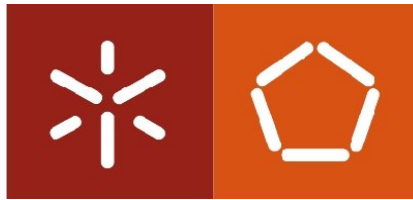




Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Daniel Souto Rodrigues

Sistema de Informação para avaliação e monitorização da qualidade de vida em campi universitários



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Daniel Souto Rodrigues

**Sistema de Informação para avaliação
e monitorização da qualidade de vida
em campi universitários**

Doutoramento em Engenharia Civil
Ramo de Planeamento Territorial

Trabalho efectuado sob a orientação do
Doutor Rui António Rodrigues Ramos

Setembro 2007

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE
APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE
DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO QUE A TAL SE COMPROMETE

À Isabel, ao David, ao Tomás e à Leonor

AGRADECIMENTOS

Para a realização deste trabalho foram determinantes as contribuições de várias pessoas e instituições a quem expresso o meu profundo reconhecimento.

Ao Doutor Rui Ramos, Professor Auxiliar da Universidade do Minho, como orientador científico, pelo incentivo, acompanhamento e apoio inextinguível, que foram determinantes para a realização desta tese. A tudo isso, acrescento a felicidade de poder contar com a sua sincera amizade.

Ao Doutor José Mendes, Professor Catedrático da Universidade do Minho, pela forte colaboração, através da partilha de conhecimentos, incentivos e amizade marcante que me permitiram ultrapassar inúmeros obstáculos.

À Eng.^a Lígia Silva, pelos seus contributos na obtenção de alguns resultados para o caso de estudo e presença amiga.

À D. Paula Nunes, pela sua prestabilidade, dedicação e simpatia.

À Universidade do Minho e ao Departamento de Engenharia Civil agradeço o apoio material e a dispensa de serviço docente que me permitiram a realização desta tese.

Ao Serviço de Acção Social da Universidade do Minho, nas pessoas do Eng. Carlos Silva e Dr. Fernando Parente, pelo fornecimento de dados.

Ao Departamento de Engenharia Biológica, na pessoa do seu Director, aos Serviços de Comunicações, na pessoa do seu chefe de Divisão, e ao Gabinete de Apoio ao Estudante com Deficiência, na pessoa da Dr.^a Sandra Rodrigues, por permitirem a instalação de câmaras para a gravação do tráfego rodoviário.

A todos os participantes nos testes do sistema pela disponibilidade e contribuição prestadas sem as quais o valor deste trabalho não seria o mesmo.

A todos os amigos e colegas de trabalho do Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho pelo estímulo demonstrado todos estes anos.

A todos os meus familiares e amigos pela importância que têm na minha vida.

De uma forma muito especial, agradeço à Isabel que desde o início me apoiou e encorajou, merecendo todo o meu carinho e admiração pela compreensão evidenciada nos momentos mais difíceis.

Aos meus filhos, David, Tomás e Leonor, pelo seu amor.

RESUMO

Após um período de crescimento continuado no que concerne a instalações, é agora consensual que as Universidades portuguesas caminham para um ciclo de estabilização e consolidação. Por não se vislumbrar grande sentido em aumentar a oferta face à procura, deverá nascer um processo onde o acréscimo de dimensão deverá dar lugar ao acréscimo de qualidade.

A qualidade dos projectos de ensino e investigação passa também pela qualidade dos espaços onde estes se desenvolvem, quer sejam os edifícios, quer sejam os espaços exteriores dos campi. Os utentes, sejam estudantes, docentes, funcionários ou visitantes, para além das necessidades óbvias associadas à sua actividade específica, aspiram a um ambiente saudável, seguro, a níveis de mobilidade e acessibilidade aceitáveis, etc. Em suma, aspiram a um campus com qualidade de vida.

Por outro lado, assume-se que os campi universitários podem ser equiparados a espaços urbanos. Este pressuposto advém das características, forma, dimensão e organização que estes assumem. Esta faceta de cariz urbano é muitas vezes realçada pela sua localização, situando-se em zonas urbanas ou, por vezes, inserindo-se como parte integrante da cidade.

Neste enquadramento, o presente trabalho apresenta um modelo de avaliação da qualidade de vida em campi universitários que se baseia em abordagens para espaços urbanos. Os seus aspectos essenciais são implementados no sentido de poder conduzir à construção de um sistema de informação que permita acompanhar a evolução da qualidade de vida, bem como avaliar intervenções futuras através da elaboração de cenários. Para além da descrição da estrutura global, são igualmente alvo de atenção a forma de guardar os dados, a inclusão de modelos, a interface com o utilizador e a disponibilização de nova informação.

Como aplicação prática, foi desenvolvido um sistema de informação para o Campus de Gualtar da Universidade do Minho. Este sistema opera em duas vertentes: uma informativa, aberta a toda comunidade, permitindo a qualquer utilizador vislumbrar qual a evolução da qualidade de vida no campus; e outra de apoio à decisão, principalmente no planeamento e gestão das infra-estruturas, apelando à participação da comunidade universitária através de avaliações individuais de forma a gerar avaliações globais.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade de Vida, Sistema de Apoio à Decisão, Campus Universitário, Participação Pública

ABSTRACT

Nowadays, after a continuous growing of edifications, there is a consensus about the fact that Portuguese Universities are incoming in a cycle of stabilization and consolidation. Since the demand tends to be satisfied, a new process shall emerge where the physical expansion will be substituted by a quality increase.

Teaching and research activities quality in Universities are somehow related to the quality of the spaces where they take place, either when considering the buildings facilities, either when taking into consideration the campus landscape. The University Campus users, besides the obvious needs associated to their specific activities, aspire to an healthy and secure environment with appropriated and well located facilities, good mobility and accessibility levels, etc. So, they aspire to a University Campus with quality of life.

Due to their characteristics, form, dimension and organization, university campi are considered as urban spaces. This aspect is often enhanced by its location in urban areas or even merged in the city.

In this context, a model for the evaluation of the quality of life based on concepts for urban spaces is proposed. Its essential aspects are discussed with the aim to produce an information system as a tool to evaluate the quality of life evolution and to assess future interventions using scenarios. The idealized global structure, the way that data can be kept, the inclusion of models, the user interface importance and the presentation of new information are focused.

As a case study, an information system was developed for the Gualtar Campus of the University of Minho, located in Braga, Portugal. The system embodies two main functions: to inform, allowing any user to know how has evolved the quality of life on campus; to be a decision support tool, mainly in facilities planning and management, taking advantages of users participation through individual evaluations for the production of global evaluations.

KEYWORDS: Quality of Life, Decision Support System, University Campus, Public Participation

Índice

Capítulo 1 - Introdução	1
1.1 A IMPORTÂNCIA DAS UNIVERSIDADES	1
1.2 QUALIDADE DE VIDA NAS UNIVERSIDADES	4
1.3 AVALIAÇÃO E MONITORIZAÇÃO DA QVC	6
1.4 UNIVERSIDADE COMO ESPAÇO URBANO	7
1.5 OBJECTIVOS DO TRABALHO	10
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	11
Capítulo 2 - Qualidade de vida	13
2.1 INTRODUÇÃO.....	13
2.2 O CONCEITO DE QUALIDADE DE VIDA	19
2.3 INDICADORES DA QUALIDADE DE VIDA URBANA.....	31
Capítulo 3 - Sistema de Apoio à Decisão	51
3.1 INTRODUÇÃO.....	51
3.2 TOMADA DE DECISÃO	51
3.3 DEFINIÇÕES DE SISTEMA DE APOIO À DECISÃO.....	52
3.3.1 <i>Características de uma aplicação SAD</i>	54
3.3.2 <i>Características e capacidades de um SAD</i>	55
3.4 COMPONENTES DE UM SAD	57
3.5 O SUBSISTEMA DE GESTÃO DE DADOS.....	58
3.5.1 <i>A base de dados</i>	58
3.5.2 <i>Organização dos dados</i>	60
3.5.3 <i>Extracção</i>	60
3.5.4 <i>Sistema de gestão de bases de dados</i>	61
3.5.5 <i>Funções de query</i>	62
3.5.6 <i>A directoria</i>	63
3.6 O SUBSISTEMA DE GESTÃO DE MODELOS	63
3.6.1 <i>A base de modelos</i>	63
3.6.2 <i>Módulos e rotinas de construção de modelos</i>	65
3.6.3 <i>Ferramentas de implementação de modelos</i>	65
3.6.4 <i>Sistema de gestão de base de modelos</i>	66
3.6.5 <i>A directoria de modelos</i>	66
3.6.6 <i>Execução, integração e comando de modelos</i>	66
3.7 O SUBSISTEMA DA INTERFACE COM O UTILIZADOR.....	67
3.7.1 <i>Gestão do subsistema da interface com o utilizador</i>	68

3.7.2	<i>O processo de interface ao utilizador</i>	69
3.7.3	<i>Desenvolvimentos recentes em sistemas de apoio à decisão</i>	70
3.8	O SUBSISTEMA DE GESTÃO BASEADO NO CONHECIMENTO.....	71
3.9	O UTILIZADOR	72
3.10	HARDWARE	74
3.11	CLASSIFICAÇÕES DE SAD.....	75
3.11.1	<i>A classificação de output de Alter</i>	75
3.11.2	<i>A classificação de Holsaplle e Whinston</i>	75
3.11.2.1	Orientado ao texto	75
3.11.2.2	Orientado à base de dados	76
3.11.2.3	Orientado à folha de cálculo.....	77
3.11.2.4	Orientado à resolução.....	77
3.11.2.5	Orientado à regra	78
3.11.2.6	Composto	78
3.11.3	<i>Inteligente</i>	78
3.11.4	<i>Outras classificações de SAD</i>	79
3.12	SAD E A WEB	80
3.12.1	<i>Desenvolvimento de SAD</i>	80
3.12.2	<i>O uso de SAD</i>	81
Capítulo 4 - Sistema de Monitorização da Qualidade de Vida no Campus.....		83
4.1	INTRODUÇÃO	83
4.2	ESTRUTURA DO SISTEMA	85
4.3	A INTERFACE	89
4.3.1	<i>Identificação de processos standard</i>	90
4.3.2	<i>A possibilidade de seguir processos não standard</i>	93
4.4	BASE DE DADOS	94
4.4.1	<i>Indicadores</i>	95
4.4.2	<i>Dados de base</i>	103
4.4.3	<i>Parâmetros de agregação Multicritério</i>	103
4.4.4	<i>Parâmetro de Normalização</i>	106
4.4.5	<i>Metadados</i>	106
4.4.6	<i>Cenários</i>	108
4.4.7	<i>Utilizadores</i>	108
4.5	A BASE DE MODELOS	110
4.5.1	<i>Modelos de Cálculo de indicadores</i>	110
4.5.2	<i>Calculador para a construção de indicadores</i>	110
4.5.3	<i>Modelos de simulação acústica</i>	111
4.5.4	<i>Modelos de simulação da qualidade do ar</i>	115
4.5.5	<i>Modelo de cálculo do Factor de Visão do Céu</i>	116
4.5.6	<i>Modelo de acessibilidade</i>	120

4.5.7	<i>Avaliação da qualidade pedonal urbana</i>	123
4.5.8	<i>Modelos de análise multicritério</i>	125
4.5.8.1	Normalização de critérios.....	127
4.5.8.2	Geração de pesos para os critérios.....	130
4.5.8.2.1	Métodos baseados no ordenamento de critérios.....	130
4.5.8.2.2	Métodos baseados em escalas de pontos.....	131
4.5.8.2.3	Métodos baseados na distribuição de pontos.....	132
4.5.8.2.4	Método baseado na comparação de critérios par-a-par.....	132
4.5.8.3	Combinação de critérios.....	135
4.6	GESTOR DE RELATÓRIOS.....	137
Capítulo 5 - Caso de estudo.....		139
5.1	A BASE DE DADOS.....	140
5.1.1	<i>Ambiente</i>	140
5.1.1.1	Ruído.....	141
5.1.1.2	Qualidade do ar.....	141
5.1.1.3	Recolha de Resíduos.....	146
5.1.2	<i>Mobilidade e Estacionamento</i>	151
5.1.2.1	Nível de acessibilidade no campus.....	152
5.1.2.2	Nível de acessibilidade no campus para deficientes.....	154
5.1.2.3	Rede rodoviária interna.....	155
5.1.2.4	Rede pedonal interna.....	156
5.1.2.5	Rácio de acessibilidade pedonal.....	157
5.1.2.6	Rácio de acessibilidade de deficientes.....	157
5.1.2.7	Oferta de estacionamento.....	158
5.1.2.8	Transportes públicos.....	160
5.1.2.9	Nível de serviço do eixo campus-cidade.....	160
5.1.3	<i>Segurança</i>	161
5.1.3.1	Combate a incêndios.....	161
5.1.3.2	Exercícios de segurança.....	162
5.1.4	<i>Espaço Urbano</i>	163
5.1.4.1	Zonamento funcional.....	164
5.1.4.2	Mobiliário urbano.....	168
5.1.4.3	Sinalização interna.....	173
5.1.5	<i>Serviços de Apoio</i>	175
5.1.5.1	Restauração.....	175
5.1.5.2	Comércio.....	176
5.1.5.3	Serviços.....	177
5.1.5.4	Lazer e cultura.....	179
5.1.5.5	Desporto.....	180
5.2	AVALIAÇÃO DE CENÁRIO POR UTENTES.....	181
5.2.1	<i>Breve descrição do exercício</i>	181
5.2.2	<i>Entrada no sistema</i>	181

5.2.3	<i>Registo no sistema</i>	184
5.2.4	<i>Consultas ad-hoc à base de dados – Estado do Campus</i>	185
5.2.5	<i>Avaliação personalizada da variação da qualidade de vida</i>	188
5.2.6	<i>Avaliação da variação da qualidade vida (grupo de utentes)</i>	205
5.2.7	<i>Definição de um cenário</i>	208
5.2.7.1	<i>Contactos</i>	210
5.2.8	<i>Formulação do problema</i>	211
5.2.9	<i>Os pesos</i>	213
5.2.10	<i>Percepção de variação de qualidade de vida por grupo</i>	224
Capítulo 6 - Conclusões e desenvolvimentos futuros		229
6.1	BREVE DESCRIÇÃO DO TRABALHO	230
6.2	CONCLUSÕES DO CASO DE ESTUDO	233
6.3	CONCLUSÕES GERAIS	234
6.4	DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	235
Capítulo 7 - Referências bibliográficas		239
Anexo - A extensão 3DSkyView		251

Índice de figuras

Figura 1.1 - Processo de definição, avaliação e monitorização da QvC	6
Figura 3.1 – Esquema de funcionamento da interface com o utilizador	69
Figura 4.1 – Estrutura do modelo	86
Figura 4.2 – Estrutura do modelo	89
Figura 4.3 – Tabela <i>Dimensions</i>	102
Figura 4.4 – Tabela <i>Themes</i>	102
Figura 4.5 – Tabela <i>Indicators</i>	103
Figura 4.6 – Tabela <i>BaseData</i>	103
Figura 4.7 – Tabela <i>Dimension_W</i>	105
Figura 4.8 – Tabela <i>Themes_W</i>	105
Figura 4.9 – Tabela <i>Indicators_w_DI</i>	106
Figura 4.10 – Tabela Metadados.	107
Figura 4.11 – Tabela <i>Scenarios</i>	108
Figura 4.12 – Tabela <i>Users</i>	109
Figura 4.13 – Tabela <i>Sessions_Status</i>	109
Figura 4.14 - Projecção estereográfica da área de céu obstruída.	117
Figura 4.15 – Malha Estereográfica da Abóbada Celeste	118
Figura 4.16 – Ângulos na Projecção Estereográfica	119
Figura 4.17 - Funções <i>fuzzy</i>	129
Figura 4.18 – Escala de sete pontos	131
Figura 4.19 – Escala de comparação de critérios	133
Figura 5.1 - Campus de Gualtar da Universidade do Minho	139
Figura 5.2 - Mapa de distribuição do Leq(A) diurno	142
Figura 5.3 - Mapa de distribuição de concentração de partículas	143
Figura 5.4 - Mapa de distribuição de COV	143
Figura 5.5 - Mapa de distribuição de NOx	144
Figura 5.6 - Mapa de distribuição de CO	144

Figura 5.7 - Mapa de distribuição de papelarias	148
Figura 5.8 - Mapa de distância à papelaria mais próxima	149
Figura 5.9 - Mapa de distribuição de ecopontos	151
Figura 5.10 - Mapa de distância ao ecoponto mais próximo.....	152
Figura 5.11 - Mapa de distribuição dos níveis de acessibilidade	153
Figura 5.12 - Mapa de distribuição dos níveis de acessibilidade para deficientes	155
Figura 5.13 - Mapa rodoviário	156
Figura 5.14 - Mapa de caminhos pedonais.....	157
Figura 5.15 - Mapa de parques de estacionamento	159
Figura 5.16 - Mapa de localização de bocas-de-incêndio	163
Figura 5.17 - Mapa de zonamento funcional.....	167
Figura 5.18 - Mapa de distribuição o factor de visão do céu.....	168
Figura 5.19 - Mapa de distribuição de candeeiros de iluminação	169
Figura 5.20 - Mapa de distribuição de monumentos/peças artísticas	170
Figura 5.21 - Mapa de distribuição dos marcos de correio	171
Figura 5.22 - Mapa de distribuição de bancos exteriores.....	172
Figura 5.23 - Mapa de distribuição de árvores.....	172
Figura 5.24 - Mapa de distribuição de mapas de orientação exteriores.....	173
Figura 5.25 - Mapa de distribuição de placas sinalizadoras exteriores	174
Figura 5.26 – Página de boas vindas ao SMQVC	182
Figura 5.27 – Página de acesso às funcionalidades.....	183
Figura 5.28 – Página de apresentação do sistema	184
Figura 5.29 – Registo de um novo utilizador	185
Figura 5.30 – Registo de utilizador bem sucedido	185
Figura 5.31 – Consulta de indicadores.....	186
Figura 5.32 – Consulta de indicadores numéricos	187
Figura 5.33 – Consulta de mapas (designação).....	187
Figura 5.34 – Consulta de mapas (metadados).....	188
Figura 5.35 – Página introdutória à avaliação personalizada da variação de qualidade de vida	189
Figura 5.36 – Utilizador identificado perante o sistema.....	190

Figura 5.37 – Atribuição de um nome à sessão de trabalho.....	190
Figura 5.38 – Escolha dos anos a comparar.....	190
Figura 5.39 – Selecção de dimensões.....	192
Figura 5.40 – Selecção de indicadores.....	193
Figura 5.41 – Atribuição de pesos.....	194
Figura 5.42 – Página de resultados: índice e gráficos.....	195
Figura 5.43 – Página de resultados: índices e gráficos por grupos.....	196
Figura 5.44 – Página de resultados – quadro dos pesos de indicadores.....	197
Figura 5.45 – Escolha dos anos a comparar.....	206
Figura 5.46 – Resultados: índices.....	206
Figura 5.47 - Resultados: gráficos por dimensão.....	207
Figura 5.48 – Resultados: quadro resumo de pesos.....	208
Figura 5.49 – Criação de cenário (início de página).....	209
Figura 5.50 – Criação de cenário (fim de página).....	210
Figura 5.51 – Formulário para envio de comentários.....	210
Figura 5.52 – Variação da qualidade de vida para a dimensão ambiente.....	225
Figura 5.53 – Variação da qualidade de vida para a dimensão mobilidade e estacionamento.....	226
Figura 5.54 – Variação da qualidade de vida para a dimensão segurança.....	226
Figura 5.55 – Variação da qualidade de vida para a dimensão espaço urbano.....	226
Figura 5.56 – Variação da qualidade de vida para a dimensão serviços de apoio.....	227

Índice de tabelas

Tabela 2.1 – População das maiores cidades do mundo (milhões de habitantes)	15
Tabela 3.1 - SAD versus EDP.....	53
Tabela 3.2 – Conceitos subjacentes nas definições de SAD	54
Tabela 4.1a – Indicadores da Qualidade de Vida num campus (Ambiente)	98
Tabela 4.1b – Indicadores da Qualidade de Vida num campus (Segurança)	98
Tabela 4.1c – Indicadores da Qualidade de Vida num campus (Mobilidade e Estacionamento)	99
Tabela 4.1d – Indicadores da Qualidade de Vida num campus (Espaço Urbano)	100
Tabela 4.1e – Indicadores da Qualidade de Vida num campus (Serviços de Apoio).....	101
Tabela 4.2 – Escala de comparação de critérios segundo Saaty	133
Tabela 4.3 – Índices de aleatoriedade (RI) para $n=1,2,\dots,15$	135
Tabela 5.1 - Pesos para as dimensões	198
Tabela 5.2 - Pesos para os temas	198
Tabela 5.3 – Pesos dos indicadores da dimensão Ambiente	199
Tabela 5.4 – Pesos dos indicadores da dimensão mobilidade e estacionamento	200
Tabela 5.5 – Pesos dos indicadores da segurança	200
Tabela 5.6 – Indicadores da dimensão espaço urbano	201
Tabela 5.7 – Pesos dos indicadores de serviços de apoio	203
Tabela 5.8 – Índices por grupo de utentes	204
Tabela 5.9 - Indicadores do cenário com novos valores	213
Tabela 5.10 – Pesos das dimensões para os grupos de utentes	215
Tabela 5.11 – Pesos dos temas por grupos de utentes.....	216
Tabela 5.12 – Pesos dos indicadores da dimensão Ambiente	217
Tabela 5.13 – Pesos dos indicadores da dimensão mobilidade e estacionamento	218
Tabela 5.14 – Pesos dos indicadores da segurança	219
Tabela 5.15 – Indicadores da dimensão espaço urbano	220
Tabela 5.16 – Pesos dos indicadores de serviços de apoio	222
Tabela 5.17 - Índices de variação de qualidade de vida por grupo	224

Tabela 5.18 - Normalização de valores dos indicadores afectados para 2007*	225
--	-----

Capítulo 1

Introdução

1.1 A Importância das Universidades

Quatro anos antes da abolição das fronteiras existentes entre os países membros da União Europeia, reitores de Universidades europeias ratificaram a Magna Carta da Universidade em Bolonha. Neste documento, é indicado que as responsabilidades das universidades assentam essencialmente em três princípios:

1. O futuro do Homem depende largamente do desenvolvimento cultural, científico e técnico, e este assenta em centros de cultura, conhecimento e pesquisa, em que se revêem as verdadeiras Universidades;
2. A tarefa das Universidades é difundir o conhecimento pelas gerações mais novas o que implica, no mundo actual, que devem dar relevância aos serviços que prestam à sociedade como um todo, e que o futuro cultural, social e económico da sociedade requer, em particular, um investimento considerável na educação contínua;
3. As Universidades devem dar educação e formação às gerações futuras ensinando e transmitindo o respeito pelo ambiente natural, bem como pela vida em si.

