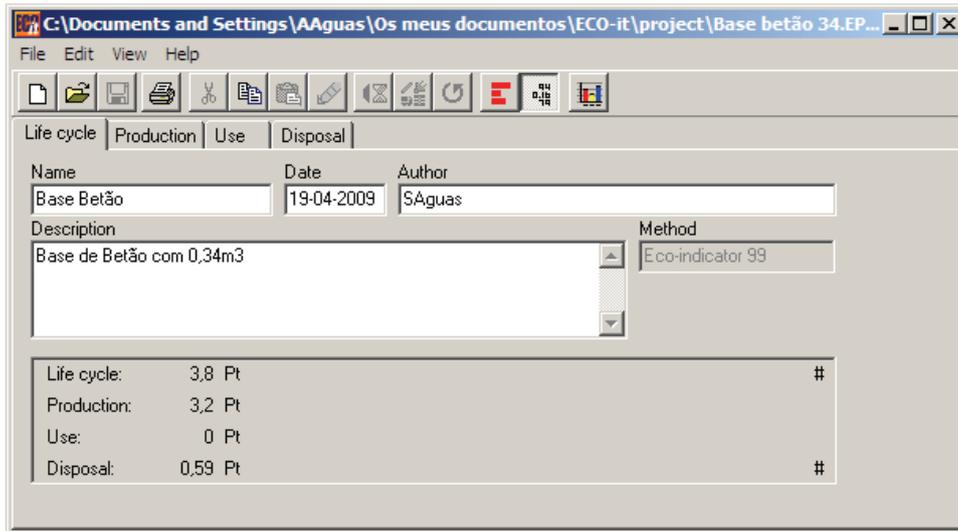
**Avaliação de Coluna em Betão**



Avaliação de Base com 0,22m<sup>3</sup>



Avaliação de Base com 0,34m<sup>3</sup>



Avaliação de Base com 0,45m<sup>3</sup>

The screenshot shows a software window titled 'C:\Documents and Settings\AAguas\Os meus documentos\ECO-it\project\Base betão 45.EP...'. The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Help) and a toolbar. Below the toolbar are tabs for 'Life cycle', 'Production', 'Use', and 'Disposal'. The 'Production' tab is active, displaying the following information:

Name	Date	Author
Base Betão	19-04-2009	SAguas

Description: Base de Betão com 0,45m<sup>3</sup>  
 Method: Eco-indicator 99

Life cycle:	5,1 Pt	#
Production:	4,3 Pt	
Use:	0 Pt	
Disposal:	0,79 Pt	#

The screenshot shows the same software window with the 'Production' tab active. It displays a hierarchical tree view of materials and their associated environmental impact data:

Item	Amount	Unit	Number	Pt
Candeeiro de lp	1	p	1	4,3
Base Betão	1	p	1	4,3
Concrete not reinforc.	1125	kg	1	4,3
Steel	200	g	1	0,017

The screenshot shows the same software window with the 'Disposal' tab active. It displays disposal indicators for the materials listed in the previous view:

Item	Municipal Household	Recycling/Incineration	Landfill	Pt
Candeeiro de lp	100 %#	0 %#	0 %	0,79 #
Base Betão	50 %#	0 %#	0 %	0,79 #
Concrete not reinforc.	#	#	0 %	0,79 #
Steel	50 %	#	0 %	0,00045 #

One or more disposal indicator values are unknown (#).