A Comissão para as Sociedades Europeias (2003) indica que o crescimento de uma sociedade de conhecimento depende da produção de novos conhecimentos, da sua transmissão através da educação e formação, da sua disseminação através das tecnologias de informação e comunicação e do seu uso em novos processos e serviços industriais. Neste âmbito, classifica as Universidades de únicas, por tomarem partido em todos os processos: na sua

base, dado o papel fundamental que elas desempenham nos campos de pesquisa e exploração dos seus resultados, graças à cooperação industrial e respectivos *spin-off*; educação e formação, em particular formando investigadores; e desenvolvimento regional e local, para os quais podem contribuir significativamente.

No relatório da ICF – Consulting (2003) sobre o papel das Universidades como parceiras para o Desenvolvimento e Competitividade, também é realçado o papel fulcral das Universidades. É referido que, para a maioria das pessoas, as Universidades são vistas como lugares de ensino superior e de pesquisa básica, tendo tradicionalmente servido a propósito essas funções de cariz público. Contudo, salienta que actualmente elas desempenham um papel mais extenso. No entanto, o público em geral desconhece a maior abrangência das contribuições sociais e económicas das Universidades para as suas comunidades, nomeadamente em termos económicos, de prosperidade e de qualidade de vida. As actividades das Universidades inserem-se em domínios tão vastos que conseguem virtualmente abranger todos os aspectos do dia-a-dia dos cidadãos e da prosperidade das comunidades onde se inserem.

Queiró (1995) refere que deve ser nas Universidades que se formam os espíritos cultos e críticos, tão importantes para o funcionamento da opinião pública numa sociedade aberta. Descreve a Universidade como um lugar onde se estuda, se aprende, se cria e se critica o saber ao mais alto nível. Defende ainda que a Universidade não deve fazer da sua ligação ao mercado de trabalho uma visão demasiado estreita e a curto prazo, sabendo que todo o estudante a procura para se preparar para uma profissão específica. Enfatiza que ela não forma técnicos, mas sim indivíduos cultos, pessoas com boa preparação de base e autonomia intelectual, que podem esperar mudar de ocupação várias vezes ao longo da sua vida. A Universidade deve fornecer uma base cultural, desenvolver capacidade de reflexão autónoma e despertar a necessidade da procura pelo saber. Estas aptidões dos graduados e pós-graduados são cada vez mais valorizadas no mercado de trabalho, isto é, o mercado procura funcionários e decisores com uma boa formação de base e que saibam aprender, pensar e

resolver problemas. Considera ainda que as Universidades não devem enveredar apenas pela formação “prática”, pretendendo substituir-se ao mercado, uma vez que essas competências lhes são estranhas.

Outro exemplo vem da Bélgica, em que a Comissão Universitária para o Desenvolvimento (CUD - *Commission Universitaire pour le Développement*) classifica a Universidade como um actor fundamental para o desenvolvimento. Esse organismo aponta quatro motivos para que o papel das Universidades seja essencial nos países em desenvolvimento, que são:

1. pela sua vertente lectiva, contribuem para a educação da população, não somente formando as pessoas/recursos do país, mas também formando os quadros do ensino secundário;
2. pela pesquisa que realizam, identificam o potencial dos recursos humanos e naturais, vegetais, animais ou minerais do seu país, permitindo assim ao sector político e económico explorar as suas riquezas e reforçar o progresso económico. Ao conduzir reflexões de forma continuada nesse domínio podem influenciar o desenvolvimento para uma vertente sustentável;
3. pelas valências que desenvolvem nos diferentes sectores-chave para o desenvolvimento (saúde pública, agronomia, desenvolvimento rural, indústria, serviços, educação, demografia, urbanismo, etc.) e ao disponibilizá-las aos decisores políticos nacionais e internacionais, reforçam a sociedade civil no seu esforço de desenvolvimento;
4. pela reflexão e abertura que as animam, pelos debates que fomentam, pelos intercâmbios regionais e internacionais que procuram, elas tornam-se actores de democracia, de paz e de progresso.

Neste enquadramento, é notório o papel de destaque que é conferido à Universidade no seio da sociedade.

Assim, é importante que as próprias Universidades se constituam como exemplos a seguir nos diferentes domínios associados ao desenvolvimento

sustentável. Neste aspecto, a Universidade deve demonstrar o seu próprio vanguardismo, assim um dos possíveis temas a analisar no contexto do desenvolvimento sustentável é a Qualidade de Vida oferecida à comunidade universitária, conferida pelas condições de acolhimento às múltiplas actividades que se desenvolvem “intra-muros”. Podendo mesmo considerar-se que as opções tomadas a este nível pela Universidade se podem posteriormente difundir, vindo a condicionar as opções da comunidade em que ela se insere. Como actores de uma sociedade cada vez mais participativa, as Universidades podem ter um papel activo, promovendo a reflexão, o debate e a mudança, não só no seu seio, mas também em toda a sociedade.

1.2 Qualidade de vida nas Universidades

Ao longo das últimas duas décadas, as Universidades portuguesas têm protagonizado um enorme esforço de investimento em instalações, resultado duma política assumida de crescimento continuado.

É consensual que o ciclo de crescimento das Universidades está em vias de atingir o limite no curto prazo, quer porque estão instaladas todas as valências inicialmente previstas, quer porque não se vislumbra grande sentido em aumentar a oferta face à previsível redução da procura. A margem de crescimento ainda admissível passará necessariamente pela criação de últimas valências ainda não contempladas e pela procura de novos públicos, designadamente ao nível da formação pós-graduada e da formação contínua.

Através da estabilização do crescimento e da consolidação dos projectos existentes, deverá nascer um processo onde o acréscimo de dimensão deverá dar lugar ao acréscimo de qualidade.

A qualidade dos projectos de ensino e investigação passa também pela qualidade dos espaços onde estes se desenvolvem, quer sejam os edifícios, com as suas salas de aula, os seus laboratórios, os seus serviços de apoio, quer sejam os espaços exteriores dos campi, os equipamentos de lazer, as condições de circulação e estacionamento.

Neste quadro, e no que respeita aos espaços e infra-estruturas físicas, são de considerar duas vertentes: os investimentos em infra-estruturas e edifícios; e a qualidade de vida nos campi.

Por vezes, o esforço de construção nem sempre foi acompanhado pelas medidas qualitativas necessárias a uma vivência equilibrada, que seria conveniente e agradável para os muitos milhares de estudantes, docentes, investigadores, funcionários e visitantes que passam diariamente inúmeras horas da sua vida em campi universitários.

Esses vários utentes, para além das necessidades óbvias associadas à sua actividade específica, aspiram a um ambiente saudável, seguro, de boa qualidade urbanística e arquitectónica, a instalações em bom estado de conservação, a níveis de mobilidade e acessibilidade aceitáveis, etc. Em suma, aspiram a um campus com qualidade de vida.

Embora se reconheça a dificuldade em encontrar uma definição universal de qualidade de vida em ambientes urbanos, há algum consenso relativamente à abordagem conducente à sua conceptualização.

Neste contexto, e sem desvalorizar a discussão em torno dos aspectos conceptuais e qualitativos, importa não perder de vista a utilidade em desenvolver uma ferramenta de avaliação e monitorização que analise o nível de qualidade de vida proporcionado aos utentes dos campi.

A abordagem que se preconiza passa pela identificação de um conjunto de dimensões da qualidade de vida, as quais estão associadas a aspectos da vivência nos campi. Essas dimensões, cuja identificação resultará necessariamente da opinião do conjunto de utentes – directamente ou através dum esquema de representação - a partir duma lista “standard” previamente elencada, são descritas através de um conjunto de indicadores. Assim, tendo por base um número exaustivo de indicadores que abarque as diversas dimensões da qualidade de vida num campus (QvC), e a sua avaliação e monitorização, é possível conceber um sistema que contribua para as tomadas de decisão inerentes à sua gestão. Esse mesmo sistema permitirá transmitir à comunidade a

informação relevante para uma correcta percepção do nível de qualidade de vida existente, e/ou planeado, e ainda confrontar os resultados para diversos campi.

Como se referiu na secção 1.1, este modelo poderá ser posteriormente implementado em espaços mais alargados, num contexto de gestão do espaço urbano e avaliação da qualidade de vida dos cidadãos.

1.3 Avaliação e monitorização da QvC

Para além da identificação das dimensões e indicadores de QvC, os utentes devem ser chamados a participar na definição do modelo de avaliação e, periodicamente, na monitorização dos resultados.

Em traços gerais, o processo de definição, avaliação e monitorização desenvolve-se segundo a sequência apresentada na Figura 1.1.

Este exercício apenas faz sentido se, para além de envolver os utentes, resultar em contributos fundamentados para o planeamento e gestão dos campi. Em cada ciclo, poderá ser produzido um relatório do “Estado dos Campi” com a avaliação dos indicadores e a sua representação em mapas, no qual seja visível o desequilíbrio e deficit de qualidade de vida global e em cada uma das dimensões identificadas na análise.

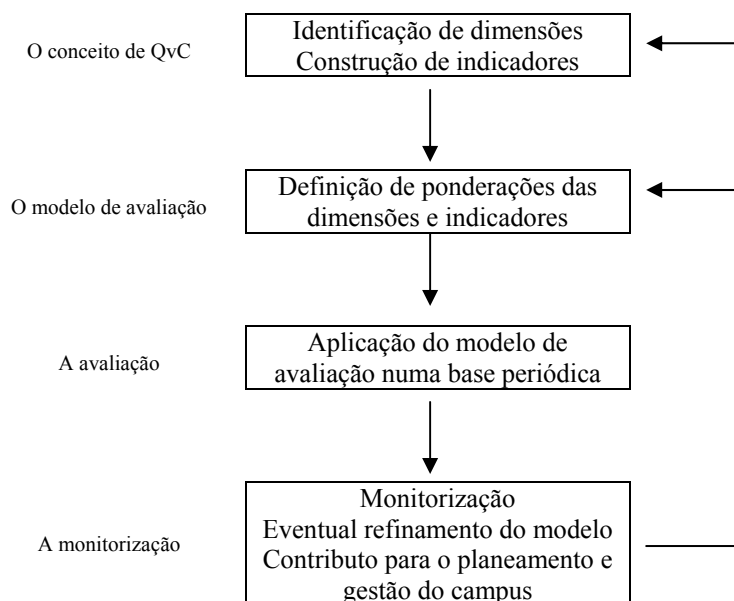


Figura 1.1 - Processo de definição, avaliação e monitorização da QvC

1.4 Universidade como espaço urbano

No presente estudo, onde se pretende desenvolver um sistema que permita avaliar a qualidade de vida em campi universitários, equiparam-se essas áreas a espaços urbanos. Este pressuposto advém das características, forma, dimensão e organização que os campi assumem. Esta faceta de cariz urbano é muitas vezes realçada pela sua localização, situando-se em zonas urbanas ou, por vezes, inserindo-se como parte integrante da malha da cidade. De forma a comprovar este facto, apresenta-se, sinteticamente, nos próximos parágrafos uma descrição da evolução histórica da localização das Universidades no contexto europeu.

Como referência, cita-se Merlin (1995) que descreve precisamente a evolução histórica que conduziu à qualificação dos espaços ocupados pelas Universidades em espaços urbanos. Essa descrição inicia-se com uma exposição que enfatiza que as Universidades, independentemente do sentido da palavra e finalidade das instituições, não foram sempre urbanas. Recorrendo ao sentido etimológico da palavra, a Universidade deriva do latim da palavra *universitas* que significa a comunidade dos professores e dos alunos. Nos primórdios das Universidades medievais, nomeadamente no caso de Paris, não tinham sequer espaços próprios. Só posteriormente e gradualmente é que os adquiriram, levando a que o termo Universidade fosse indiferentemente atribuído à comunidade dos professores e dos alunos, à instituição (criada na Idade Média por bula papal) e ao conjunto dos locais a elas associadas.

Apesar das Universidades terem apenas surgido na Europa a partir do século XI/XII (Bolonha em 1088), as civilizações da Antiguidade já tinham encontrado uma solução para conservar, transmitir e ampliar os conhecimentos. Em Atenas, existiu a Academia de Platão, situada fora do centro de Atenas, o liceu de Aristóteles, num bairro não central, e o Jardim de Epicuro, também ele na periferia. Estas escolas, criadas sucessivamente, caracterizavam-se por reunir

discípulos em volta de um mestre e conseguiram perdurar para além dos seus fundadores e durante vários séculos.

A biblioteca surge, de seguida, como o principal local de conservação e de difusão do saber, tendo o seu desenvolvimento sido favorecido, nomeadamente, pelos sucessores de Alexandre em Alexandria e os imperadores romanos. Se até então as preocupações culturais, pedagógicas e cívicas eram exclusivas, surgiu progressivamente uma preocupação utilitária: nascem as escolas de direito e de administração.

Na Idade Média, a Igreja (pela figura do bispo em cada cidade) sobrepõe-se ao poder imperial. No entanto, este ensino destinado à formação do clero e tutelado pelos bispos conheceu a oposição da educação oferecida pelos mosteiros, vocacionada para a educação moral e espiritual, isenta de preocupações utilitárias.

Neste panorama, rapidamente surgiram diversos conceitos que conflitaram (Genestier, 1991):

- uma formação do homem, não se limitando a aprendizagem do saber, constituída por uma dimensão crítica e um ensino com finalidade profissional, transmitindo conhecimentos institucionalizados;
- lugares onde o conhecimento era construído ao mesmo tempo que era transmitido, e outros onde a preocupação de fazer progredir o saber era estrangeira;
- um ensino ligado à cidade, onde a formação não vinha apenas dos professores, mas da frequência, da participação nos assuntos da sociedade e uma educação distanciada, até mesmo retirada fisicamente da cidade, mais especulativa, onde os professores fornecem não só o saber, mas regras de vida e de comportamento moral;
- lugares de ensino na cidade, onde o aluno partilha o seu tempo entre o local de estudo e a vida na sociedade, no século, e lugares fechados, na maioria fora das cidades, onde o aluno passa o seu tempo obedecendo a regras e ignorando o mundo exterior.

Merlin (1995) salienta que nestas quatro visões distintas se encontram todos os problemas do ensino superior ao longo da história e, sobretudo, os grandes debates contemporâneos. Em relação a essas questões, a escolha do local de ensino, os laços que os unem ou não à cidade, as escolhas do ponto de vista arquitectónico (forma e organização do edificado, estética, etc.) constituem apenas uma dimensão. Mas, está na base das principais opções que foram levantadas. Um colégio universitário britânico, o campus de uma Universidade americana, ou os edifícios do final do século XIX das Universidades francesas tradicionais dificilmente podem corresponder a missões idênticas atribuídas às Universidades, assim como acontecia com a biblioteca de Roma ou de Alexandria e uma escola de direito, ou uma escola eclesiástica e um mosteiro medieval.

O mesmo autor apresenta também uma outra abordagem que consiste em considerar a Universidade do ponto de vista da cidade. Considerando a definição proposta por Merlin (1994), a cidade é “uma reunião de homens, numa localização favorável, para conduzir actividades colectivas, um lugar de troca de pessoas, de bens, de capitais, de ideias e de informação, simultaneamente quadro, motor e resultado das actividades humanas” (tradução livre). Contudo, Merlin (1995) adianta que, neste contexto, dificilmente haverá uma grande cidade sem Universidade. No entanto, apresenta os exemplos de Lyon, que até 1810 não tinha Universidade, Londres, até 1836 apesar de ser a maior cidade do mundo e sinónimo de liderança na economia mundial, ou ainda presentemente Haia, a capital administrativa e política da Holanda.

Mesmo sabendo que as Universidades nem sempre foram urbanas, pelo menos aquando da sua criação, e que algumas grandes cidades puderam existir sem Universidade, a função universitária é importante para uma cidade (Merlin, 1995). Essa relevância justifica-se pela contribuição com algumas centenas ou mesmo milhares de empregos (docentes e funcionários) de forma directa, e, de forma indirecta, com retornos económicos sob a forma de despesas por parte da

instituição, dos seus assalariados e dos estudantes. A sua comunidade, nomeadamente de docentes e estudantes, pode também representar uma parte significativa da população. A presença de uma Universidade é também vista como um factor discriminatório positivo no contexto da rivalidade entre cidades, seja do ponto de vista da própria imagem, ou com o intuito de atrair novas empresas. A tentativa de concretização deste segundo objectivo assenta não somente nos laços científicos que possam existir entre a Universidade e as empresas, mas também na oferta de formação superior para os descendentes dos quadros superiores das empresas e, cada vez mais, de todos os funcionários. Por outro lado, a presença de uma Universidade tem influência sobre a paisagem da cidade, sobre o seu ambiente, seja através do seu património edificado ou pela animação criada pelos estudantes.

1.5 Objectivos do trabalho

O presente trabalho tem como objectivo geral desenvolver um sistema de informação para avaliação e monitorização da qualidade de vida em campi universitários.

Como objectivos específicos referem-se:

- especificar o modelo de avaliação de qualidade de vida para a realidade dos campi universitários;
- desenvolver um sistema de informação que integre o modelo desenvolvido permitindo a avaliação e monitorização dos múltiplos indicadores associados às várias dimensões consideradas no modelo de qualidade de vida;
- tornar o sistema acessível à comunidade de forma a dotá-lo com vertente participativa e de informação;

- apetrechar o sistema com funcionalidades que o tornem útil no apoio à decisão no âmbito da gestão e planeamento de um campus universitário;
- aplicar o sistema a um caso de estudo, o campus de Gualtar da Universidade do Minho, utilizando uma carteira de indicadores ajustada à realidade encontrada.

1.6 Estrutura do trabalho

O trabalho está organizado em seis capítulos cujos conteúdos se descrevem seguidamente de forma sucinta, sendo que a presente Introdução constitui o primeiro capítulo.

No Capítulo 2 é abordado o conceito de Qualidade de Vida. Após uma introdução que visa fornecer um enquadramento global, apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre o tema. A intenção é a de fornecer os pontos de vista e as definições apresentadas por diversos autores que abordaram a temática, confirmando assim a inexistência de uma definição universal. Como referência, são ainda expostos os indicadores ou grupos de indicadores que foram utilizados em diversos estudos sobre a qualidade de vida.

O Capítulo 3 é dedicado ao Sistema de Apoio à Decisão (SAD). São apresentadas algumas definições para este tipo de sistema presentes na bibliografia. São ainda exploradas as características e estrutura recomendadas. Nesse sentido, os diversos componentes do sistema, ou subsistemas, são descritos ao longo de diversas secções. Conclui-se com a apresentação de diversas classificações de SAD e sua relação com o ambiente *web*.

No Capítulo 4 apresenta-se a descrição dos aspectos relevantes no desenvolvimento do Sistema de Monitorização da Qualidade de Vida no Campus - SMQVC. A primeira secção apresenta a estrutura global que serviu de base nesta etapa do trabalho. Depois é abordada a interface, pela sua importância na interacção com o utilizador, a base de dados, cujo papel primordial consiste em

armazenar todo o tipo de dados considerados relevantes, a base de modelos, que reúne e disponibiliza todos os modelos necessários para a obtenção de valores cujo processo de cálculo envolva alguma complexidade, e, por fim, o gestor de relatórios, fundamental na apresentação de resultados. Como complemento a este capítulo, existe ainda um anexo que apresenta detalhadamente o modelo 3DSkyView.

O Capítulo 5 é dedicado ao Caso de Estudo. Uma primeira secção foi reservada à base de dados, isto é, à apresentação dos indicadores considerados. É feita uma breve descrição e são expostos os valores de referência para cada um deles. De seguida, o enfoque é colocado sobre o modo de funcionamento do sistema. São exploradas as funcionalidades disponibilizadas, nomeadamente através de exemplos concretos. São ainda tecidas algumas conclusões acerca dos resultados evidenciados pelo exemplo escolhido de avaliação de um cenário pelos utentes.

O capítulo 6 é destinado à apresentação de conclusões. Inicia-se com um breve resumo do trabalho. Expõem-se as conclusões relativamente ao caso de estudo, quer em termos da aplicabilidade do modelo, quer em termos dos resultados obtidos para o caso particular do campus de Gualtar. Tecem-se ainda conclusões globais sobre o trabalho realizado. Por fim, referem-se algumas possibilidades de desenvolvimentos futuros.

Capítulo 2

Qualidade de vida

2.1 Introdução

A questão urbana assume actualmente contornos extremos, quer em termos da dimensão que atingiu, mensurável através do crescimento exponencial da população a viver em cidades, quer em termos dos problemas de sustentabilidade que se colocam a um mundo essencialmente urbano, quer ainda em termos da qualidade da vida em cidade (Mendes, 2004).

A crescente procura de bens e de serviços tem forçado a sociedade a tornar cada vez mais artificiais os processos de transformação do ambiente físico e a aumentar a exploração de recursos naturais. Em termos ecológicos, a cidade é concebida como um ecossistema artificial, dependendo a subsistência dos seus habitantes do fornecimento de recursos provenientes do sistema natural. Para além disso, acontece na cidade um grande desperdício de bens naturais e a geração de resíduos. Neste contexto, as periferias urbanas e as mega cidades são consideradas os principais cenários de degradação ambiental. No entanto, é necessário ressaltar que não é por essa razão que a urbanização, por si só, se constitui uma ameaça para o ambiente. Algumas das principais causas para esta situação serão, antes, imputáveis a administrações inadequadas a nível internacional, nacional, regional ou mesmo urbano, e ao emergir de padrões de crescimento incompatíveis com estratégias de sustentabilidade (Fadda, 2003).

Nos últimos anos, a crise anunciada da condição do bem-estar despoletou muita controvérsia acerca do estado da nação e do bem-estar dos cidadãos em diversos países europeus. Existe um interesse público crescente em conhecer como as pessoas lidam e atravessam o decorrente período de modernização e globalização, mas também de que forma pode ser evitado o surgimento de severas disparidades e a exclusão social. Dado que este interesse é igualmente

estimulado a nível europeu, informação comparável acerca das condições de vida nos estados membros é considerada como de grande interesse, nomeadamente no contexto da integração europeia. No tratado de Maastricht, a União Europeia confere grande prioridade a diversos objectivos relacionados com o bem-estar individual, a qualidade das relações sociais, o combate contra a pobreza e a exclusão, ou ainda a convergência das condições de vida na Europa. Outra motivação é a transformação dos países de Leste. Por razões de cariz político, monitorizar o seu progresso na passagem de um estado socialista para uma economia de mercado, bem como a adopção do regime democrático em detrimento do ditatorial, surge como um tópico importante para os anos que advêm, principalmente para os países que esperam pela sua integração na União Europeia. Todos estes motivos de interesse levaram ao aumento da procura de pesquisas comparativas do bem-estar europeu (Delhey *et al.*, 2002).

Estimativas recentes das Nações Unidas mostram que, pelo ano de 2015, aproximadamente 55% da população mundial, correspondendo a mais de 3 biliões de pessoas, viverão em áreas urbanas. A percentagem de população urbana nos países industrializados e na América Latina aproxima-se dos 80% (cerca de 74% em 1995, com uma projecção de 80% para 2015), enquanto em África e na Ásia está a crescer rapidamente, de 34% em 1995 para uma projecção de 46% em 2015 (Brown, 1999).

A Tabela 2.1 apresenta a população das 10 maiores cidades do mundo nos anos 1000, 1800, 1900 e 2000. É digno de registo o facto de no ano 2000 apenas três das dez maiores cidades pertencerem a países desenvolvidos (enquanto em 1900 eram nove), sugerindo que o crescimento urbano actual à escala de mega cidades é essencialmente um fenómeno do mundo em desenvolvimento.

De acordo com o conceito generalizado de sustentabilidade, o desenvolvimento deve viabilizar soluções para os problemas presentes da população sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades. Este conceito não pode ser aplicado de forma restrita a unidades geográficas isoladas, como as cidades por exemplo, já que a área total

necessária para sustentar uma cidade, muitas vezes fornecendo recursos e recebendo resíduos, é bem maior que aquela que as suas fronteiras definem (Rees, 1992).

Tabela 2.1 – População das maiores cidades do mundo (milhões de habitantes)

Ano 1000		Ano 1800		Ano 1900		Ano 2000	
Cordova	0.45	Peking	1.10	London	6.5	Tokyo	28.0
Kaifeng	0.40	London	0.86	New York	4.2	Mexico City	18.1
Instambul	0.30	Canton	0.80	Paris	3.3	Bombay	18.0
Angkor	0.20	Edo (Tokyo)	0.69	Berlin	2.7	S. Paulo	17.7
Kyoto	0.18	Instambul	0.57	Chicago	1.7	New York	16.6
Cairo	0.14	Paris	0.55	Wien	1.7	Shanghai	14.2
Baghdad	0.13	Naples	0.43	Tokyo	1.5	Lagos	13.5
Nishapur	0.13	Hangchow	0.39	S.Petterbourg	1.4	Los Angeles	13.1
Hasa	0.11	Osaka	0.38	Manchester	1.4	Seoul	12.9
Anhilvada	0.10	Kyoto	0.38	Philadelphia	1.4	Peking	12.4

Fonte: Brown, L. (1999), State of the World'99

O fenómeno urbano tem um impacto profundo no ambiente global, quer em termos de consumo de recursos quer em termos de produção de resíduos e poluição. As cidades do mundo ocupam apenas 2% da superfície terrestre mas consomem 75% dos recursos (Brown, 1999). A *European Environment Agency* (1995) estimava, com base em dados de diversas cidades europeias, que uma cidade europeia de um milhão de habitantes na Europa requer diariamente 11.500 toneladas de combustíveis fósseis, 320.000 toneladas de água e 2.000 toneladas de alimentos. A mesma cidade produz por dia 300.000 toneladas de águas residuais, 25.000 toneladas de CO₂ e 1.600 toneladas de resíduos sólidos.

A forte tendência para o crescimento urbano tem colocado uma pressão contínua sobre os recursos, infra-estruturas e equipamentos, afectando negativamente, por vezes dramaticamente, os padrões de vivência nas cidades, isto é, a qualidade de vida (QV). Face a este quadro, e tendo por referência as exigências de sustentabilidade, hoje em dia consideradas absolutamente incontornáveis, e a necessidade de evoluir para um quadro de qualidade de vida urbana aceitável e ajustado às expectativas da população, foram lançadas diversas iniciativas de âmbito internacional que cumpre aqui relevar.

O *Projecto Cidades Sustentáveis* é uma iniciativa lançada em 1993 pelo Grupo de Especialistas de Ambiente Urbano da Comissão Europeia, na sequência do Livro Verde sobre Ambiente Urbano (1990). O primeiro resultado deste projecto é um conjunto de recomendações para integrar nas políticas nacionais e locais as considerações sobre ambiente urbano na Europa. São consideradas três grandes áreas de integração: economia, mobilidade e planeamento do uso do solo. O projecto também inclui um *Guia de Boas Práticas* e a troca de informação e experiência através do estabelecimento duma *Rede de Cidades Sustentáveis*.

O *Programa Cidades Sustentáveis* foi estabelecido em 1990 pelo UNCHS (*United Nations Centre for Human Settlements - Habitat*) para dotar as autoridades locais e os seus parceiros dos sectores público e privado de uma capacidade acrescida de planeamento e gestão ambientais. O programa destina-se essencialmente a países em desenvolvimento e reúne o *know-how* de diferentes regiões do mundo, no sentido de fortalecer a capacidade de definir as questões ambientais mais críticas e de identificar instrumentos e mecanismos disponíveis e adequados para os tratar.

O *Projecto Cidade Ecológica* foi lançado em 1993 pelo Grupo Ambiental em Questões Urbanas da OCDE com o objectivo de identificar estratégias para o desenvolvimento de políticas integradas e coordenadas que permitam a resolução mais eficiente de problemas ambientais. O projecto debruça-se sobre questões urbanas como transportes e infra-estruturas, produção e consumo de energia, padrões de uso do solo e potencial para a renovação e desenvolvimento em áreas suburbanas e urbanas.

O *Projecto Cidades Saudáveis*, estabelecido em 1991 pela Organização Mundial de Saúde, pretende envolver os municípios num programa concertado para a melhoria da qualidade do ambiente urbano e da saúde nas cidades. Foi avaliado um conjunto determinado de indicadores ambientais relacionados com a saúde na *Rede de Cidades Saudáveis*, a qual envolve muitas centenas de municípios de várias regiões do mundo, incluindo Europa, América do Norte, América Latina e África.

O *Programa Gestão Ambiental Urbana* é suportado pelo UNDP (*United Nations Development Program*) e executado conjuntamente pelo UNCHS (Habitat) e pelo Banco Mundial, tendo por objectivo fortalecer a capacidade das cidades enfrentarem os problemas urbanos. Deste modo, o programa pretende definir estratégias ambientais urbanas para preparar e implementar planos de acção locais em cidades seleccionadas.

A *Iniciativa Agenda 21 Local* é um projecto internacional do ICLEI (*International Council of Local Environmental Initiative*) que pretende desenvolver um quadro de planeamento para o desenvolvimento local sustentável. Este projecto é uma consequência directa da UNCED (*United Nations Conference on Environment and Development*) e responde à necessidade de apoiar as autoridades locais na implementação da *Agenda 21 Local*, de acordo com o estabelecido no Capítulo 28 da Agenda 21. A iniciativa do ICLEI em parceria com a IULA (*International Union of Local Authorities*) coloca especial atenção na aplicação e concepção de mecanismos de planeamento ambiental, tal como consultas, auditorias, fixação de metas, monitorização e feedback para a identificação de opções e a avaliação de interesses conflituosos e valores implícitos no conceito de sustentabilidade.

Em 1996, a unidade de pesquisa “*Social Structure and Social Reporting*” no Centro de Pesquisa de Ciências Sociais em Berlim (WZB) e o Departamento de Indicadores Sociais do *Centre for Survey Research and Methodology* (ZUMA) de Mannheim iniciaram um processo com vista a desenvolver uma monitorização do bem-estar europeu. Os grupos de trabalho do WZB e do ZUMA convidaram um conjunto de especialistas ligados não apenas às áreas das ciências sociais e da qualidade de vida, mas também aos estudos estatísticos, para discutir em conjunto a exequibilidade do projecto, obtendo uma resposta muito positiva (Delhey *et al.*, 2002).

Em 1998, o conceito de monitorização do bem-estar europeu, como um de diversos projectos que integrava a aplicação TSER (“*Targeting Socio-Economic Research Programme*”) denominada “*Towards a European System of*

Social Reporting and Welfare Measurement”, foi submetido à Comissão Europeia. Com base em recomendações da Comissão Europeia, foi então criado um projecto intitulado: “*EuReporting. Towards a European System of Social Reporting and Welfare Measurement*”, coordenado pelo Departamento de Indicadores Sociais no ZUMA, em Mannheim. Este projecto é constituído por três sub projectos: *European System of Social Indicators (EUSI)*; *Access to Comparative Official Microdata*; e *Stocktaking of Comparative Databases in Survey Research* (Delhey *et al.*, 2002).

Igualmente em 1998, por opção estratégica, nasceu o *EUROMODULE*, uma versão reduzida da originalmente planeada monitorização do bem-estar europeu. Este projecto consiste num conjunto base de perguntas que pode ser implementado em diferentes tipos de monitorizações em curso nos países participantes. O seu objectivo é permitir reunir dados comparativos sobre o bem-estar e a qualidade de vida em diferentes contextos. Para tal, recorre à combinação de três tipos de conceitos de bem-estar: condições de vida objectivas, bem-estar subjectivo e a qualidade (percebida) da sociedade (Delhey *et al.*, 2002).

Este interesse e preocupação, manifestados internacionalmente, pela problemática da sustentabilidade ou, mais especificamente, da cidade sustentável, tem subjacente a necessidade de desenvolver sistemas de medição de parâmetros da qualidade do ambiente urbano. O conceito mais holístico de ambiente urbano (Partidário, 1993) considera no fenómeno urbanístico diversas implicações ao nível dos sistemas físicos, sociais e económicos, incluindo para além dos factores associados à ecologia, à poluição e à paisagem urbana, outros como o consumo energético, a disponibilidade e custo da habitação, o conforto acústico, a acessibilidade a equipamentos, serviços e infra-estruturas, a segurança pública, entre outros. Parece, portanto, que a questão da qualidade do ambiente urbano se pode generalizar, por adopção do conceito mais lato de qualidade de vida em cidades.

2.2 O Conceito de Qualidade de Vida

À medida que as aspirações das pessoas se modificam em função do crescimento do nível de vida, o conceito de qualidade de vida enraíza-se mais solidamente nas suas mentalidades. Sendo objecto de discussão mais sistemática desde a década de 60, distingue-se hoje numa escala de qualidade (Tobelem-Zanin, 1995). Para os cidadãos com a idade de 20 anos, o principal objectivo era, anteriormente a 1960, conseguir uma habitação para poder deixar o lar familiar dos pais; após essa data, o objectivo permanecia o mesmo mas pretendia-se ainda que esse novo domicílio fosse de um tamanho apreciável. Mais recentemente, às características já enunciadas, ainda se exige que tenha uma boa exposição solar, um bom isolamento térmico e acústico, que seja prático e esteja próximo de equipamentos públicos e comerciais. Assim é notório que a natureza das aspirações das pessoas se deslocou: de apenas satisfazer as funções básicas, para cada vez melhor querer satisfazer as condições de qualidade na sua vivência do dia a dia.

Progressivamente, tem-se dado um alargamento do conceito de riqueza material no sentido de abranger também recursos “raros”, reconhecidos como influentes de forma positiva sobre a qualidade de vida. Aceder aos bens já não proporciona uma total satisfação, exigindo-se igualmente que sejam providos de qualidade. Face à forte urbanização que se iniciou grandemente na década de 60, associa-se lentamente o desejo de posse às exigências de qualidade, nomeadamente em relação à qualidade do ar e da água, ao ruído, aos espaços verdes, à acessibilidade ao emprego, aos serviços e ao lazer. As preocupações em volta da qualidade de vida, da alegria de viver e do bem-estar no espaço de vivência, tocam assim aos poucos um número cada vez maior de cidadãos predominantemente urbanos (Tobelem-Zanin, 1995).

Apesar de se ter tornado um termo corrente no nosso vocabulário, a noção de qualidade de vida não adquiriu, no entanto, um sentido preciso e inequívoco (Tobelem-Zanin, 1995). A procura da definição de um conceito tão vasto como o da qualidade de vida coloca, antes de mais, um problema de

dimensões e permanece na evidência uma noção sem fronteiras estabelecidas. Deve tomar-se em consideração as aspirações sociais, tais como as preocupações individuais, transportar as críticas e as contestações a respeito da sociedade contemporânea, da conjuntura ou das instituições, assim como as necessidades e as esperanças de cada cidadão. Como refere Tobelem-Zanin (1995), nenhum consenso em volta do conceito foi ainda realmente alcançado entre diversos autores sobre esta temática, em que se podem incluir franceses, americanos, canadianos, ingleses, alemães, suíços ou suecos. Existe uma grande hesitação quanto à sua definição como uma noção objectiva ou subjectiva. Acontece em vários casos que é confundida ou assimilada com o bem-estar, as condições de vida ou mesmo o nível de vida mas, nem sempre, apresentando uma justificação válida. As definições propostas ficam-se muitas vezes por uma sequência exhaustiva de variáveis, ou de indicadores definidos como objectivos, quando extraídas de ficheiros estatísticos previamente elaborados, ou subjectivos, quando obtidos através de inquéritos psicológicos individuais. Recorrendo a qualificativos positivos, a descrição dum qualquer qualidade de vida corresponde à caracterização das privações ou carências, de indivíduos ou grupos. Um outro método bastante difundido consiste em definir e avaliar a qualidade de vida dos indivíduos ou dos grupos pela quantidade de bens acumulados, constituindo uma expressão objectiva da satisfação subjectiva.

Em diversos estudos os dois termos surgem frequentemente associados: bem-estar e ambiente. O conceito de bem-estar aparece sempre referenciado a um ambiente (físico, natural, de trabalho, de lazer, psicológico, etc.). A maioria dos trabalhos acerca do conceito da qualidade de vida faz referência ao bem-estar e tenta, de forma mais ou menos bem sucedida, colocar as duas noções em vertentes opostas ou, ao contrário, de as amalgamar. Tobelem-Zanin (1995) considera mais relevante questionar a inclusão ou a complementaridade destes dois termos.

Em numerosos países, no Canadá e nos Estados Unidos em particular, a qualidade de vida foi objecto de pesquisa de numerosos trabalhos. Estes procuraram definir o sentido do conceito. Por exemplo, Harland (1972) interpreta

a qualidade de vida como um sinónimo de vida agradável, de bem-estar social, de protecção social e de progresso social, definindo-a como “a totalidade de bens, serviços, situações e estados que constituem a vida humana e que são necessários e desejados”. Apresenta, assim, o conceito como sendo do domínio da análise multicritério, uma vez que depende da presença ou da ausência de um conjunto de propriedades. Para além disso, também o descreve como um conceito categorial e subjectivo, dado que os julgamentos exprimem nuances de pessoa para pessoa, ou mesmo de sociedade para sociedade.

Dalkey and Rourke (1972) definem “a qualidade de vida como um sentimento pessoal de bem-estar, a satisfação ou insatisfação da vida, a sua felicidade ou sua infelicidade”.

Como geógrafo, Jarochovska (1975) considera que a qualidade de vida “abraça o vasto domínio das relações entre o homem e o seu meio ambiente. A qualidade dos indivíduos pode ser afectada pelo afastamento existente entre o quadro do meio ambiente e a soma das aspirações individuais. Maior o grupo de indivíduos satisfeitos com o seu meio ambiente, mais fortes são os laços desenvolvidos entre os membros do grupo e o quadro de vida, e melhor é sua qualidade de vida”.

Por seu turno, Liu (1975) conceptualiza a qualidade de vida como sendo um nome subjectivo para o bem-estar das pessoas e do meio onde vivem. Para qualquer indivíduo, a qualidade de vida expressa o conjunto de necessidades e desejos que, após serem colmatadas e todas adquiridas, tornam o indivíduo feliz ou satisfeito. No entanto, afirma ainda que as necessidades humanas raramente atingem um estado de satisfação total, apenas muito provavelmente em espaços de tempo muito reduzidos. Contudo, à medida que essas necessidades são satisfeitas outras surgem de imediato para ocupar o lugar das anteriores. Em resultado desta situação, o conceito de qualidade de vida varia não somente de pessoa para pessoa, mas também de lugar para lugar e ao longo do tempo.

Ley (1983) define a qualidade de vida de um cidadão urbano como “o produto dum certo número de oportunidades, permitindo conservar as aspirações

mais importantes para o seu bem-estar. Cada sociedade apresenta constrangimentos ao grau de acessibilidade a essas oportunidades, restrições resultantes da raridade e da posição social do indivíduo (restrições de classes sociais e de poder económico, restrições ligadas ao estilo de vida ou a pertença étnica, restrições de acesso ao poder) ”.

Tobelem-Zanin (1995) indica que a OMS (Organização Mundial da Saúde) retoma o conceito de qualidade de vida na sua definição mais tradicional, isto é, prendendo-se às características do meio ambiente. Nesse sentido, adopta o conceito na perspectiva da ecologia humana, distinguindo claramente o bem-estar da qualidade de vida. Assim, o bem-estar é um conceito ligado à realização das potencialidades individuais do ser humano e à sua capacidade de alcançar a sua satisfação pessoal. Trata-se portanto de uma abordagem subjectiva. Pelo seu turno, a qualidade de vida é um conceito que toma em conta, ao nível do grupo ou até de toda uma população, os elementos do meio sociocultural e bioquímico susceptíveis de originarem um sentimento de satisfação para o maior número de cidadãos. A qualidade de vida surge desta forma como uma abordagem estatística do bem-estar. A apreciação dos seus elementos depende de juízos de valores que podem diferir em função da região, mas também da cultura, ou mesmo das pessoas. Num mesmo país, numa mesma cidade, os habitantes não recorrem aos mesmos critérios para fazer a sua avaliação. Isto indica que as características do seu meio ambiente constituem um elemento de forte importância na sua apreciação e suas características podem ser definidas por um conjunto de elementos os mais objectivos possíveis. A OMS relaciona a qualidade de vida ao meio ambiente e não ao indivíduo. Associa-a sempre a modelos comportamentais onde o aspecto essencial do bem-estar está ligado à possibilidade de um indivíduo satisfazer as suas necessidades, de realizar os seus desejos. Em grande parte, esta possibilidade depende da riqueza do meio ambiente, isto é da qualidade de vida.

Com o intuito de realizar estudos para a avaliação da qualidade de vida ao nível de unidades espaciais, o mais homogéneas possíveis, a OCDE (Organização da Cooperação e do Desenvolvimento Económico) considera que a

qualidade de vida na cidade, ou mais precisamente a qualidade do ambiente urbano, assenta principalmente na presença de equipamentos colectivos e respectivas acessibilidades. Trata-se propositadamente de uma definição muito objectiva, estando associada à qualidade de um determinado ambiente medido por dados estatísticos. Este propósito visa obter avaliações comparáveis para contribuir na melhoria da definição de políticas urbanas, da distribuição de recurso e, numa perspectiva mais geral, na tomada de decisão quanto à qualidade do ambiente urbano. Para obter esses resultados, a OCDE elaborou indicadores da qualidade do ambiente urbano, passando a possuir desta forma um instrumento de avaliação da qualidade do meio urbano.

Paralelamente, a OCDE sugere que os indicadores subjectivos devem transmitir “a maneira como os indivíduos captam os aspectos fundamentais do seu bem-estar. Não somente a forma como os percebem é, ao seus olhos, fundamental, mas a percepção que têm de certos aspectos da sua vida pode variar independentemente das transformações que sofreu o seu meio”. Os indicadores subjectivos devem “tentar penetrar, para além das condições materiais da vida, um mundo que se presta muito mais dificilmente à medida, o dos sentimentos que determinam em última análise a qualidade da vida percebida”.

Estudos realizados pela UNESCO (1979) não estabelecem diferenças fundamentais entre a qualidade de vida, o bem-estar ou mesmo a felicidade. Este organismo defende que a definição de qualidade de vida faz alusão ao sentimento geral de felicidade, no sentido de sensação duradoura de felicidade ou bem-estar. A qualidade de vida de um indivíduo concebe-se assim como a relação global que entretém entre os estímulos agradáveis e desagradáveis ao longo dos seus contactos quotidianos com o meio envolvente. Ao definir o conceito como felicidade, a UNESCO qualifica-o claramente de subjectivo. Cada sociedade mantém uma espécie de consenso geral sobre o que possui ou não qualidade. Este consenso, apesar de encerrar uma forte componente de universalidade, é em certa parte influenciado pelas tradições e valores culturais. Por isso, ao avaliar-se a qualidade de vida, quer promovida pelo meio ambiente, quer em geral, não será

aconselhável descartar as preferências culturais e os estilos de vida (Tobelem-Zanin, 1995).

Por seu turno, um estudo sueco (SCB, 1987) estabelece uma diferença entre bem-estar e qualidade de vida. Assim, o bem-estar é associado ao nível de vida e às condições de vida do indivíduo (o que pode consumir, a saúde, as relações sociais, a motivação no emprego, etc.), enquanto que a qualidade de vida introduz factores suplementares do meio ambiente e dos sentimentos pessoais (preservação da natureza, a estética, a esperança no futuro, etc.).

Racine (1986) coloca os conceitos de qualidade de vida e de bem-estar em campos opostos: a qualidade de vida exprime os meios postos em prática pelos homens no seu quotidiano material e social, remetendo a indicadores que possam espelhar o estado das condições materiais e do nível de vida de um grupo humano. O bem-estar é, no entanto, um conceito mais complexo, ao tomar em conta as aspirações dos indivíduos e uma avaliação mais pessoal de conjunto de relações que o indivíduo mantém consigo próprio e com o exterior.

Myers (1987) diz-nos que da forma como o conceito de qualidade de vida tem sido empregue passou a significar a vivência dos cidadãos. Apresenta também a seguinte definição: “a qualidade de vida de uma comunidade é construída pelas características partilhadas que os residentes adquiriram em lugares (por exemplo, a qualidade do ar e da água, tráfego, ou oportunidades de lazer), e as avaliações subjectivas que esses residentes efectuem dessas condições.”.

Tobelem-Zanin (1995) sustenta que o conceito de qualidade de vida deve ser estabelecido em função do quadro geográfico em que se insere a análise. Diz-nos que o conceito toma em linha de conta elementos do meio ou ambiente físico (quadro de vida), elementos económicos (níveis de vida e modos de vida) e elementos socioculturais (modo de vida e bem-estar). Assim, o conceito de qualidade de vida encerra duas dimensões: uma subjectiva, representada pelo bem-estar (relativa às questões fundamentais de cada indivíduo); e outra, objectiva, representada pelas condições de materiais de vida de grupos de indivíduos. A autora procura também clarificar o significado dos conceitos que

considera importantes na definição de qualidade de vida. Nesse sentido, indica que as condições de vida estão simultaneamente ligadas ao quadro de vida, ao modo de vida bem como, ao nível de vida. Relacionam-se, assim, directamente com o meio físico, natural e humano em função dos seus equipamentos, da situação geográfica da sua morada e da distância a todos os outros domínios de actividades (emprego, lazer, serviços). Existe também uma ligação directa ao nível de vida dado que este determina frequentemente o modo de vida e, sobretudo, as potencialidades e possibilidades de vida de cada grupo social. Considera ainda que este elemento da qualidade de vida pode ser avaliado de forma objectiva, pois é facilmente suportada a sua avaliação por numerosos indicadores. No que toca ao quadro de vida, diz que permite definir o que rodeia a vida quotidiana do indivíduo e do grupo. O quadro de vida diz respeito ao ambiente natural (sítio, clima) e às modificações antrópicas (residência, equipamentos e arranjos urbanos diversos). Saliencia ainda que o nível de vida não é apenas sinónimo do nível salarial mas deve antes definir-se como uma capacidade de recursos. Estes recursos podem ser avaliados em função da riqueza e dos salários dos agregados mas, também, em função da riqueza da cidade. Esta última permite em grande parte determinar as potencialidades reais de cada cidade de criar, equipar, manter e gerar o quadro de vida oferecido aos seus habitantes. Por fim, apresenta os modos de vida de cada grupo social como sendo determinados pelas características gerais da sociedade. Cada grupo social possui o próprio modo de vida. Encontra-se ligado às potencialidades de cada grupo, potencialidades que podem ser de ordem económica (dado que o nível de vida determina inevitavelmente a forma de viver de cada um, bem como as suas necessidades e aspirações), ou ainda, de ordem social ou cultural. Assim sendo, cada grupo, definido pela sua idade ou estrato social, mantém com um mesmo meio relações que são apenas parcialmente comuns ao conjunto da população.

Cummins (2000) refere que em 1998 ocorreu um debate vigoroso na Internet acerca da definição de qualidade de vida, nomeadamente entre os membros da *International Society for Quality-of-Life Studies* (ISQOLS). Em

particular, um dos principais pontos discutido foi a relação entre medidas objectivas e subjectivas da qualidade de vida. Nesse sentido, o autor diz que quando a avaliação da qualidade visa abranger todos os aspectos da vida humana ambas as dimensões, objectiva e subjectiva, deverão ser incluídas.

Segundo Sénécal (2002), o conceito de qualidade de vida, num contexto urbano, é correntemente entendido de duas formas distintas. A primeira centra-se no ambiente de vivência e envolve os padrões de vantagens e oportunidades não equitativas, como já tinham referido Dansereau e Wexler (1989) que afectam cada cidadão através da acessibilidade a serviços, instalações e comodidades. Estar próximo destes é um facto chave na melhoria das condições de vida (Blumenfeld, 1969). Outros elementos do ambiente de vivência são a vitalidade económica e a equidade social que, por sua vez, encerram uma infinidade de questões específicas (por exemplo, a acessibilidade à habitação e a sua qualidade).

A segunda abordagem para descortinar o conceito de qualidade de vida, segundo Perloff (1969), está ligada ao ambiente natural dos espaços urbanos. Assim, este pressuposto assume que factores tais como a qualidade do ar, da água e do solo, e a quantidade de espaços verdes existentes afectam a forma de viver. No entanto, medir esses factores, por exemplo a poluição sonora ou do ar, e definir o que constitui um bom ambiente de vivência, ou uma boa configuração urbana, permanece uma ciência inexacta (Sénécal, 2002).

Langlois e Anderson (2002) definem o conceito de qualidade de vida como o resultado da convergência entre recursos oferecidos pelo meio-ambiente e as necessidades sentidas pelo indivíduo. Estes autores referem que esta definição está próxima da noção de congruência, proposta por Carp e Carp (1984), que não só enfatiza a importância da disponibilidade de recursos e as necessidades sentidas pelos indivíduos, mas acima de tudo o devido ajuste entre eles. Neste contexto, consideram que a qualidade de vida pode ser vista como a elaboração de uma base para avaliar o bem-estar. De seguida, definem bem-estar como a interpretação da qualidade de vida resultante de experiências ambientais e pessoais subjectivas. Afirmam ainda que, assim, o bem-estar é visto não

somente como um estado, mas também como um processo dinâmico que conduz para melhores condições de vida.

Para a *European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions* (2003), a qualidade de vida de uma sociedade pode ser definida como o bem-estar geral. O bem-estar reflecte então não só as condições de vida e o controlo sobre os recursos ao longo de espectro completo dos domínios de vida, mas também as formas como as pessoas respondem e sentem acerca das suas vidas nesses domínios.

Expressões como “*boa cidade*”, “*bom local para viver*” e “*boa qualidade de vida*” envolvem visões conceptuais que, frequentemente, variam de pessoa para pessoa, de lugar para lugar e ao longo do tempo. Com efeito, o conceito de qualidade de vida é essencialmente subjectivo, já que depende do conjunto das *necessidades e aspirações* que, se e quando satisfeitas, fazem um indivíduo feliz ou satisfeito (Bossard, 1999).

Segundo Fadda (2003), o conceito de qualidade de vida no seu sentido mais lato refere-se aos factores que tornam a vida melhor. Diz-nos ainda que representa mais do que “padrões de vida” individuais e refere-se a todos os elementos das condições em que as pessoas vivem, isto é, todas as suas necessidades e exigências. Este conceito tem sido desenvolvido por sociólogos para medir e avaliar o bem-estar, a satisfação e felicidade das pessoas. Indica também que, entre outras coisas, requer infra-estruturas sociais e públicas disponíveis e acessíveis de forma a satisfazer as necessidades dos seus interessados e dos que são afectadas por elas, bem como um ambiente livre de degradação acentuada ou poluição.

A partir da definição da Organização Mundial para a Saúde (*World Health Organization*), Cramer *et al.* (2004) apresentam uma definição em que a qualidade de vida representa a percepção do indivíduo da sua posição na vida num contexto cultural e de acordo com os respectivos valores sociais, objectivos pessoais, expectativas e preocupações de vida. Indicam que existem algumas abordagens teóricas de como deve ser entendida a qualidade de vida. Uma delas,

que se designa por ascendente (“*bottom – up theory*”), considera a qualidade de vida como um acumular de pequenos prazeres recebidos, em que o indivíduo avalia se está perante boas ou más experiências, permitindo-lhe acumular momentos felizes na vida. Já na descendente (“*top-down theory*”), é assumido que a pessoa tem intrinsecamente certas qualidades ou traços que lhe permitem experimentar a vida de uma forma positiva, mais ou menos independentemente de eventos externos.

Cramer *et al.* (2004) defendem ainda que o conceito pode ser concretizado de três formas. A forma mais comum é julgar a aptidão de controlar e ultrapassar a doença. Neste contexto, e tendo por base a vida humana, o sucesso de um tratamento e uma vida longa de boa saúde é considerada como sendo boa qualidade de vida (Gurin *et al.*, 1960; Michalos *et al.*, 2000; Cramer *et al.*, 2004). Esta forma de avaliar a qualidade de vida permite estudar os efeitos da saúde ou ausência dela na qualidade de vida, sendo que corresponde a um bom estado de saúde uma boa qualidade de vida, segundo esta definição.

Outra forma baseia-se na situação socioeconómica, tendo por ideal os aspectos demográficos e socio-políticos dos países ditos desenvolvidos. Um elevado padrão de vida e boas condições de vida equivalem a uma elevada qualidade de vida segundo Wilson (1967b), Campbell (1981) e Cummins (2000). No entanto, mais uma vez, os autores consideram que se torna impossível estudar o efeito de variáveis socio-demográficas sobre a qualidade de vida recorrendo a tal definição.

A terceira abordagem é fundamentalmente baseada na experiência e relacionada com a personalidade. “Não é o que possui, ou não, mas o que faz com ele”. Cramer *et al.* (2004) indicam que este tipo de abordagem implica que exista uma componente genética que influencia a percepção de qualidade de vida de cada indivíduo, podendo mesmo condicionar a respectiva personalidade. Esta mesma abordagem já tinha sido apresentada por Tellegen *et al.* (1988) e Roysamb *et al.* (2002).

No seu estudo, Cramer *et al.* (2004) procuraram verificar a existência de uma relação entre a densidade populacional e a qualidade de vida. Neste

contexto, avaliaram a qualidade de vida com recursos a entrevistas que incidiram sobre sete aspectos: o bem-estar subjectivo, a realização pessoal, o relacionamento com amigos, o apoio na doença, os acontecimentos negativos na vida, a relação com a família de origem, a qualidade da vizinhança e a qualidade de vida global.

No Atlas do Canadá¹, a qualidade de vida é um termo empregue para medir o bem-estar. Acrescentam que a noção descreve o que as pessoas pensam do seu meio, e o conjunto dessas percepções podem representar a qualidade de vida. Para a avaliação, retiveram indicadores que representam os aspectos mais importantes da vida de uma pessoa (aos quais designaram de dimensões), como por exemplo a habitação, a educação, o emprego e os recursos financeiros. Aos indicadores é incumbido o papel de medir fenómenos complexos, como o da qualidade de vida, mas no entanto ressaltam o facto de fornecerem apenas uma indicação relativamente à qualidade de vida real.

Mendes (2004), ao debruçar-se sobre as diferentes atitudes face à problemática da avaliação da qualidade de vida urbana, diz que alguns defendem que definir qualidade de vida para toda a população e para qualquer momento no tempo é impossível e não deveria ser tentado; outros pensam que a qualidade de vida pode ser definida e quantificada, mas que tal não deve ser feito porque medir algo tão sensível torna as cidades competidoras indesejáveis e conduz a resultados/conclusões enganadores; outros ainda entendem que a avaliação da qualidade de vida urbana pode ser feita desde que se torne claro qual a metodologia e base estatística utilizadas, e que a mesma seja usada consistentemente.

Apesar de reconhecer fundamentos de princípio nas três abordagens, o autor sustenta que a que se coaduna com uma postura pragmática e com uma vontade de enfrentar, monitorizar e resolver os problemas urbanos, esses bem evidentes, é a terceira hipótese. Cita ainda que, na década de setenta do século findo, Liu (1975) defendia que a dificuldade do exercício “*não deveria deter os*

¹ <http://atlas.gc.ca/site/francais/maps/peopleandsociety/QOL/1>

nosso esforços para definir e medir a qualidade de vida, e fazê-lo de forma a que tenha algum significado no quadro da matriz de decisão associada ao planeamento”.

Os estudos conhecidos internacionalmente, leia-se os estudos minimamente conclusivos, têm resultado da adopção de metodologias, mais ou menos discutíveis, e bases estatísticas, mais ou menos ricas, que utilizadas de forma clara e coerente conduzem a medidas comparáveis da qualidade de vida em cidades. É mesmo comum que os investigadores, em resultado de julgamentos pessoais, frequentemente subjectivos, integrem nos seus modelos opções discutíveis, que reflectem conceitos e definições particulares de qualidade de vida.

Contribuições recentes (ver (Findlay *et al.*, 1988); (Rogerson *et al.*, 1989); (Brown *et al.*, 1993); (Felce e Perry, 1995); (Sawicki e Flynn, 1996); (Savageau e Loftus, 1997); (Cummins, 1998); (Bossard, 1999); (Mendes, 1999); (Mendes, 2000)) sugerem abordagens conceptuais e operacionais à problemática da qualidade de vida, que se podem sintetizar nos seguintes pontos: (i) a qualidade de vida nas cidades pode ser descrita por dimensões; (ii) as dimensões estão associadas a aspectos da vivência em cidade; (iii) as dimensões da qualidade de vida podem ser descritas por medidas (indicadores) objectivas ou subjectivas; (iv) as dimensões e os indicadores podem ser combinados de forma ponderada, através da atribuição de diferentes níveis de importância relativa (pesos), numa base subjectiva. Se a estes 4 pontos for acrescida uma elencação das dimensões consideradas relevantes, então obtém-se uma definição de qualidade de vida urbana. Pode mesmo afirmar-se que, neste quadro conceptual/operacional, diferentes combinações de dimensões e indicadores, juntamente com os respectivos graus de importância, conduzem a diferentes definições, mais ou menos personalizadas, mais ou menos próximas do cidadão comum, ou dum qualquer grupo social, ou dum qualquer instituição (Mendes, 2004).

Em termos práticos, os pontos sensíveis da avaliação da qualidade de vida passam pela identificação das dimensões, pela identificação dos seus

indicadores, extremamente condicionada (conduzida, por vezes) pelas disponibilidades de informação estatística, pela definição dum sistema de pesos representativo duma qualquer motivação, preferência ou objectivo. Objectividade e subjectividade são pontos centrais e incontornáveis na avaliação, impondo-se pelo menos a sua explicitação de forma a disponibilizar ao *consumidor* dos estudos de avaliação da qualidade de vida as bases para uma correcta interpretação dos resultados (Mendes, 2004).

2.3 Indicadores da Qualidade de Vida Urbana

Para além de abordar a definição do conceito de qualidade de vida, a secção anterior também permitiu demonstrar que existe um reconhecimento da importância da análise da Qualidade de Vida Urbana no auxílio à tomada de decisões técnicas e no planeamento das cidades. No entanto, a multiplicidade de dimensões envolvidas e a dificuldade de lidar com conceitos subjectivos têm dificultado o processo de inserção do conceito nas actividades de gestão urbana. Neste sentido, inúmeras abordagens têm feito uso dos Indicadores de Qualidade de Vida para auxiliar no processo de diagnóstico da realidade urbana e na inserção do conceito no nível da comunidade. Para o desenvolvimento destes sistemas, uma série de domínios e temas com influência directa no dia-a-dia das comunidades urbanas têm sido identificados (Mendes, 2004).

Como nos indica Tobelem-Zanin (1995), desde os anos 30 do século passado, existem tentativas de construção de uma medida empírica da qualidade de vida nos Estados-Unidos, mas até ao trabalho de Wilson (1967a) este tipo de medida não tinha sido realmente concretizada. Nesse trabalho, ele adoptou critérios estabelecidos pela comissão do presidente Eisenhower sobre os objectivos nacionais em matéria de qualidade de vida. Este autor define assim o seu índice de qualidade de vida como uma combinação de nove temas principais:

estatuto do indivíduo, igualdade, processo democrático, educação, crescimento económico, evolução tecnológica, agricultura, condições de vida, e saúde e bem-estar.

Existe um número apreciável de trabalhos, que na sua génese, pretendiam expor as diferenças de qualidade de vida entre cidades americanas, através de uma abordagem objectiva, envolvendo a recolha, organização e análise de dados estatísticos. Neste âmbito, o primeiro trabalho a merecer destaque é o de Liu (1976) que caracterizou a qualidade de vida de 243 áreas metropolitanas americanas, o que representava cerca de 139,4 milhões de habitantes e quase 70% da população do país em 1970. Este autor adoptou um agrupamento das variáveis da qualidade de vida em cinco dimensões, a saber, economia, política, ambiente, saúde e educação, e social. O objectivo destas dimensões era o de abranger a maioria das preocupações individuais, tendo adoptado um conjunto de 123 indicadores objectivos.

Em França, Tobelem-Zanin (1995) destaca que é ao nível da divisão administrativa do departamento que alguns estudos de maior relevância podem ser encontrados. Nomeadamente, indica que a revista *Le Point* (1974, 1976, 1978) escolheu 48 critérios para caracterizar a saúde, a riqueza, a segurança, os equipamentos, e o lazer e a cultura, procurando descrever desta forma as desigualdades departamentais (o departamento é uma divisão administrativa em França). As variáveis foram então agrupadas por categorias (ou dimensões) e afectadas por um coeficiente de ponderação. A mesma autora, acerca da preponderância da escolha da ponderação na elaboração de índices, cita o trabalho de Bailly (1981) onde é demonstrado que a escolha de ponderações diferentes por categoria pode levar a modificações tipológicas importantes, incluindo a afirmação de que “a classificação não pode ser neutra, reflecte prioridades (implícitas ou explícitas) dos elaboradores ...”.

Knox e Scarth (1977) também efectuaram um estudo sobre a qualidade de vida nos 95 departamentos da França metropolitana, recorrendo a 41 variáveis sociais e económicas. Estes critérios foram escolhidos em função das fontes estatísticas disponíveis retomando nomeadamente os indicadores propostos pelo

Le Point (1974). Ao comparar estes dois estudos que incidiram sobre a França, Bailly (1981) teceu a seguinte considerações acerca da avaliação da qualidade de vida por indicadores objectivos: o problema “não é apenas o do processo a seguir, mas antes o da escolha das variáveis a tratar”.

A OCDE (1978) efectuou um estudo para um grupo de cidades europeias com o intuito de elaborar indicadores do ambiente urbano. Foi criado um conjunto de indicadores a partir dos dados dos recenseamentos, com o objectivo de avaliar quatro aspectos do ambiente urbano (habitação, serviços e emprego, meio-ambiente e fontes de poluição, ambiente social e cultural). O retrato da qualidade do ambiente das cidades, obtido segundo esta avaliação, assenta principalmente sobre a presença de equipamentos colectivos e respectiva acessibilidade. Acerca deste estudo, Tobelem-Zanin (1995) refere novamente duas questões levantadas por Bailly (1981). Por um lado, questiona a pretensão que os mesmos critérios possam satisfazer de forma semelhante populações de diferentes cidades, acrescentando que o problema fundamental em toda a avaliação da qualidade de vida é o da escolha dos critérios adaptados à realidade do meio a avaliar. Por outro lado, pergunta se é aceitável, do ponto de vista teórico, somar critérios tão diferentes como equipamentos desportivos e poluição atmosférica para concluir que a qualidade de vida de uma dada cidade é melhor que a de uma outra. Completa ainda indicando que se trata de um problema geral na concepção dos indicadores, dado que a ausência de um único critério pode ser suficiente para baixar a qualidade de vida dos habitantes.

Nesta abordagem objectiva para a avaliação da qualidade de vida, a vertente psicológica é marginalizada ou, quando considerada, recebe um papel secundário, como no caso de Liu (1976), usando o argumento da dificuldade de integração de indicadores subjectivos num quadro de referências quantitativas (Tobelem-Zanin, 1995). No entanto, surge uma outra corrente que defende que os indicadores meramente económicos e quantitativos não são adequados para medir o bem-estar individual. Nesta linha de pensamento, inserem-se trabalhos como os de Schneider (1976) e Campbell *et al.* (1976), os últimos referindo

mesmo que, apesar dos indicadores socio-económicos objectivos permitirem descortinar desigualdades ou injustiças na repartição de um elemento importante do bem-estar, estes não fornecem qualquer informação sobre o grau de satisfação subjectiva que os indivíduos sentem em relação às suas vidas. Tobelem-Zanin (1995) refere ainda que Dale (1980) reforçou o interesse de não serem apenas considerados os indicadores objectivos afirmando que “é certamente possível que indivíduos e grupos sociais possam ter acesso a condições de saúde, emprego e de ambiente bem melhores, objectivamente, do que aqueles a que têm acesso outros grupos ou outros indivíduos e que então sintam subjectivamente que a qualidade de sua vida ou suas experiências pessoais não são as melhores”.

Neste contexto, a medida do bem-estar individual assentou no recurso a indicadores sociais subjectivos (Tobelem-Zanin, 1995). A sua quantificação baseia-se no tratamento de respostas a inquéritos dirigidos à população, incidindo sobre a percepção individual (e subjectiva) das próprias condições de vida. Segundo Racine (1986), os indicadores subjectivos devem estar ligados às satisfações e insatisfações dos indivíduos, às suas percepções e suas esperanças, às suas tensões e inquietudes, bem como às suas necessidades, valores e aspirações nos diversos domínios da vida. Neste âmbito, encontram-se a título de exemplo os trabalhos de Andrews e Withey (1976), Campbell *et al.* (1976) e Bailly *et al.* (1987). Os primeiros procuraram construir um conjunto de indicadores sobre as satisfações pessoais das pessoas no que toca a todos os domínios das suas vidas. No segundo trabalho, é proposto um modelo de satisfação residencial para uma base para construção das rubricas de um inquérito. Por fim, no último foi elaborado um quadro dos elementos geográficos da qualidade de vida resultante do tratamento de avaliações subjectivas recolhidas junto a uma amostra da população suíça em 1978.

A maioria dos trabalhos sobre indicadores sociais baseia-se ou em indicadores objectivos, ou em indicadores subjectivos, sendo que em poucas ocasiões foram recolhidos indicadores dos dois tipos de forma a obter uma medida complementar. Este pressuposto implica no entanto o estabelecimento *a priori* de uma relação entre os dois tipos de indicadores (Tobelem-Zanin, 1995).

No entanto, a intensidade da correspondência entre indicadores subjectivos e objectivos, na avaliação do mesmo fenómeno, varia de autor para autor. Como ilustração deste facto, Tobelem-Zanin (1995) refere que Campbell et al. (1976) estabelecem uma relação forte, enquanto que Schneider (1975) apenas lhes atribui uma relação bastante fraca. Este último, ao procurar medir as relações entre indicadores sociais objectivos das condições de vida em treze cidades americanas, concluiu não existir nenhuma relação entre o nível de bem-estar observado numa cidade, medido com recurso a um vasto leque de indicadores objectivos, e a qualidade de vida percebida subjectivamente pelos habitantes da mesma cidade. Acrescenta então que o nível de bem-estar nas cidades, definido unicamente com recurso a indicadores sociais objectivos não fornece aparentemente nenhuma informação sobre o bem-estar ou a qualidade de vida que goza efectivamente a população dessas cidades. Face a estas conclusões, Huttman and Liner (1978) tecem três reparos. Primeiro, afirmam que existe uma clivagem entre as medidas objectivas das condições de vida e a avaliação subjectiva do bem-estar. No que toca ao valor de estudos para avaliação da qualidade de vida, tais como os de Smith (1973) e Liu (1973) que recorrem a medidas globais, consideram que depende da aptidão dos indicadores para alcançar o objectivo proposto. Por fim, transmitem a opinião que a medição da qualidade de vida não deve apenas assentar em indicadores objectivos ou exclusivamente em indicadores subjectivos.

Face à natureza complexa da reflexão e a pouca abundância de ferramentas para lidar como o problema, Tobelem-Zanin (1995) considera não ser surpreendente a existência de divergências entre as condições percebidas pelas pessoas e as condições medidas através de indicadores objectivos. Diz ainda que a existência de uma relação directa entre as medidas subjectivas e as medidas objectivas da qualidade de vida tornaria um dos dois tipos de indicadores supérfluos, assim como a ausência de tal associação reforçaria a ideia da necessidade de empregar as duas. Sustenta ainda a ideia da utilidade das duas medidas citando Andrews e Withey (1974) que afirmam que, quando os

indicadores objectivos e subjectivos forem considerados concorrentemente, será então possível compreender de que forma as mudanças demonstráveis nas condições de vida, afectam realmente o sentido da qualidade de vida para as pessoas e, de forma inversa, descortinar se essas mudanças na apreciação podem ser atribuídas a alterações das condições de vida.

Face a estas contradições, Tobelem-Zanin (1995) afirma que se torna bastante difícil para os investigadores nesta matéria terem uma ideia clara da questão. No entanto, manifesta concordar com a ideia de Bailly (1987) que todo este debate entre os dois tipos de indicadores não passa na realidade de uma falsa disputa, quando este mostrou claramente que esse debate incide sobre as inter-relações entre as condições ditas objectivas e a avaliação que as pessoas fazem. O mesmo acrescenta ainda que, dado que os dois tipos de indicadores são construídos por pessoas, acabam assim por representar uma dimensão subjectiva das condições de vida ou do bem-estar das pessoas.

Acerca desta discussão, Tobelem-Zanin (1995) conclui que a procura de indicadores quer objectivos, quer subjectivos completam-se. Assim, os indicadores objectivos fornecem indicações sobre as propriedades colectivas da qualidade de vida, enquanto que os indicadores subjectivos reportam-se às propriedades individuais do bem-estar.

A propósito da mesma temática, Diener e Suh (1997) indicam que se perfilaram duas abordagens científicas para a avaliação da qualidade de vida: os indicadores sociais ou “objectivos” e a avaliação do bem-estar subjectivo. Citam o trabalho de Land (1996) onde pode ser encontrado um historial dos movimentos associados aos indicadores sociais e aos indicadores subjectivos nas ciências sociais. O primeiro movimento centra sua atenção na avaliação. O seu crescimento coincidiu com o questionar do crescimento económico nos termos em que mais era sempre melhor. Em contrapartida, a pesquisa subjacente ao bem-estar subjectivo tem por enfoque as experiências subjectivas de vida dos indivíduos. O pressuposto subjacente é que o bem-estar pode ser definido pelas experiências conscientes das pessoas – no sentido de sentimentos hedónicos ou satisfações cognitivas. Este campo é construído sobre a presunção que para

perceber, numa perspectiva empírica, a qualidade do bem-estar dos indivíduos, é apropriado examinar directamente de que forma uma pessoa se sente em relação à sua vida, tendo em conta os seus próprios padrões.

Diener e Suh (1997) descrevem os indicadores sociais como medidas sociais que reflectem as circunstâncias objectivas das pessoas numa dada unidade cultural ou geográfica. A principal característica dos indicadores sociais é o facto de estes se basearem em estatísticas objectivas e quantitativas e não tanto em percepções subjectivas de indivíduos acerca do seu ambiente social. Sob a égide conceptual dos indicadores subjectivos, variáveis representando um vasto conjunto de domínios sociais têm sido medidas e estudadas. A título de exemplo, os autores indicam a mortalidade infantil, médicos *per capita*, e a longevidade são avaliados no domínio da saúde, enquanto que taxas de homicídios, polícias *per capita*, e taxas de violações são avaliados para captar a qualidade de vida no domínio da criminalidade. Índices derivados de áreas como a ecologia, os direitos humanos, o bem-estar e a educação têm igualmente surgido como indicadores sociais.

Estes autores apresentam também uma série de pontos fortes e fracos dos indicadores sociais. O primeiro ponto forte indicado é o carácter objectivo que envolve este tipo de indicadores. Este aspecto permite que possam ser definidos e quantificados sem depender grandemente da percepção de indivíduos. Salientam ainda que a “objectividade”, neste contexto, pode ter vários sentidos. Por um lado, poderá significar que existe um vasto consenso acerca do valor do que é medido, por outro, ser possível medir as características com grande precisão. Por fim, os indicadores sociais podem ser considerados objectivos no sentido em que não dependem da percepção das pessoas.

Outro ponto forte referido é o facto de frequentemente reflectirem os ideais normativos da sociedade. Isto é, os indicadores sociais podem avaliar qualidades da sociedade que não assentam unicamente na sua influência no bem-estar subjectivo, mas baseando-se em valores vastamente partilhados.

Ao incluir medidas que abrangem vários domínios da vida, possuem a capacidade de traduzir aspectos da sociedade que não são devidamente reflectidos por indicadores meramente económicos, constituindo mais um aspecto positivo. Acrescentam que os indicadores sociais conseguem capturar qualidades importantes da sociedade que não são adequadamente avaliadas quer pelas medidas subjectivas de bem-estar, quer pelos índices económicos.

No entanto, Diener e Suh (1997) afirmam que este tipo de indicadores também revela alguns aspectos negativos. Em primeiro lugar, classificam-nos de falíveis, no sentido em que os dados disponíveis podem não ser um espelho fiel da realidade. Como exemplo, indicam o caso das estatísticas de violações, dado que é sabido o número de participações às autoridades deste tipo de incidente é muito inferior à realidade. Também, a estimativa da longevidade, em países em que os registos de nascimentos não são adequados, é bastante dificultada. Neste contexto, e apesar dos indicadores sociais serem tidos como objectivos, acontece que frequentemente são contaminados por problemas associados à sua avaliação.

Outra limitação é o papel inevitável das decisões subjectivas na selecção e avaliação das variáveis, dando como exemplo o produto interno bruto dos Estados Unidos que não conta o trabalho voluntário ou trabalho doméstico como parte do sector económico. Salientam que outros indicadores também estão sujeitos a decisões subjectivas acerca do que deve ser incluído ou não.

Mesmo quando as variáveis são medidas correctamente e existe um consenso acerca do que deve ser tido em conta, permanece a questão se essas variáveis representam de facto a noção de “bom” tal como a sociedade o entende. É por vezes difícil, por exemplo, concordar acerca de um óptimo entre “muito” e “muito pouco” quando se trata de questões controversas tais como o bem-estar ou a segurança nacional (Diener e Suh, 1997).

Outra fraqueza apontada aos actuais indicadores sociais é o facto das variáveis serem seleccionadas de uma forma *ad hoc*, fomentando uma constante controvérsia entre os investigadores em torno de quais as variáveis a escolher e de que forma devem ser pesadas. Os autores citam o trabalho de Becker *et al.* (1987) que ilustraram o efeito da pesagem de indicadores. Ao estudar a qualidade

de vida em 329 áreas metropolitanas nos Estados Unidos, baseada em variáveis tais como o clima, a saúde, o crime e a economia, usualmente empregues para ordenar cidades, descobriram que, em função dos pesos atribuídos às variáveis, existiam 134 cidades que podiam ficar no primeiro lugar e 150 cidades no último.

Do ponto de vista metodológico, é levantada outra questão: deve-se recorrer a um índice geral (combinação de indicadores) da qualidade de vida ou utilizar separadamente indicadores individuais? Ao combinar indicadores, o índice geral resultante ganha simplicidade e amplitude em detrimento de uma informação mais detalhada. No entanto, o recurso a múltiplos índices permite aos investigadores observar a partir de diversos ângulos o objecto de interesse, mas não permite uma compreensão simplificada dos dados (Diener e Suh, 1997).

Os mesmos autores, citando Andrews e Withey (1976) e Campbell *et al.* (1976), sustentam que a maior limitação dos indicadores sociais advém do facto de que os indicadores objectivos podem não reflectir a experiência das pessoas no que toca ao bem-estar. O sentido de bem-estar de uma pessoa é uma experiência que é determinada de uma forma bem mais complexa do que assumida por indicadores sociais descritivos baseados em circunstâncias externas numa sociedade.

Acerca do conceito de bem-estar subjectivo, Diener e Suh (1997) sustentam que a premissa básica da pesquisa nesse âmbito é que, para compreender o bem-estar de um indivíduo, é importante medir directamente as reacções cognitivas e afectivas dos indivíduos em relação às suas vidas, bem como aos domínios específicos da vida. Acrescentam que a pesquisa nesta temática tem raízes filosóficas no utilitarismo de Jeremy Bentham. Fundamentam que este filósofo sustentava que existem duas soberanas razões, prazer e dor, e que por esse motivo as sociedades devem esforçar-se no sentido de conseguir a maior felicidade para o maior grupo.

Como o termo indica, o bem-estar subjectivo preocupa-se primariamente com o juízo próprio dos inquiridos acerca do bem-estar, em vez do que políticos,

acadêmicos ou outros possam considerar importante. No âmbito da economia, as escolhas dos consumidores são usadas como avaliação baseada no comportamento do indivíduo, antes do que nos julgamentos dos especialistas. No bem-estar subjectivo, o conceito que é análogo à utilidade baseado na escolha para o sistema económico é a experiência – como as pessoas reagem internamente aos eventos e situações nas suas vidas e de que forma as experimentam. Se um economista julga a qualidade de um emprego pelas escolhas das pessoas em relação a esse trabalho face a outro, um pesquisador na área de bem-estar subjectivo avaliará a qualidade de um emprego pelas experiências agradáveis e desagradáveis das pessoas, bem como a satisfação proporcionada pela posição (Diener e Suh, 1997).

Diener and Suh (1997) indicam igualmente que as pessoas demonstram grande flexibilidade quando sujeitas a condições objectivas, recorrendo a adaptações psicológicas. Sustentam essa opinião apontando o trabalho de Diener e Fujita (1995) que ilustra a importância da compreensão dos processos de ajuste envolvidos na relação entre recursos objectivos e bem-estar pessoal. Inquiridos com recursos diferentes deram ênfase a objectivos pessoais variáveis, que requeriam recursos que eles possuíam. De forma similar, os participantes pretendiam alcançar uma variedade de objectivos com um dado recurso. As pessoas demonstraram ter a tendência para escolher objectivos pessoais para os quais possuem recursos relevantes, sendo que o grau de congruência dos objectivos pessoais com os seus recursos fazia prever o seu bem-estar subjectivo.

Os mesmos autores salientam que o bem-estar pessoal não deve ser equiparado ao frívolo hedonismo. Reforçam a afirmação dizendo que o bem-estar pessoal não é um estado de estar simplesmente alegre sem ter outras preocupações mais profundas. Os elementos centrais do bem-estar, um sentido de satisfação com a vida e experiências afectivas positivas, são derivados do contexto onde se inserem os objectivos e valores mais importantes de cada um. Se as pessoas valorizam o altruísmo e o esforço, estes serão os comportamentos que provavelmente trazer-lhe-ão um sentimento de satisfação duradouro. Existe uma maior possibilidade de atingir o bem-estar subjectivo quando as pessoas

trabalham e progridem no sentido dos objectivos pessoas que derivam dos seus valores importantes (Diener e Suh, 1997).

Após a definição e descrição do conceito de bem-estar subjectivo, Diener e Suh (1997) apresentam o que consideram pontos fortes e pontos fracos deste tipo de abordagem para a avaliação da qualidade de vida. Destacam como maior vantagem das medidas de bem-estar subjectivo o facto de capturarem experiências de facto importantes para os indivíduos. Acrescentam que, uma vez que os indicadores objectivos são medidas indirectas dos sentimentos das pessoas em relação às suas vidas, as medidas subjectivas oferecem uma avaliação adicional que pode ser utilizada para avaliar a evidência sumariada pelos indicadores objectivos.

Consideram também a seu favor o facto de, quando constatada a sua não adequação, serem muitas vezes mais fáceis de alterar em estudos posteriores do que os indicadores objectivos, estes muitas vezes compilados por fontes, tais como governos, em muitos casos não acessíveis a maioria dos investigadores. Por outro lado, ao medir a experiência de bem-estar com base numa dimensão comum como, por exemplo, o grau de satisfação, medidas de bem-estar subjectivo podem ser mais facilmente comparadas por diversos domínios do que as medidas objectivas que usualmente envolvem diferentes unidades de medida (por exemplo, grau de poluição ou rendimentos). Assim, consideram possível, do ponto de vista teórico, criar um indicador nacional válido de bem-estar subjectivo que pode ser usado em comparações internacionais. Tal indicador tem a vantagem de obter contributos dos diversos factores que influenciam a vida das pessoas.

Em contrapartida, Diener e Suh (1997) também apontam fraquezas às medidas de bem-estar subjectivo. Primeiro, artifícios que produzem conclusões peculiares não foram totalmente eliminados. Embora o reconhecimento de bem-estar individual seja válido e credível, não se pode assumir que cada resposta seja totalmente válida e precisa. Por outro lado, estas medidas podem não reflectir a qualidade de vida objectiva da comunidade num local, por

poderem ser mais dependentes do temperamento e relações pessoais do que de factores sociais. Para além disso, dada a natural adaptação das pessoas a situações, as expectativas sociais podem influenciar o bem-estar subjectivo dos indivíduos. Finalmente, é importante tomar consciência que o bem-estar subjectivo é um valor que varia em importância segundo cada indivíduo e nação. As sociedades e os indivíduos diferem no grau no qual acreditam que o bem-estar subjectivo é um atributo chave de uma boa vida.

Perante este quadro, Diener e Suh (1997) consideram que os indicadores sociais e as medidas de bem-estar subjectivo se complementam. Afirmam então que o seu uso em paralelo é importante, não só por essa razão, mas também do ponto de vista metodológico.

De seguida, destacam-se, sinteticamente, treze projectos que apresentam dimensões e/ou indicadores de forma a ilustrar melhor esta secção. A ordem de apresentação segue a referência cronológica dos projectos.

→ **Urban Audit** (European Commission, 1997) – *União Europeia*

A *Urban Audit* é parte de um processo de aperfeiçoamento de estatísticas da União Europeia lançada em Junho de 1997, responsável pela formulação de medidas inovadoras para serem aplicadas no contexto dos países membros. A sua proposta é desenvolver um conjunto de informações comparativas para cidades da União Europeia e facilitar o processo de troca de informações entre estas cidades. Um total de 58 cidades foi convidada a participar da *Urban Audit*, para as quais, num projecto-piloto, foi desenvolvido um sistema de indicadores que cobre os seguintes campos:

- Aspectos socioeconómicos;
- Participação cívica;
- Educação e formação;
- Ambiente
- Cultura e lazer.

A comparação entre os valores dos indicadores permite que as cidades identifiquem aspectos deficientes nas suas comunidades.

→ **Winnipeg** (International Institute for Sustainable Development, 1997) - *Canada*

O Plano Winnipeg, adoptado em 1993, é um plano a longo prazo estabelecido para guiar o desenvolvimento da cidade no século XXI, o qual contou com a participação da comunidade para o seu desenvolvimento. Seus principais objectivos são desenvolver uma cidade vibrante e saudável, com lugares atractivos e com Qualidade de Vida para seus habitantes. A cidade conduziu uma revisão do plano em 1997 e identificou a necessidade de desenvolver medidas para monitorar o progresso de suas acções. Como resultado desta proposta, foi desenvolvida uma estrutura contendo categorias principais, subcategorias e temas para a identificação de indicadores de Qualidade de Vida.

Entre os assuntos abordados incluem-se:

- Ambiente urbano;
- Economia urbana;
- Características da comunidade;
- Bem-estar individual
- Liderança comunitária.

→ **“Onde Viver em Portugal - Uma Análise da Qualidade de Vida nas Capitais de Distrito”** (Mendes, 1999) - *Portugal*

Neste trabalho, o autor apresenta e aplica um modelo para a avaliação da qualidade de vida nas dezoito capitais de distrito portuguesas, através da quantificação de 53 indicadores que descrevem nove diferentes dimensões:

- Poluição;
- Habitação;
- Desemprego;
- Criminalidade
- Comércio e serviços
- Mobilidade
- Poder de compra;

-
- Património
 - Clima.

→ **Calvert-Henderson** (Calvert-Handerson, 2000) – *Estados Unidos*

Os indicadores de Qualidade de Vida deste sistema resultaram de uma parceria desenvolvida entre a pesquisadora e consultora sobre desenvolvimento sustentável Hazel Henderson, a instituição de gestão *Calvert Group*, e doze pesquisadores com experiência nas diferentes dimensões da Qualidade de Vida. Estes foram desenvolvidos de modo a fornecer estatísticas mais abrangentes sobre o bem-estar da comunidade, em detrimento dos tradicionais indicadores macroeconómicos. As dimensões da Qualidade de Vida examinadas incluem:

- Educação;
- Emprego;
- Energia;
- Ambiente;
- Saúde;
- Direitos humanos;
- Rendimentos;
- Infra-estrutura;
- Segurança nacional;
- Segurança pública;
- Lazer
- Habitação.

→ **Cork County** (Cork County Development Board, 2002) - *Irlanda*

A distribuição espacial do desenvolvimento para o Condado de Cork, na Irlanda, tem sido formulada através de um Plano de Desenvolvimento, o qual inclui três temas principais: infra-estrutura; desenvolvimento sustentável equilibrado; Qualidade de Vida e educação e formação. O tema Qualidade de Vida encontra-se subdividido nos seguintes subtemas:

- Protecção Ambiental;

- Habitação;
- Assistência Infantil;
- Juventude;
- Inclusão Social / Equidade / Envolvimento Comunitário;
- Saúde;
- Cultura, artes e património cultural;
- Desporto;
- Instalações de lazer;
- Idioma irlandês.

→ **Glendale** (City of Glendale, 2002) – *Estados Unidos*

O Projecto Qualidade de Vida tem sido desenvolvido para a cidade de Glendale, na Califórnia, desde 1997, com o objectivo de identificar as questões que afectam a qualidade de vida das pessoas que vivem e trabalham na cidade. Através de um esforço cooperativo entre a *Glendale Healthier Community Coalition* e a administração municipal, uma equipe piloto foi formada de modo a representar os sectores público, privado e organizações sem fins lucrativos, com o objectivo de identificar uma série de medidas para a sua comunidade. Todas estas medidas são analisadas pela equipe *Development & Housing Neighborhood Services*, e utilizadas para a identificação de prioridades e acções necessárias para a melhoria da qualidade de vida da comunidade. Os temas abordados incluem:

- Ambiente físico;
- Saúde;
- Álcool e abuso de drogas;
- Educação;
- Economia e empregos;
- Moradia;
- Transportes;
- Artes e cultura;

-
- Recreação e actividades de lazer;
 - Segurança comunitária;
 - Propriedades da comunidade.

→ **Audit Commission e Improvement and Development Agency** (Audit Commission e Improvement and Development Agency, 2003) – *Reino Unido*

No Reino Unido, foi criada uma biblioteca de indicadores locais de desempenho, este serviço *on-line* é gratuito e resultou de um projecto conduzido pela *Audit Commission* e pela *Improvement and Development Agency*. Tem por objectivo ajudar as autoridades locais e seus parceiros a monitorizar e melhorar os seus progressos na resposta às prioridades locais.

No que toca à Qualidade de Vida, indicam um conjunto de 42 indicadores representativos de quatro grandes domínios:

- Indicadores Económicos;
- Indicadores Ambientais;
- Indicadores Sociais;
- Indicadores Sociais – Envolvimento da comunidade.

→ **Nova Zelândia** (Councils of North Shore, 2003) – *Nova Zelândia*

Os indicadores seleccionados são produto do segundo relatório sobre a Qualidade de Vida em Grandes Cidades da Nova Zelândia, desenvolvido pelos conselhos de: North Shore, Waitakere, Auckland, Manukau, Hamilton, Wellington, Christchurch e Dunedin. O relatório procura contribuir para a qualidade de vida e desenvolvimento sustentável nas maiores áreas metropolitanas da Nova Zelândia, através da monitorização de aspectos sociais, culturais, ambientais e económicos. As dimensões consideradas são:

- População;
- Conhecimento e qualificação (*skill*);
- Padrão económica de vivência;
- Desenvolvimento económico;
- Habitação;

- Saúde;
- Ambiente natural;
- Ambiente construído;
- Segurança;
- Interação social;
- Direitos civis e políticos.

→ **Morrison Institute for Public Policy** (Morrison Institute for Public Policy, 2004) – *Estados Unidos*

O *Morrison Institute for Public Policy* é uma organização responsável por avaliar e propor políticas públicas que possam ser importantes para o futuro quer da cidade de Phoenix, como para o estado do Arizona ou ainda para os Estados Unidos. Sua missão é conduzir pesquisas com o objectivo de informar e auxiliar os líderes do estado e das comunidades do estado do Arizona em processos de tomada de decisão. Os indicadores desenvolvidos pela instituição cobrem os seguintes temas:

- Segurança pública e indicadores de criminalidade;
- Indicadores de saúde e assistência média;
- Indicadores de educação;
- Indicadores ambientais;
- Indicadores de família e juventude;
- Indicadores comunitários;
- Indicadores económicos;
- Indicadores de transporte e mobilidade;
- Indicadores sobre artes, cultura e recreação.

→ **Virgínia** (Virginia Department Of Planning And Budget, 2004) - *Estados Unidos*

O Departamento de Planeamento e Orçamento do Estado da Virgínia é uma agência executiva do governo do estado da Virgínia, que trabalha em

conjunto com outros gabinetes do governo e Assembleia Geral para auxiliar o governo na aplicação de recursos públicos e gestão. O departamento é também responsável pelo desenvolvimento de uma série de medidas de Qualidade de Vida que incluem, entre outros, as seguintes dimensões:

- Comunidade;
- Economia;
- Educação;
- Ambiente;
- Famílias;
- Governo;
- Saúde;
- Segurança;
- Tecnologia.

→ **Newcastle** (Newcastle City Council, 2004) - *Austrália*

Os indicadores comunitários foram desenvolvidos com o objectivo de monitorar o progresso da comunidade de Newcastle e auxiliar na proposição de planos e acções com o objectivo de garantir uma elevada Qualidade de Vida para as actuais e futuras gerações. Com base nos aspectos relevantes identificados pela comunidade, foram desenvolvidas medidas para monitorar o bem-estar e Qualidade de Vida na cidade de Newcastle. Entre as características medidas estão:

- Qualidade dos espaços comunitários;
- Nível de empregos;
- Redes de transportes;
- Participação comunitária, entre outras.

→ **Truckee Meadows Tomorrow** (Truckee Meadows Tomorrow, 2005) – *Estados Unidos*

Truckee Meadows Tomorrow (TMT) é uma organização comunitária sem fins lucrativos que tem como preocupação principal aumentar a capacidade

da comunidade em dar continuidade à melhoria da Qualidade de Vida em seu território. A organização desempenha um papel de defensor e agente transformador, contribuindo para a instituição de parcerias, empenho e participação comunitária. A Qualidade de Vida é medida através de 30 indicadores, com foco em aspectos como:

- Vitalidade económica;
- Educação;
- Saúde;
- Uso do solo e infra-estruturas;
- Ambiente natural;
- Segurança pública e bem-estar.

→ **Devon** (Councils of North Shore, 2003) – *Reino Unido*

O *County Concil* de *Devon* apresenta uma lista de cerca de 100 indicadores para caracterizar a qualidade de vida da sua comunidade. Os relatórios disponibilizados pretendem informar em que sentido esta segue, existindo a possibilidade de restringir essa visão a sub-unidades administrativa do *county*. Solicita o envio de opiniões acerca da exclusão de indicadores ou inclusão de novos.

Os indicadores propostos surgem agrupados nas seguintes dimensões:

- Recursos;
- Poluição;
- Biodiversidade;
- Transportes;
- Necessidades locais;
- Necessidades básicas;
- Emprego e economia;
- Saúde;
- Acessibilidade;
- Segurança;

-
- Conhecimento;
 - *Empowerment*;
 - Lazer;
 - *Distinctiveness*.

Capítulo 3

Sistema de Apoio à Decisão

3.1 Introdução

As primeiras definições de um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) identificavam-no como um sistema que pretendia apoiar decisores administrativos em problemas semi-estruturadas de tomada de decisão. Pretendia-se que fossem um suplemento para os decisores para alargar suas capacidades mas sem substituir o seu julgamento. Eram indicados para situações onde tomadas de decisão eram necessárias ou quando as decisões não podiam ser completamente apoiadas por algoritmos. Embora não de forma declarada, nas primeiras definições estava implícita a noção que o sistema seria baseado em meios informáticos, funcionaria interactivamente *online*, e preferencialmente teria capacidades para *outputs* gráficos. Por estas definições terem sido alvo de várias interpretações, surgiram entretanto outras que trouxeram a discordância quanto ao que um SAD realmente representa (Turban *et al.*, 2005).

3.2 Tomada de decisão

A tomada de decisão é um processo de escolha entre alternativas de acção com o intuito de atingir um ou vários objectivos. Segundo Simon (1977), a tomada de decisão é sinónima de todo o processo de gestão. O mesmo autor dividiu o processo de tomada de decisão em quatro fases: inteligência, desenho, escolha e implementação. Esta estrutura também é defendida por Turban *et al.* (2005) que consideraram este modelo como a caracterização mais concisa e completa da tomada de decisão racional.

O processo de tomada de decisão inicia-se com a fase de inteligência. A realidade é examinada e o problema é identificado e definido. Estabelece-se

igualmente a responsabilidade pela resolução do problema. Na fase de desenho, um modelo que representa o sistema é construído. Este passo implica a adopção de uma representação mais simplificada da realidade e a transcrição de todas as relações existentes entre as diversas variáveis. O modelo é então validado e critérios são determinados na óptica da escolha de avaliações de alternativas de acção previamente identificadas. A fase da escolha abrange a selecção de uma solução proposta para o modelo. Essa solução é testada para determinar a sua viabilidade. Uma vez considerada adequada, é despoletada a última fase: a implementação da decisão. Se a implementação é bem sucedida significa que foi resolvido o problema real. Ao invés, caso resulte num insucesso, é necessário voltar a uma das fases anteriores. No entanto, o regresso a fases anteriores do processo pode ocorrer em qualquer uma das etapas.

Turban *et al.* (2005) indicam ainda que a monitorização pode ser considerada como uma quinta fase, como uma forma de *feedback*. Mas assumem que consideram a monitorização como a fase de inteligência aplicada à fase de implementação.

3.3 Definições de Sistema de Apoio à Decisão

Little (1970) define SAD como "um conjunto de procedimentos para processar dados e juízos de forma a assistir um gestor na sua tomada de decisão." Ele argumenta que para ser próspero, tal sistema deve ser simples, robusto, fácil de controlar, adaptável, completo em questões importantes, e de fácil interacção e explicitação dos resultados. Alter (1980) define SAD contrastando-os com os sistemas tradicionais de processamento de dados electrónicos (EDP – *Electronic Data Processing*) com base em cinco dimensões como se apresenta na Tabela 3.1).

Moore e Chang (1980) argumentam que o conceito não estruturado, parte relevante das primeiras definições de SAD (isto é, que pode tratar situações semiestruturadas e não estruturadas), não é significativo em geral; um problema pode ser descrito como estruturado ou não estruturado só com respeito a um determinado factor ou uma situação específica (isto é, as decisões

estruturadas são estruturadas porque decidimos tratá-las daquela forma). Assim, eles definem SAD como sistemas extensíveis capazes de suportar análise de dados *ad hoc* e modelação de decisões, orientados para o planeamento e usado em intervalos irregulares e não definidos.

Tabela 3.1 - SAD versus EDP

Dimensões	SAD	EDP
Uso	Activo	Passivo
Utilizador	Gestores	Funcionários
Meta	Eficácia	Eficiência mecânica
Horizonte de tempo	Presente e futuro	Passado
Objectivos	Flexibilidade	Consistência

Adaptado de Alter (1980)

Bonczek et al. (1980) definem um SAD como um sistema computacional, estruturado em três componentes interactivos: um sistema de linguagem (um mecanismo para fornecer comunicação entre o utilizador e outros componentes do SAD), um sistema de conhecimento (um repositório de conhecimento do domínio do problema incorporado no SAD na forma de dados ou procedimentos), e um sistema de processamento de problema (uma conexão entre os outros dois componentes, contendo uma ou várias das capacidades gerais de tratamento de problemas inerentes à tomada de decisão). Nesta definição são apresentados conceitos que realçam a relação entre o SAD e o conhecimento.

Por seu turno, Keen (1980) aplica o termo SAD a situações onde um sistema final apenas pode ser desenvolvido por um processo adaptável de aprendizagem e evolução. Assim, define-o como o produto de um processo em que o utilizador, o construtor, e o próprio SAD são todos capazes de se influenciar uns aos outros, resultando na evolução do sistema e dos padrões de uso.

Turban *et al.* (2005) comparam e contrastam essas definições examinando os vários conceitos usados para definir SAD (Tabela 3.2). Salientam que a base para definir um SAD parece desenvolvida a partir da percepção do que um SAD faz (tal como, apoio à tomada de decisão em problemas não

estruturados) e de ideias sobre como o objectivo do SAD pode ser alcançado (a saber, componentes requeridos, uso apropriado de padrões, processos de desenvolvimento necessários).

Tabela 3.2 – Conceitos subjacentes nas definições de SAD

Fonte	SAD definidos em termos de
Little (1970)	Função do sistema, características da interface
Gorry and Scott-Morton (1971)	Tipo do problema, função do sistema (apoio)
Alter (1980)	Padrão de uso, objectivos do sistema
Moore and Chang (1980)	Padrão de uso, capacidades do sistema
Keen (1980)	Processo de desenvolvimento
Bonczonek et al. (1989)	Componentes do sistema

Adaptado de Turban et al. (2005)

Consideram ainda que as definições formais de SAD não fornecem um enfoque consistente porque cada autor tenta limitar a amostra de forma distinta. Além disso, todos os autores ignoram o objectivo central de SAD, ou seja, que consiste em apoiar e melhorar as tomadas de decisão. Nas definições posteriores, o foco parece apontar para os dados (“*inputs*”), e não tanto para os resultados (“*outputs*”), sendo a provável origem desta mudança a dificuldade em medir os resultados de um SAD (por exemplo, a qualidade da decisão ou a confiança na decisão tomada).

3.3.1 *Características de uma aplicação SAD*

Como referem Turban *et al.* (2005), um SAD é uma abordagem (ou metodologia) para apoiar a tomada de decisão no âmbito da resolução de determinados problemas ou da avaliação de uma oportunidade. Recorre a um sistema de informação interactivo, flexível e adaptável, especialmente desenvolvido para apoiar a resolução de um problema de gestão específico e não-estruturado. Usa dados, fornece uma interface amigável e pode incorporar os próprios juízos do responsável pelas decisões. Além disso, normalmente emprega modelos e é construído (muitas vezes por utilizadores finais) seguindo um processo interactivo e iterativo. Apoiar todas as fases da tomada de decisão e pode incluir uma

componente de conhecimento. Finalmente, um SAD tanto pode ser usado directamente num computador pessoal ou estar disponível num interface *Web*, possibilitando o acesso por diversas pessoas em locais diferentes.

3.3.2 *Características e capacidades de um SAD*

Como não existe um consenso sobre o que representa exactamente um SAD, conseqüentemente não existe nenhum entendimento sobre um padrão que defina as suas características e capacidades. Assim, Turban *et al.* (2005) procuraram identificar as características e capacidades chave de um SAD:

- i) Suporte para decisores, principalmente em situações semi-estruturadas e não-estruturadas, conciliando julgamento humano e informação computadorizada. Tais problemas não podem ser resolvidos (ou não podem ser resolvidos convenientemente) por outros sistemas informáticos, métodos quantitativos padrão ou instrumentos;
- ii) Suporte para todos os níveis administrativos, desde executivos superiores até funcionários;
- iii) Suporte para indivíduos e para grupos de decisores. Os problemas menos estruturados muitas vezes necessitam do envolvimento de indivíduos de diferentes departamentos e níveis organizacionais, ou até de organizações diferentes. Os SAD apoiam equipas virtuais graças a instrumentos colaborativos via *web*;
- iv) Suporte a decisões interdependentes e/ou sequenciais. As decisões podem ser tomadas uma vez, várias vezes, ou repetidamente;
- v) Suporte em todas as fases do processo de tomada de decisão: inteligência, desenho, escolha e implementação;
- vi) Suporte numa diversidade de processos e estilos de tomada de decisão;
- vii) Adaptável e flexível: a sua adaptabilidade deverá reflectir-se ao longo do tempo. O decisor deve ser reactivo, capaz de confrontar rapidamente

-
- condições variáveis e capaz de adaptar o SAD para reflectir essas modificações. Os SAD são flexíveis, permitindo portanto aos utilizadores acrescentar, eliminar, combinar, modificar ou reajustar elementos básicos. Também são flexíveis no sentido em que podem ser prontamente modificados para resolver outros problemas semelhantes;
- viii) Interactivo e de uso simples: uma interface amigável, fortes capacidades gráficas fáceis de usar e o recurso a uma linguagem natural na interacção homem/máquina podem aumentar muito a eficácia de um SAD. As aplicações mais recentes usam interfaces *web*;
 - ix) Melhoria da eficácia de tomada de decisão (exactidão, oportunidade, qualidade), em detrimento da eficiência (o custo de tomar decisões). Quando se recorre aos SAD, acontece muitas vezes que a tomada de decisão se torna mais longa, mas melhora a decisão;
 - x) Controlo completo pelo decisor em todos os passos do processo de tomada de decisão na solução de um problema. Especificamente, um SAD tem por objectivo apoiar e não substituir o responsável por decisões;
 - xi) Os utilizadores finais são capazes de desenvolver e modificar sistemas simples. Sistemas maiores podem ser construídos com a ajuda de especialistas em sistemas de informação. Um exemplo é a conjugação de Software OLAP (*online analytical processing*²) com *data warehouses*³ permite a construção de SAD complexos e de dimensões consideráveis;
 - xii) Os modelos são geralmente utilizados para analisar situações de tomada de decisão. As capacidades de modelação permitem experimentar estratégias diferentes no contexto de configurações diferentes;
 - xiii) É fornecido o acesso a várias fontes, formatos e tipos de dados, desde sistemas de informação geográfica a orientados por objecto;

² Sub-categoria da *business intelligence*, consiste numa abordagem que visa obter respostas rápidas a *queries* analíticas, por natureza multidimensionais.

³ Terminologia inglesa utilizada para designar o repositório principal de dados (histórico) de uma organização.

- xiv) Pode ser empregue como um instrumento autónomo usado por um decisor individual num determinado local ou distribuído no seio de uma organização, ou de várias organizações ao longo da cadeia de decisão. Pode estar integrado com outros SAD e/ou aplicações e ser distribuído interna e externamente, usando ligações de rede e tecnologias web.

3.4 Componentes de um SAD

Turban *et al.* (2005) sugerem que um SAD poderá ser composto pelos seguintes subsistemas:

- i) Subsistema de gestão de dados. Deve incluir uma base de dados que contenha dados relevantes para a situação e que seja gerido por um sistema de gestão de bases de dados (DBMS – *Database Management System*). O subsistema de gestão de dados pode ser interligado ao *data warehouse* corporativo, um repositório de dados relevantes para a tomada de decisão ao nível corporativo. Normalmente os dados são fornecidos ou acedidos via um servidor *web* de bases de dados.
- ii) Subsistema de gestão de modelos. Consiste num pacote de software que pode incluir modelos financeiros, estatísticos, de gestão ou quaisquer outros modelos quantitativos que dotem o sistema de capacidades analíticas e de uma apropriada gestão de *software*. As linguagens de programação para construir modelos personalizados também estão incluídas. Este software muitas vezes é chamado um sistema de gestão baseado em modelos (MBMS – *Model Based Management System*). Este componente pode ser conectado a armazenamentos de modelos corporativos ou externos.
- iii) Subsistema de interface com o utilizador. Permite ao utilizador, que é considerado uma parte do sistema, comunicar com o SAD, bem como controlá-lo. Os autores salientam que têm derivado algumas contribuições únicas de SAD graças a interacção intensiva entre o

computador e o decisor. Quando é o caso, o navegador de *web* confere a interface do SAD uma estrutura gráfica consistente e familiar.

- iv) Subsistema de gestão baseado no conhecimento. Este subsistema pode apoiar algum de outros subsistemas ou actuar como um componente independente. Ele fornece a inteligência necessária para aumentar a independência relativamente ao decisor. Pode ser interligado ao repositório de conhecimento da organização (parte do sistema de gestão de conhecimento), que, por vezes, se designa de base de conhecimento organizacional. O conhecimento pode ser fornecido via servidores de Web. Muitos métodos de inteligência artificiais foram implementados em sistemas de desenvolvimento de *Web* como Java, o que torna possível a sua integração em outros componentes do SAD.

Os mesmos autores referem que, por definição, um SAD deve incluir pelo menos três componentes principais: um DBMS; um MBMS; e a interface com o utilizador. O subsistema de gestão baseado no conhecimento é opcional, mas pode fornecer muitos benefícios ao disponibilizar às três componentes principais a possibilidade de tomadas de decisões parciais baseadas em inteligência sem intervenção do decisor. Como em qualquer sistema de gestão de informação, o utilizador pode ser considerado um componente de SAD.

3.5 O subsistema de gestão de dados

O subsistema de gestão de dados é composto dos elementos seguintes: Base de dados do SAD, Sistema de gestão de bases de dados, Directoria de dados e funções de *query*.

3.5.1 A base de dados

Uma base de dados é uma colecção de dados relacionados e organizados para ir ao encontro das necessidades e da estrutura de uma organização, podendo ser usado por mais de uma pessoa em mais do que uma aplicação. Existem várias

configurações possíveis para uma base de dados. Em diversos casos de SAD, os dados são transportados de um *data warehouse* ou de um sistema de base de dados central através de um servidor *web* de bases de dados. Noutros casos, uma base de dados especial é construída conforme as necessidades. Diversas bases de dados podem ser usados numa aplicação de SAD, dependendo das fontes de dados. O facto de os servidores *web* de bases de dados entregarem os dados indiferentemente da fonte torna exequível a utilização de um navegador *web*, o qual já se afigura bastante familiar para a grande maioria dos utilizadores. Os dados são extraídos de fontes internas e externas, ou ainda de dados pessoais que podem pertencer a um ou mesmo vários utilizadores. Os resultados da extracção são encaminhados para a base de dados da aplicação específica ou, se existir, para o *data warehouse* corporativo. No último caso, poderá ser usado para outras aplicações.

Os dados internos vêm principalmente do sistema de processamento de transacção da organização. As folhas de vencimento mensal constituem um exemplo típico deste tipo de dados. Os dados internos podem ser disponibilizados através de um sistema *web* interno, usando navegadores *web* numa rede interna (*intranet*).

Nos dados externos incluem-se dados de indústria, dados de pesquisa de *marketing*, dados de censos, dados de emprego regional, regulamentos governamentais e dados económicos nacionais. Esses dados podem vir de agências governamentais, associações comerciais, empresas de pesquisa de mercado, empresas de projecções econométricas e também resultar dos esforços da própria organização em reunir dados externos. Como os dados internos, os dados externos podem ser mantidos numa base de dados SAD ou acedidos directamente quando o SAD é usado. Os dados externos são fornecidos, em muitos casos, através da Internet (por exemplo, através de serviços *online* ou recolhidos por motores de busca).

Os dados privados podem incluir linhas directrizes usadas por responsáveis por decisões específicos e avaliação de dados específicos e/ou situações.

3.5.2 Organização dos dados

Num SAD de pequenas dimensões, os dados podem ser introduzidos directamente em modelos, sendo às vezes directamente extraídos de bases de dados maiores. Em grandes organizações que usam grandes volumes de dados, como no caso de companhias aéreas, os dados são organizados num *data warehouse* e usados quando necessário (Inmon *et al.*, 2000; Inmon *et al.*, 2001; Agosta, 2002; Inmon, 2002; Inmon *et al.*, 2002; Marakas, 2003). Alguns grandes SAD possuem as suas próprias bases de dados totalmente integradas. Uma base de dados separada não tem de estar fisicamente separada da base de dados corporativa. Podem ser mantidas no mesmo espaço físico por motivos económicos. Alguns sistemas OLAP extraem dados, ao passo que os outros os manipulam directamente na base de dados externa. Uma base de dados de um SAD também pode partilhar um DBMS com outros sistemas. Pode incluir objectos multimédia (por exemplo imagens, mapas ou sons) (Castelli e Bergman, 2002). Bases de dados em XML orientadas por objecto têm sido desenvolvidas e usadas em SAD. À medida que surgem cada vez mais aplicações de *m-commerce* para dispositivos móveis (PDAs, telemóveis, portáteis, etc.) e verificando-se o avanço do XML no sentido de se tornar um *standard* nesta área, este tipo de bases dados adquire uma relevância cada vez maior.

3.5.3 Extração

Para criar uma base de dados ou um *data warehouse* para um SAD, é muitas vezes necessário recolher dados provenientes de várias fontes. Esta operação designa-se por extração. Basicamente consiste na importação de arquivos, resumo, filtragem de padrões e condensação de dados. A extração

também ocorre quando o utilizador produz relatórios através da consulta da base de dados do SAD. O processo de extracção é frequentemente gerido por um DBMS. Não sendo na sua essência um processo muito simples, é estruturado de forma a que os utilizadores não tenham de lidar com aspectos complicados. Para extrair dados, uma *query* exacta deve ser feita a várias tabelas de dados relacionadas que podem abarcar várias bases de dados independentes. As partes extraídas devem ser novamente relacionadas para obter uma base de dados útil para um SAD.

3.5.4 Sistema de gestão de bases de dados

Uma base de dados é criada, acedida, e actualizada por um DBMS. A maior parte dos SAD são construídos com um DBMS relacional comercial *standard* que fornece capacidades como:

- Capturar ou extrair dados para incluir numa base de dados de um SAD;
- Actualizar (acrescentar, eliminar, editar, modificar) registos de dados e arquivos;
- Relacionar dados de fontes diversas;
- Recuperar dados da base de dados para *queries* e relatórios (por exemplo, usando SQL);
- Oferecer mecanismos de segurança de dados (por exemplo, protecção contra o acesso não autorizado e capacidades de recuperação);
- Lidar com dados pessoais e não oficiais para que os utilizadores possam trabalhar com soluções alternativas, baseando na sua capacidade de julgamento;
- Executar tarefas de manipulação de dados complexas baseadas em *queries*;
- Monitorizar o uso de dados dentro do SAD;
- Gerir dados através de um dicionário de dados.

Uma base de dados eficaz e sua gestão podem apoiar muitas actividades administrativas; a navegação geral entre registos, suporte para criar e manter um conjunto diversificado de relações entre dados, ou a geração de relatório são alguns exemplos típicos. Contudo, o verdadeiro poder de um SAD ocorre quando os dados são integrados aos seus modelos (Turban *et al.*, 2005). Assim, a concepção da base de dados não se pode limitar ao mero armazenamento de atributos, mas deve também contemplar a forma como os modelos recorrem à informação armazenada.

3.5.5 *Funções de query*

Na construção e utilização de um SAD, é muitas vezes necessário aceder, manipular e consultar dados. Essas tarefas estão incumbidas às funções de *query*. Estas funções aceitam pedidos de dados de outros componentes do SAD, determinam como os pedidos podem ser satisfeitos, formulam os pedidos mais detalhados e devolvem os resultados ao emissor do pedido. Recorrem a uma linguagem própria para o efeito, como por exemplo o SQL⁴. Funções importantes de um sistema de *query* de um SAD são a selecção e as operações de manipulação (por exemplo, a capacidade de seguir uma instrução, como "Pesquisa de todas as vendas na Região Norte durante o mês de Fevereiro de 2006 e resumir as vendas por vendedor"). Embora surja de forma transparente ao utilizador, esta actividade é muito importante. Todo o utilizador pode aceder a uma página para efectuar um simples pedido de dados, dar início ao processo com um clique num botão e visualizar os resultados organizados numa tabela devidamente formatada para o efeito.

⁴ *Structured Query Language* é uma linguagem utilizada na manipulação de bases de dados

3.5.6 A directoria

A directoria de dados é um catálogo de todos os dados na base de dados. Contém definições de dados, e a sua função principal deve responder a perguntas sobre a disponibilidade de itens de dados, a sua fonte e a seu significado exacto. É especialmente apropriado para apoiar a fase de inteligência do processo de tomada de decisão ajudando a perscrutar os dados e a identificar áreas que necessitem de intervenção ou oportunidades. Como qualquer outro catálogo, prevê a inserção e remoção de entradas e a recuperação de informação acerca de objectos específicos.

Actualmente assiste-se a uma tendência em implementar os elementos de base de dados em servidores *web*, o que modificou bastante o modo como se acede, usa e partilham dados. Assim, a generalidade dos sistemas, para além de possuir uma base de dados com vertente local, compartilha a informação com acessos remotos, libertando-se do acesso presencial.

3.6 O subsistema de gestão de modelos

O subsistema de gestão de modelos de uma SAD é composto pelos elementos seguintes: base de modelos, sistema de gestão de bases de modelos, linguagem de modelos, directoria de modelos, processador de execução, integração e comando de modelos.

3.6.1 A base de modelos

Uma base de modelos contém rotinas e modelos estatísticos, financeiros, de previsão, de ciência da gestão e outros quantitativos que fornecem capacidades de análise num SAD. A capacidade de invocar, correr, modificar, combinar e examinar modelos é uma capacidade chave dos SAD que os diferencia de outros sistemas de informação. Os modelos da base de modelos podem ser agrupados em quatro categorias principais: estratégicos, táticos,

operacionais e analíticos. Para além desses, existem ainda módulos e rotinas de construção de modelos.

Os modelos estratégicos são usados para apoiar responsabilidades de planeamento estratégico em instâncias de gestão superior. Aplicações potenciais podem, por exemplo, estar relacionadas com o desenvolvimento de objectivos corporativos, planeamento de fusões e aquisições, localização de uma fábrica, análise de impacto ambiental. Um exemplo prático de um modelo estratégico de um SAD é o que a companhia aérea *Southwest USA* usa. Para esta empresa, o sistema permite gerar previsões financeiras precisas que possibilitam identificar oportunidades estratégicas.

Os modelos táticos são usados principalmente a um nível intermédio de gestão para assistir na atribuição e controle dos recursos da organização. Os exemplos deste tipo de modelos incluem a escolha de um servidor de *web*, planeamento de promoção comercial ou determinação da disposição de uma fábrica. São normalmente aplicáveis tanto a um subsistema organizacional, como a um departamento da contabilidade. Os seus horizontes de tempo variam de um mês a menos de dois anos. Alguns dados externos são necessários, mas as exigências maiores são satisfeitas pelos dados internos.

Modelos operacionais são usados para apoiar as actividades quotidianas da organização. As decisões típicas passam pela aceitação de transacções de e-comércio, a aprovação de empréstimos pessoais por parte de um banco, planeamento de produção, controlo de inventário, o planeamento e agendamento de manutenções ou ainda o controlo de qualidade. Estes modelos apoiam sobretudo gestores na tomada de decisão num período de tempo de amplitude diária à mensal. Normalmente recorrem apenas a dados internos.

Os modelos analíticos são usados para executar alguma análise aos dados. Incluem algoritmos de *data mining*, modelos estatísticos, financeiros, de ciência da gestão, entre outros. Por vezes eles são integrados a outros modelos, como no caso dos modelos de planeamento estratégicos.

Os modelos na base de modelos também podem ser classificados por áreas funcionais (por exemplo modelos financeiros, modelos de controlo de

produção) ou por disciplina (tais como os modelos estatísticos). O número de modelos num SAD pode variar de alguns para várias centenas. Estes são basicamente matemáticos isto é, são expressos por fórmulas. Essas fórmulas podem ser pré-programadas em instrumentos de desenvolvimento de SAD, por exemplo uma folha de cálculo. A opção poderá passar pela preparação de uma folha de cálculo que será armazenada para usos posteriores ou então apenas programada para uma única aplicação.

3.6.2 Módulos e rotinas de construção de modelos

Além de modelos estratégicos, táticos e operacionais, a base de modelos pode conter módulos e rotinas de construção de modelos. A título de exemplo enumeram-se rotinas de geração aleatória de números, de ajuste de uma curva e de análise de regressão. Estes módulos podem ser usados de várias formas. Podem ser empregues separadamente para aplicações tais como a análise de dados. Também podem ser usados como componentes de modelos maiores. Alguns desses módulos são usados para determinar os valores de variáveis e parâmetros em modelos, como no uso da análise de regressão para criar linhas de tendência num modelo de previsão. Tais módulos estão disponíveis em *software* de desenvolvimento comercial de SAD, sob a forma de funções e *add-ins* no caso do Excel ou na estrutura de modelação de *softwares* de *data mining*. A implementação de métodos em sistemas desenvolvidos para a *web* simplificou o acesso e a integração dos mesmos.

3.6.3 Ferramentas de implementação de modelos

Como os SAD lidam com problemas semi-estruturados ou não-estruturados, é muitas vezes necessário personalizar algumas das rotinas dos modelos recorrendo a ferramentas e linguagens de programação. Alguns exemplos são Dephi, Visual Basic, C#, C++ e Java. No caso de SAD de complexidade menor, uma folha de cálculo poderá ser suficiente e adequada.

3.6.4 *Sistema de gestão de base de modelos*

As funções de um sistema de gestão de base de modelos (MBMS) são: a criação de modelos com recurso a linguagens de programação, instrumentos e/ou sub-rotinas de SAD, ou a outros módulos de construção; geração de novas rotinas e relatórios; actualização e alteração de modelos e manipulação de dados dos modelos. O MBMS é capaz de relacionar modelos com as ligações apropriadas através de uma base de dados.

3.6.5 *A directoria de modelos*

O papel da directoria de modelos é semelhante ao da directoria de base de dados. É um catálogo de todos os modelos e outros *softwares* na base de modelos. Contém definições dos modelos e a sua principal função consiste em responder a perguntas sobre a disponibilidade e a capacidade dos modelos.

3.6.6 *Execução, integração e comando de modelos*

As actividades seguintes são normalmente controladas pela gestão de modelos. A execução de modelos é o processo de controlar a execução real do modelo. A integração de modelos envolve a combinação de operações de vários modelos quando necessário (p. ex., encaminhar o *output* de um modelo para ser processado por outro) ou a integração do SAD com outras aplicações. O comando de modelos é usado para aceitar e interpretar instruções para modelos vindas do componente de interface de utilizadores e encaminha-las para o MBMS, a execução de modelos ou as funções de integração.

Uma pergunta interessante para um SAD poderia ser: Que modelos devem ser usados para que situações? Tal selecção de modelos não pode ser feita pelo MBMS porque requer competência e, por isso, é feita manualmente. Trata-

se de uma potencial área de automatização para a componente de conhecimento na assistência do MBMS.

Outra pergunta interessante, mas mais subtil, é: Que método deve ser usado para resolver um determinado problema numa classe de modelos específica? Por exemplo, um problema de atribuição de tarefas insere-se nos problemas de transporte que, por sua vez, enquadra-se nos problemas de fluxos de rede, que encaixa nos problemas de programação linear, que é um tipo de problema de optimização matemático. Os métodos de solução especiais são geralmente mais eficientes quando lidando com estruturas mais especializadas. Por outras palavras, métodos especiais para a resolução de problemas de atribuição de tarefas poderá resultar melhor do que a aplicação de algoritmos para problemas de transporte, e assim sucessivamente. No entanto, isto nem sempre se verifica. Para além disso, o facto de poder existir diversas formas de resolver um problema específico em função das suas características vem tornar este tema ainda mais complexo. Desvenda-se assim mais potencial para o componente de conhecimento no apoio à selecção de um método de resolução apropriado (Turban *et al.*, 2005).

3.7 O subsistema da interface com o utilizador

O termo interface com o utilizador cobre todos os aspectos da comunicação entre um utilizador e o SAD, ou qualquer Sistema de Suporte à Gestão (MSS- *Management Support System*). Ele inclui não só o hardware e software mas também factores que tratam com a facilidade de uso, acessibilidade, e interacções homem/máquina. Alguns peritos em MSS descrevem a interface como o componente mais importante porque é a fonte de muito do poder, flexibilidade e facilidade do uso de MSS (Sprague e Carlson, 1996). Outros afirmam que a interface é o sistema do ponto de vista do utilizador porque é a única parte que vê (Whitten *et al.*, 2001). Uma interface difícil é uma das principais razões pela qual gestores não usam computadores e análises

quantitativas tanto quanto poderiam, em virtude da disponibilidade dessas tecnologias. O navegador *web* foi reconhecido como uma interface gráfica com o utilizador para SAD eficaz porque é flexível, amigável e uma porta para quase todas as fontes de dados e informações necessárias (Meredith, 2002).

3.7.1 *Gestão do subsistema da interface com o utilizador*

O subsistema de interface com o utilizador é gerido por um *software* designado de sistema de gestão de interface com o utilizador (UIMS – *User Interface Management System*). Também é conhecido como o sistema de geração e gestão de diálogos. É composto por vários programas que fornecem a um SAD as seguintes capacidades:

- Fornecer uma interface gráfica, frequentemente usando um navegador da *web*;
- Facultar aos utilizadores o uso de diversos dispositivos de *input*;
- Apresentar dados em vários formatos e através de diversos dispositivos de *output*;
- Oferecer ajuda aos utilizadores, questionando, diagnosticando, sugerindo rotinas, etc.;
- Fornecer interacções com bases de dados e bases de modelos;
- Armazena dados de *input* e *output*;
- Permitir visualizar gráficos e imprimir dados;
- Ter janelas que permitem que múltiplas funções sejam expostas concorrentemente;
- Poder apoiar a comunicação entre utilizadores e construtores de MSS;
- Oferecer formação através exemplos (guiando o utilizador pelos processos de *input* e de modelação)
- Fornece a flexibilidade e adaptabilidade, permitindo ao MSS acomodar diferentes problemas e tecnologias;
- Interagir através de diálogos de estilos diversificados;

- Capturar, armazenar e analisar o uso de diálogos com o intuito de melhorar o sistema.

3.7.2 O processo de interface ao utilizador

O processo de interface com o utilizador de um MSS é ilustrado esquematicamente na Figura 3.1. O utilizador interage com o computador via uma linguagem processada pelo UIMS.

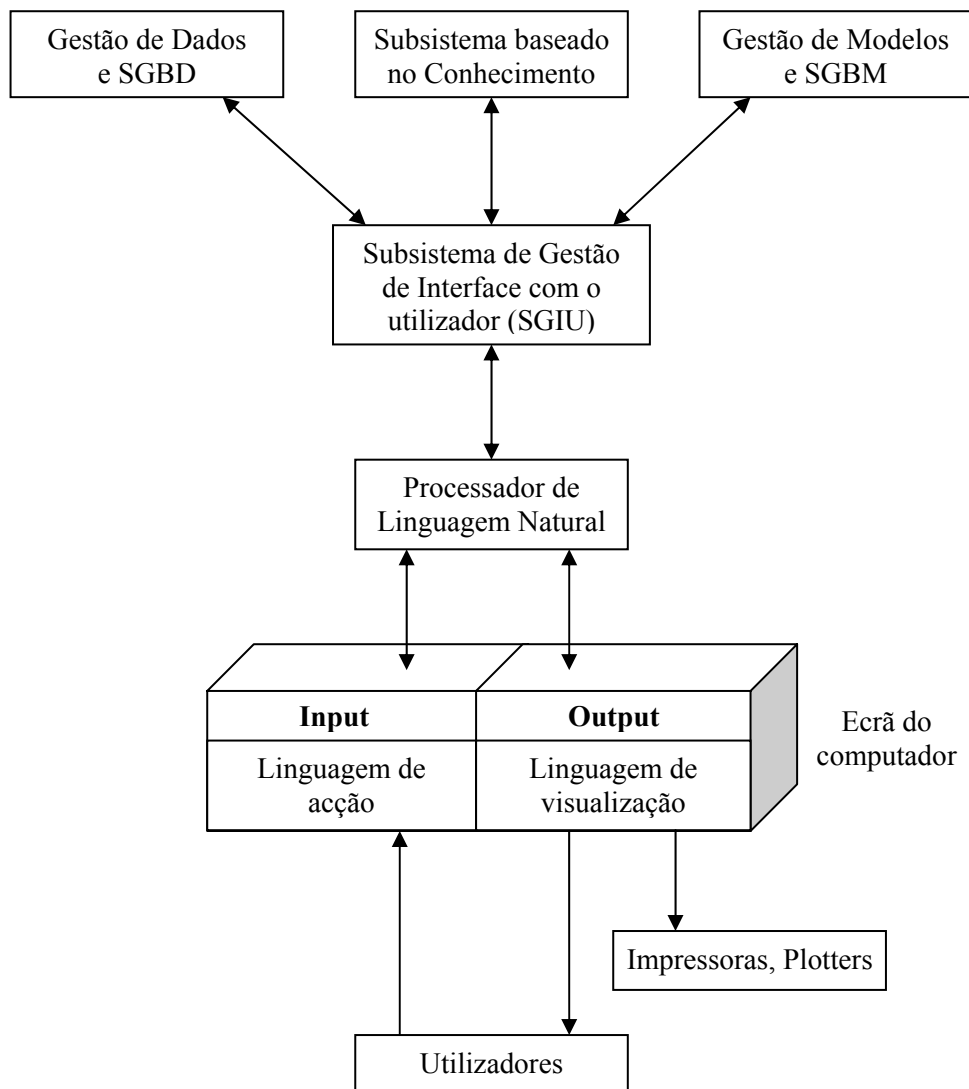


Figura 3.1 – Esquema de funcionamento da interface com o utilizador

Adaptado de Turban *et al.* (2005)

Em sistemas mais avançados, a componente de interface pode incluir um processador de linguagem natural ou usar objectos padrão (por exemplo, menus, botões, navegador *web*) através de uma interface gráfica com o utilizador (GUI – *graphical user interface*). O UIMS, em virtude das capacidades enumeradas acima, permite ao utilizador interagir com a gestão de modelos e com os subsistemas de gestão de dados. Com as constantes inovações tecnológicas e respectiva popularização, abrem-se novas possibilidades e novas plataformas para a construção de interfaces. Nomeadamente, o acesso sem fios via telemóvel ou agenda electrónica (mais conhecidas por PDA) representa uma nova plataforma de interacção. Outro exemplo é o recurso a aplicações de reconhecimento de escrita manual que surge como uma nova forma de interagir com as aplicações.

3.7.3 *Desenvolvimentos recentes em sistemas de apoio à decisão*

Muitos dos desenvolvimentos em componentes dos SAD são o resultado de novos desenvolvimentos em *data warehouse*, *data mining*, processamento analítico online (OLAP) e tecnologias de *World Wide Web*. Actualmente, muitos SAD acedem aos dados através de um *data warehouse* e usam modelos de OLAP ou instrumentos de *data mining*. Se o primeiro pode dar acesso a grandes quantidades de dados, os segundos permitem a integração com o *data warehouse*, os modelos e muitas vezes uma interface com o utilizador amigável para o SAD. As tecnologias de comunicação de web (Internet, intranets, extranets) fornecem conexões entre os componentes, especialmente para aceder a fontes de dados e conhecimento. As tecnologias web permitem a equipas virtuais colaborar e fornecer acesso a dados, modelos, e componentes de conhecimento integrados, por exemplo, o ambiente virtual de Andrienko *et al.* (2002). A *Web* tornou-se o centro da actividade no desenvolvimento de SAD. Essa orientação permitiu reduzir barreiras tecnológicas e tornar mais fácil e menos

dispendioso disponibilizar informação relevante para a decisão, bem como SAD orientados ao modelo. Os gestores e restante pessoal utilizador podem assim situar-se em locais geograficamente dispersos, acedendo ao sistema através de dispositivos móveis.

Existe também uma conexão entre capacidades de *hardware* e *software* e os desenvolvimentos em SAD. O tamanho do *hardware* continua a reduzir enquanto que as suas capacidades, nomeadamente a velocidade de processamento, vão aumentando. A inteligência artificial também vem contribuindo na melhoria de SAD, surgindo motores de busca mais rápidos e inteligentes.

No futuro, estima-se que alguns SAD possam incluir emoções, humor, valores tácitos ou outros factores associados à sensibilidade humana. Isto poderá ser relevante, por exemplo, quando lidando com escolhas de cuidado de saúde, no caso do SAD ser utilizado por médicos, enfermeiras, auxiliares e pacientes.

3.8 O Subsistema de gestão baseado no conhecimento

Muitos problemas não estruturados e mesmo alguns semi-estruturados são tão complexos que as suas soluções necessitam de conhecimento especializado. Esse conhecimento pode ser fornecido por um sistema pericial ou inteligente. Por isso, SAD mais avançados integram um componente chamado subsistema de gestão baseado no conhecimento. Este componente pode fornecer a perícia requerida para resolver alguns aspectos do problema e conhecimento que pode melhorar o desempenho de outros componentes do SAD.

Silverman (1995) sugere três modos de integrar sistemas periciais baseados no conhecimento matemático, sob a forma de: ajudas na decisão baseada no conhecimento que apoia os passos do processo de decisão não dirigidos por raciocínio matemático (por exemplo, seleccionar uma classe de modelos ou uma metodologia de resolução); sistemas de modelação de decisão

inteligentes que ajudam os utilizadores a construir, aplicar e gerir bibliotecas de modelos; e sistemas periciais analíticos de decisão que integram métodos teoricamente rigorosos de incerteza em bases de conhecimento de sistema periciais.

O componente de conhecimento é composto por um ou vários sistemas inteligentes. Como nos casos da base de dados e do *software* de gestão de modelos, o *software* de gestão baseado no conhecimento fornece a capacidade necessária para a execução e a integração do sistema inteligente.

Designa-se um sistema de suporte à decisão que inclui tal componente por SAD inteligente, SAD/ES, um sistema de suporte pericial, SAD activo ou SAD baseado no conhecimento. Grande parte das aplicações de *data mining* inclui sistemas inteligentes, como redes neurais artificiais e métodos de indução de regras de sistemas periciais, para procurar modelos potencialmente lucrativos em dados. Muitos sistemas OLAP incluem redes neurais artificiais e instrumentos de indução de dados que extraem regras de sistemas periciais.

3.9 O utilizador

A pessoa que lida com a decisão, para que o MSS é projectado para apoiar, designa-se por utilizador, ou gestor ou decisor. Contudo, esses termos não conseguem reflectir a heterogeneidade que existe entre os utilizadores e os padrões de uso de MSS (Alter, 1980). Existem diferenças nas posições que os utilizadores ocupam, nas suas preferências cognitivas e capacidades e nos seus modos de chegar a uma decisão (estilos de decisão). O utilizador pode ser um indivíduo ou um grupo, dependendo de quem é responsável pela decisão. Embora não enumerado como um componente principal de um SAD, por definição o utilizador fornece o intelecto humano. O utilizador, como a pessoa ou pessoas principalmente responsável por tomar a decisão, fornece a perícia na condução do desenvolvimento e o uso de um SAD. Esta capacidade intelectual é um factor crítico para o êxito do sistema. Se o utilizador principal de um SAD for

substituído por outro menos informado (quanto ao problema e ao ambiente de tomada de decisão), o SAD poderá tornar-se menos eficaz.

Um MSS tem duas grandes classes de utilizadores: gestores e pessoal especializado (como analistas financeiros, planeadores de produção, pesquisadores de marketing, etc., que estão normalmente bastante familiarizados com o uso de computadores). Ao projectar um MSS, é importante saber quem de facto o usará. Em geral, os gestores, mais que pessoal especializado, esperam que os sistemas sejam mais amigáveis. Os segundos, mais atentos aos pormenores, estão mais facilmente dispostos a usar sistemas complexos no seu trabalho e interessam-se pelas capacidades computacionais de um MSS. Por essa razão, os primeiros utilizadores de OLAP eram pessoas especializadas. Muitas vezes, os analistas funcionam como intermediários entre a gestão e o MSS.

Um intermediário permite a um gestor beneficiar do sistema de suporte de decisão sem necessitar de o utilizar directamente. É possível distinguir vários tipos de intermediários que reflectem distintos tipos de apoio ao gestor:

- assistentes que possuem conhecimento especializado sobre problemas de gestão e alguma experiência com a tecnologias de suporte à decisão;
- utilizadores de ferramentas periciais são experimentados na aplicação de um ou vários tipos de ferramentas para solução de problemas específico. Este tipo de utilizador executa tarefas para a qual a pessoa incumbida de tomar a decisão não possui a aptidão ou formação necessária;
- analistas em *Business System* têm um conhecimento geral na área de aplicação, um formação formal em gestão de empresas (mas não em Ciências da Computação) e uma desenvoltura na utilização de instrumentos de construção de SAD;
- dinamizadores de um sistema de apoio de grupo controlam e coordenam o uso do software para apoiar as tarefas de pessoas que trabalham em grupo. Também são responsáveis pela organização de sessões de trabalho em grupo.

Dentro das categorias de gestores e pessoal especializado, existem subcategorias importantes que podem influenciar o desenho de MSS. Por exemplo, os gestores diferenciam-se segundo o nível organizacional, área funcional, formação e necessidade de suporte analítico. Quanto ao pessoal especializado, poderá existir distinções a respeito da formação, área funcional e ligação à administração.

3.10 Hardware

O desenvolvimento dos sistemas de apoio à decisão ocorre paralelamente aos avanços do *hardware* informático e das tecnologias de *software*. O *hardware* afecta a funcionalidade e a utilização dos MSS. A escolha do *hardware* pode ser feita antes, durante ou depois do desenho do *software*, mas muitas vezes é determinado em função do que já está disponível na organização. Por norma, um MSS é compatível com *hardware* padrão. As opções principais de hardware a tomar recaem sobre os servidores da organização, computadores centrais com sistemas de gestão de bases de dados existentes, uma estação de trabalho, um computador pessoal ou um sistema cliente/servidor. Os SAD distribuídos funcionam em vários tipos de redes, como a internet, intranets, e extranets (Gachet, 2002; Gregg *et al.*, 2002). O acesso pode ser facultado a dispositivos móveis, tais como computadores portáteis, PDAs e telemóveis. Uma configuração de *hardware* cada vez mais implantada é aquela que recorre a um servidor *web* pelo qual o sistema de gestão de bases de dados fornece acesso a dados provenientes de bases de dados existentes no servidor, de *data warehouses* ou de bases de dados criados previamente. Os utilizadores acedem ao SAD através de um computador pessoal (ou outro dispositivo móvel) munido de navegadores *web*. Os modelos são fornecidos directamente por aplicações que são executados no servidor, ou no computador central, ou em qualquer outro sistema externo, ou até no computador cliente.

3.11 Classificações de SAD

Existem várias formas de classificar aplicações de SAD. O processo de desenho, bem como a operação e a implementação, dependem em muitos casos do tipo de SAD em causa. Contudo, nem todos se enquadram claramente numa categoria. De seguida, apresentam-se os esquemas de classificação mais representativos.

3.11.1 *A classificação de output de Alter*

A classificação apresentada por Alter (1980) é baseada "no grau da implicação de acção dos *outputs* do sistemas" ou o alcance do apoio directo a decisão dos *outputs* do sistema. Segundo esta classificação, foram idealizadas sete categorias de SAD. Os dois primeiros tipos são orientados aos dados, tratando da recuperação ou análise de dados; o terceiro lida tanto com dados como modelos. Os restantes quatro são orientados ao modelo, fornecendo capacidades de simulação, optimização, ou computação que sugiram uma resposta.

3.11.2 *A classificação de Holsaplle e Whinston*

Holsaplle e Whinston (1996) classificaram os SAD segundo os seis enquadramentos seguintes: orientado ao texto, orientado à base de dados, orientado à folha de cálculo, orientado à resolução, orientado à regra e, por fim, um modelo composto que poderá integrar múltiplas orientações.

3.11.2.1 **Orientado ao texto**

A informação (inclusive dados e conhecimento) muitas vezes é fornecida em formato textual e deve ser acedida pelos decisores. Isso traz uma necessidade de representar e processar documentos de texto e fragmentos de forma efectiva e eficiente. Um SAD orientado ao texto apoia um decisor guardando

electronicamente o caminho para informação textualmente representada que pode ter relevância nas decisões. Permite que documentos sejam electronicamente criados, revistos e examinados consoante as necessidades. Tecnologias de informação, tais como visualização de documentos na *web*, hipertexto e agentes inteligentes podem ser incorporadas em aplicações de SAD orientadas ao texto. Das diversas aplicações de SAD orientadas ao texto referem-se a título de exemplo os sistemas de gestão de documentos electrónicos, a gestão de conhecimento, gestão de conteúdos e sistemas de regras comerciais. Os sistemas de gestão de conteúdos (CMS – *content management system*) são utilizados para gerir o material colocado em sites de internet. O sistema encarrega-se directamente de tratar da coerência, do controlo de versões, da exactidão e da navegação correcta. Muitas empresas de transportes de encomendas usam SAD orientados ao texto para coordenar as expedições, ajudar clientes a determinar os melhores meios de enviar e permitir aos clientes e à empresa seguir o trajecto dos objectos enviados.

3.11.2.2 Orientado à base de dados

Neste tipo de SAD, a organização de bases de dados desempenha um papel principal na sua estrutura. As primeiras gerações usaram principalmente a configuração de bases de dados relacional. A informação tratada por bases de dados relacional tende a ser volumosa, descritiva e rigidamente estruturada. Um SAD orientado a base de dados caracteriza-se por possuir fortes capacidades de *query* e de geração de relatório. Hendricks (2002) descreve como o governo holandês disponibilizou uma gestão de propriedade para *web* para tomada de decisão inteligente. O sistema é principalmente orientado aos dados e apoia o governo com bases de dados padrão e SIG no uso eficaz da sua extensa carteira de propriedades.

3.11.2.3 Orientado à folha de cálculo

Uma folha de cálculo é um sistema de modelação que permite ao utilizador desenvolver modelos para executar a análise de SAD. Esses modelos não só criam, examinam, e modificam o conhecimento processual mas também instruem o sistema a executar as suas próprias instruções (*macros*). São largamente usadas em SAD desenvolvidos por utilizadores finais. (Exemplos em Buehlmann *et al.*, 2000; LeBlanc *et al.*, 2000; Respicio *et al.*, 2002). Um dos instrumentos mais populares é o Microsoft Excel. Este inclui diversos pacotes estatísticos, um pacote de programação linear, e diversos modelos financeiros e de ciência da gestão.

Os pacotes comerciais, como o Excel, podem incluir um DBMS rudimentar ou podem prontamente a interagir com um, podem tratar algumas propriedades de um SAD orientado à base de dados, especialmente a manipulação do conhecimento descritivo. Alguns instrumentos de desenvolvimento de folha de cálculo incluem capacidades de análise condicional (*what-if*) e de procura de metas (*goal-seeking*). Um SAD orientado à folha de cálculo pode ser considerado um caso particular de um SAD orientado à resolução.

3.11.2.4 Orientado à resolução

Um modelo orientado à resolução é um algoritmo ou o procedimento escrito como um programa de computador para executar certas computações para resolver um determinado tipo de problema. Um exemplo será uma rotina de regressão linear para calcular uma tendência. Pode ser comercialmente programada no *software* de desenvolvimento. Por exemplo, no caso do Excel, inclui várias funções e procedimentos que permitem resolver diversos problemas. O construtor do SAD pode incorporá-los na criação de aplicações, assim como, uma linguagem de programação pode ser utilizada para escrevê-los. A sua programação pode ser efectuada directamente na folha de cálculo, surgir como

ferramentas *add-in*, ou serem integrados numa língua de modelação especializada como o Lingo. Alguns procedimentos mais complexos, como os dedicados à programação linear, usados para optimização, encontram-se comercialmente disponíveis e podem ser incorporadas num SAD.

3.11.2.5 Orientado à regra

O componente de conhecimento de um SAD descrito anteriormente inclui tanto regras processuais como dedutíveis, muitas vezes num formato de sistema pericial. Essas regras podem ser qualitativas ou quantitativas, e tal componente pode substituir modelos quantitativos ou pode estar integrado a eles. Por exemplo, Bishop (1991) descreve a integração da implementação de um algoritmo de atribuição (uma forma da programação linear) a um sistema pericial para redireccionar aviões em voo, tripulações e passageiros em caso de desactivação de um terminal de aeroporto.

3.11.2.6 Composto

Um SAD composto é um sistema híbrido que inclui pelo menos duas das cinco estruturas descritas anteriormente.

3.11.3 *Inteligente*

Este tipo de SAD adquiriu essa designação por integrar um sistema pericial (*expert system*) que visa simplificar ou automatizar vários passos e componentes do sistema. O sistema pericial actua com as suas capacidades de aconselhamento ao longo de vários procedimentos da tomada de decisão, tal como se se tratasse de um supervisor. Dado que o decisor é responsável pela definição do problema, das variáveis e do modelo de decisão a adoptar, o sistema pericial é chamado para oferecer sugestões para várias alternativas a considerar, bem como justificação para sugestão. Esta integração visa ainda limitar ou até

eliminar uma eventual parcialidade no processo de decisão, uma vez que o sistema pericial é livre da parcialidade humana, procurando tornar as decisões identificadas como mais consistentes (Juras, 1989).

3.11.4 *Outras classificações de SAD*

Apresentam-se de seguida mais duas classificações de SAD: institucionais e *ad hoc*; apoio individualizado, de grupo ou a uma organização.

Os SAD institucionais (Donovan e Madnick, 1977) lidam com decisões de natureza repetitiva. Um exemplo típico é um sistema de gestão de portfólio (PMS – *Portfolio Management System*), que foi usado por grandes bancos para apoiar decisões de investimento. Um SAD institucional pode ser desenvolvido e refinado dado que evolui ao longo dos anos devido ao facto do SAD ser usado repetidamente para resolver problemas idênticos ou semelhantes. Este tipo de SAD não pode ser usado por toda a gente no seio da organização. É a natureza recursiva do problema de tomada de decisão que determina se um SAD é institucional ou *ad hoc*.

Os SAD *ad hoc* lidam com problemas específicos que normalmente não são antecipados nem recorrentes. As decisões *ad hoc* envolvem muitas vezes questões de planeamento estratégicas e às vezes problemas de controlo de gestão. Justificar que um SAD será usado só uma ou duas vezes é uma questão central no seu desenvolvimento. No entanto, numerosas aplicações de SAD *ad hoc* evoluíram para SAD institucionais. Isto acontece porque o problema é recursivo e o sistema é reutilizado ou porque outros elementos da organização têm necessidades semelhantes que podem ser tratadas pelo antigo SAD *ad hoc*.

Os SAD do tipo apoio individualizado, de grupo ou a uma organização podem ser agrupados em três categorias distintas mas relacionadas (Hackathorn e Keen, 1981):

- O Suporte Pessoal onde o foco está num utilizador individual que executa uma actividade no contexto de uma tarefa discreta ou decisão.

-
- O Suporte de Grupo centra-se num grupo de pessoas, onde todas estão dedicadas a tarefas distintas mas altamente relacionadas. Por exemplo, num departamento financeiro um SAD pode servir vários funcionários que trabalham na preparação de um orçamento. Se o uso de um SAD *ad hoc* se estende, então este passa a ser um SAD de suporte de grupo.
 - O Suporte Organizacional focaliza-se nas tarefas organizacionais ou actividades que implicam uma sequência de operações, áreas funcionais diferentes, possivelmente locais diferentes e recursos maciços.

3.12 SAD e a web

Os avanços recentes em tecnologias *web* oferecem novas perspectivas para a criação e o desenvolvimento de aplicações de SAD. O poder e as capacidades do *World Wide Web* têm assim um impacto crescente no desenvolvimento, na aplicação e nos padrões de uso de SAD. Turban *et al.* (2005) distribuem a ligação entre a *web* e um SAD em duas categorias principais: desenvolvimento de SAD e o uso de SAD.

3.12.1 Desenvolvimento de SAD

A *web* pode ser usada para reunir dados externos como internos (*intranet*) para a base de dados do SAD. Serve ainda para comunicação e colaboração entre constructores de SAD, utilizadores e gestores. Também pode ser usada para fazer o *download* de *software* SAD ou recorrer a aplicações de SAD disponibilizadas por uma empresa

Os principais fornecedores de softwares de gestão de bases de dados (IBM, Microsoft, Oracle, Sybase, etc.) fornecem capacidades *web* ao recorrer directamente a servidores *web*. *Data warehouses* e até sistemas anteriores que correm em computadores centrais (ou até em estações de trabalho menores) podem ser acedidos através de tecnologias *web*. Tipicamente os modelos são executados em máquinas rápidas, existindo, no entanto, uma tendência em

transportá-los para servidores de Web, onde correm em segundo plano ou são acedidos por outros sistemas. A optimização, a simulação, os sistemas estatísticos e os sistemas periciais foram programados para funcionar em ambiente Java (Fourer e Goux, 2001). Esses desenvolvimentos simplificam o acesso aos dados, modelos e conhecimento, bem como simplificam a sua integração.

Novas ferramentas de desenvolvimento de *software*, como o Java, PHP ou .Net, disponibilizam objectos visuais (botões, textboxes, etc.) para interagir com bases de dados e modelos. Tornou-se assim mais acessível e apetecível por parte de programadores a implementação de SAD em ambiente *web*, especialmente devido a oferta de instrumentos de desenvolvimento e de estruturas de interface mais difundidos e relacionados com tecnologias de desenvolvimento para a *web*.

3.12.2 O uso de SAD

As últimas tendências fizeram com que os navegadores *web*, ou um ambiente gráfico semelhante, surjam como o padrão na interface de SAD. Esta abordagem trouxe novas expectativas aos utilizadores acerca do uso de SAD. Estes são utilizados na *web* de diversas formas. Os utilizadores podem aceder a *intranet* e activar aplicações de SAD existentes. Esta operação apenas requer a introdução de alguns dados, especificar datas ou qualquer outra informação. A aplicação é então executada e os resultados podem ser visualizados. É possível obter aconselhamento e ajuda *online* sobre como usar as aplicações de SAD. Os utilizadores podem ainda comunicar entre eles de forma a discutir a interpretação dos resultados obtidos. Finalmente, podem colaborar na implementação de soluções geradas pelo modelo do SAD. Os instrumentos de *web* fornecem capacidades de comunicação e colaboração.



Capítulo 4

Sistema de Monitorização da Qualidade de Vida no Campus

4.1 Introdução

Pela sua estrutura e organização no espaço físico, pelas funções e actividades que proporciona e fomenta, pelo número de pessoas que alberga e fluxos que gera, um Campus Universitário pode ser visto como um espaço urbano. Entende-se assim que a vivência nesse tipo de espaço é semelhante à de uma pequena cidade e condicionada por condições ambientais, condições sociais e condições de mobilidade e acessibilidade aos serviços e locais de trabalho. Por essa razão, numa óptica de planeamento e gestão de um campus como um território urbano, considera-se válido o tratamento de questões relacionadas com a qualidade de vida pelo mesmo prisma. Nesse sentido, e tendo por base a adopção e adaptação da metodologia exposta por Mendes (2004) para a avaliação da qualidade de vida em cidades, estabelece-se a seguinte sequência metodológica para o desenvolvimento de um modelo com vista à Avaliação da Qualidade de Vida em Campi Universitários:

- a. Identificar as dimensões a considerar na avaliação da Qualidade de Vida;
- b. Estabelecer um sistema de pesos para as dimensões, tendo em atenção a participação da comunidade académica e dos decisores ligados ao planeamento e gestão;
- c. Identificar/construir o conjunto de indicadores que caracterizam cada uma das dimensões identificadas. É um processo baseado essencialmente no julgamento do investigador relativamente à relevância dos indicadores como forma de descrever uma dada dimensão da qualidade de vida, já que a sua adopção é por vezes condicionada pela disponibilidade de informação;

-
- d. Estabelecer uma escala de pontuação para a avaliação de cada um dos indicadores, devidamente normalizada, de forma a permitir a sua agregação;
 - e. Estabelecer um sistema de pesos para os indicadores. Os pesos atribuídos aos diferentes indicadores, dentro de cada dimensão, obtêm-se tal como previsto na alínea b, ou seja através da participação da comunidade académica e de decisores;
 - f. Estabelecer qual a forma de agregação dos indicadores, dentro de cada dimensão;
 - g. Estabelecer qual a forma de agregação das dimensões.

Num quadro onde a disponibilidade de recursos financeiros é limitada e em grande parte dependente da atracção de “clientes”, o planeamento e gestão de um Campus Universitário poderá beneficiar de todo o tipo de apoio que possa fornecer informação relevante, tendo por principal objectivo contribuir para a tomada de decisões mais acertadas em benefício da instituição gerida e de todos os seu utentes. Neste contexto, enquadra-se bem o recurso a um sistema de apoio à decisão.

Uma das principais características de um sistema de apoio a decisão é a inclusão de pelo menos um modelo. O objectivo é efectuar análises sobre o modelo de representação da realidade em vez de o fazer directamente sobre a própria. Um modelo define-se então com base na representação ou abstracção simplificada da realidade. Esta simplificação advém usualmente de duas razões interligadas entre si: primeiro, porque a realidade normalmente encerra um complexidade tal que torna a sua representação exacta muito difícil; segundo, porque muitos dos aspectos que a tornam tão complexa são irrelevantes na resolução de determinados problemas.

Segundo Turban et al. (2005), um sistema de apoio à gestão tira benefícios do recurso a modelos pelas seguintes razões:

- i) a manipulação de modelos (ajustar varáveis de decisão e em que enquadramento é muito mais fácil do que manipular o sistema real. No

modelo, a experimentação é mais fácil e não interfere com as operações de rotina de uma organização;

- ii) os modelos permitem a redução do tempo: vários anos de operações podem ser simulados em minutos ou segundos no computador;
- iii) o custo da análise em modelação é muito menor do que implementar uma experiência similar num sistema real;
- iv) o custo de cometer erros durante um experiência do tipo testar e errar é quase nulo comparativamente com a implementação num sistema real;
- v) quase todas as tomadas de decisão encerram um grau de incerteza considerável. Com a modelação, um gestor pode estimar os riscos resultantes de acções específicas;
- vi) os modelos matemáticos permitem a análise de um número muito extenso, ou às vezes até infinito, de possíveis soluções. Mesmo em problemas simples, os gestores dispõem de um vasto leque de alternativas para fazer as suas escolhas;
- vii) os modelos valorizam e reforçam a aprendizagem e a formação de quem os utiliza;
- viii) os modelos e métodos são facilmente disponibilizados em ambientes utilizáveis via *www*;
- ix) existem muitos *applets Java*, bem como outros programas para a Internet, que resolvem prontamente modelos.

4.2 Estrutura do sistema

Conforme se pode observar na Figura 4.1, foi idealizado um sistema constituído por quatro componentes principais: um subsistema de bases de dados, um subsistema de modelos, um gerador de relatórios e uma interface à comunidade.

O subsistema base de dados inclui uma base de dados que tem por objectivo armazenar todos os dados relevantes para o problema, bem como a descrição dos mesmos, isto é os metadados. Todos os acessos aos dados são

efectuados através do Sistema de Gestão de Bases de Dados (SGBD). Essas operações podem ser de criação/inserção, actualização ou consulta.

O subsistema de modelos está dedicado à gestão, manutenção e operação de modelos. Para tal, integra uma base de modelos para o seu armazenamento. À semelhança do que foi preconizado para os dados, existe igualmente um sistema de gestão de modelos que se encarrega do processo de acesso à base de modelos. Permite ainda a criação de novos modelos recorrendo a linguagem de programação ou quaisquer outra ferramenta adequada. Faculta ainda a possibilidade de interrelacionar modelos com as devidas ligações à base de dados.

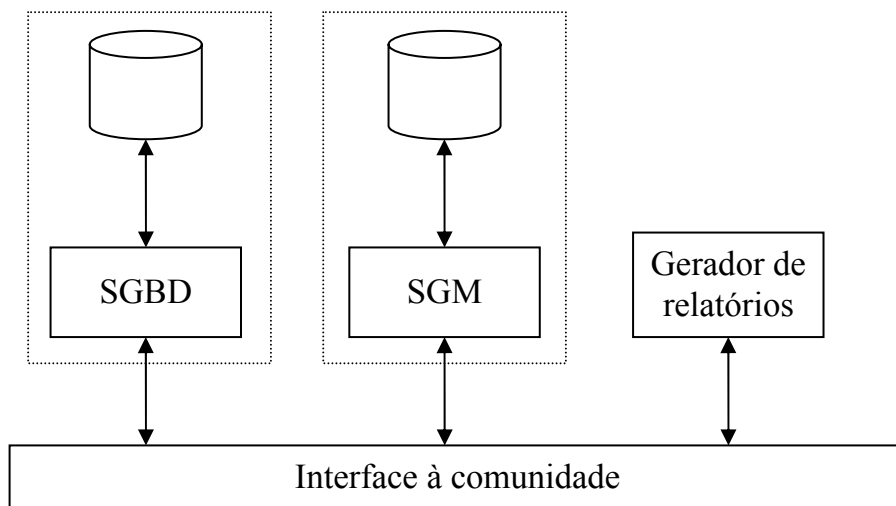


Figura 4.1 – Estrutura do modelo

O gerador de relatórios agrega todos os procedimentos e ferramentas necessários à criação de relatórios. Permite assim gerar documentos de síntese, de análise e de síntese comparativa, que podem apresentar a informação de forma tabular ou gráfica, tornando mais expedita a sua percepção e interpretação.

A interface com a comunidade é um subsistema que permite, de forma transparente, interagir e operar com os restantes subsistemas. Pretende-se que os utilizadores possam participar no processo e tirar partido das funcionalidades disponíveis, sem no entanto necessitar de conhecimentos muito alargados de

informática. Nesse sentido, considera-se adequado que a interface se baseie num ambiente muito divulgado e com o qual as pessoas utilizadoras de recursos informáticos se encontram cada vez mais familiarizadas: o navegador para a Internet (*Internet browser*). Também com o intuito de tornar a interacção com o sistema a mais simples possível, apenas deverão ser solicitadas intervenções bastante básicas, tais como a inserção de valores, a selecção de itens ou o simples clique em botões para despoletar novas acções, tarefas habituais e inerentes ao uso comum de um navegador para acesso à Internet.

Todos os fluxos de informação entre os diversos subsistemas serão pouco perceptíveis ao utilizador, dado que a sua interacção com o sistema é estabelecida e orientada pela interface. No entanto, esses fluxos existem. O subsistema de modelos requer dados para alimentar os seus modelos ao subsistema de dados, que por sua vez, receberá toda a informação que se pretende armazenar. O gestor de relatórios efectua consultas à base de dados e eventualmente à base de modelos de forma a recolher dados necessários à construção de relatórios. Ao administrar e orientar todos os passos dados pelos utilizadores, a interface tem assim o papel de despoletar as acções ou operações que levam ao surgimento desses fluxos. Cabe-lhe ainda a tarefa de direccionar esses fluxos entre os diversos subsistemas de forma a garantir a obtenção dos resultados esperados (por exemplo armazenar novos valores ou fornecer resultados ao utilizador).

Com o intuito de construir uma ferramenta de apoio à decisão no âmbito da avaliação e monitorização da qualidade de vida, ostenta-se que o sistema proposto forneça um conjunto de valências que se apresentam de seguida.

O principal objectivo visa determinar um índice global da variação da Qualidade de Vida no Campus (QVC) para um dado ano em relação a um ano base. Ao efectuar uma comparação directa baseada num conjunto de indicadores, este índice permite avaliar de que forma varia o nível de QVC em termos gerais. Se o resultado for avaliado à escala do indicador, isto é, estudando as variações de cada indicador, é possível identificar quais foram os que contribuíram significativamente no sentido que seguiu a variação da QVC. Será ainda que seja

facultada a opção de calcular índices globais de variação da QVC por grupos de utentes. Esta opção fornecerá uma perspectiva desagregada por grupos que formam a comunidade de utentes, constituindo-se como mais um elemento a ser consultado e apreciado pelos decisores.

Recorrendo a este modelo e adoptando o mesmo conjunto de indicadores, é possível aplicá-lo a vários campi e estabelecer uma plataforma de comparação inter-campi. Para que isso suceda, algumas pressupostos deverão ser respeitados, nomeadamente a adopção em todos os casos dos mesmos anos base e alvo, o mesmo conjunto de indicadores e forma de avaliação, tornando comparáveis os índices globais de variação da QVC obtidos para cada campus.

Pela adopção de um ano base para a construção de índices gerais da variação da QVC, torna-se possível reunir informação com o intuito de efectuar uma análise longitudinal no tempo. Assim, é possível efectuar comparações de diversos anos em relação a um mesmo ano base, mostrando os índices obtidos e a tendência seguida ao longo do tempo. Para um intervalo de tempo onde estejam disponíveis dados referentes a distintos anos, é então possível realizar uma avaliação da variação da QVC e do comportamento da mesma, adoptando sucessivamente cada um dos anos como ano base e comparando com o ano imediatamente posterior na ordem cronológica. Obtém-se assim índices referentes a comparações de pares de anos que cobrem todo o intervalo estudado.

Pode-se recorrer também ao sistema para analisar o perfil da variação da QVC com base nas várias dimensões adoptadas. Este tipo de análise é indicado para avaliar a forma como as diversas dimensões contribuem para o índice de variação da qualidade de vida.

Por fim, é conferido ao sistema um valor informativo detalhado, associado ao conhecimento de valores de indicadores no espaço geográfico do campus. Esta faceta é concretizada principalmente pela disponibilização de valores numéricos de síntese e também sob a forma de mapas.

4.3 A interface

Parte visível e veículo da interacção com o sistema, a interface surge como um subsistema de relevância acrescida para o sucesso de todo o sistema. Esta faceta deve-se principalmente ao facto de lhe ser inculcada a tarefa de gerir e conduzir os fluxos de informação entre os diversos subsistemas, procurando assim garantir o bom funcionamento e a obtenção de resultados pretendidos. Cabe-lhe também relacionar os utentes, que podem possuir conhecimentos muito básicos de informática, com os procedimentos mais ou menos complexos envolvidos no funcionamento do sistema. Por essa razão, reconhece-se uma importância acrescida no carácter visual que lhe deve ser conferida, na procura de uma interface amigável (*user-friendly*) para o utilizador (Figura 4.2). Esta tarefa foi superada com a adopção de um ambiente de trabalho que se encontra fortemente enraizado no uso comum de computadores: os navegadores de Internet. Para além disso, existe a preocupação em tornar as intervenções dos utentes, requeridas ao longo dos processos disponibilizados, o mais simples e claro possível, procurando transformar passos que possam encerrar alguma complexidade em tarefas de execução mais intuitiva através da interacção com elementos gráficos conhecidos (botões, selecção de opções, etc...).

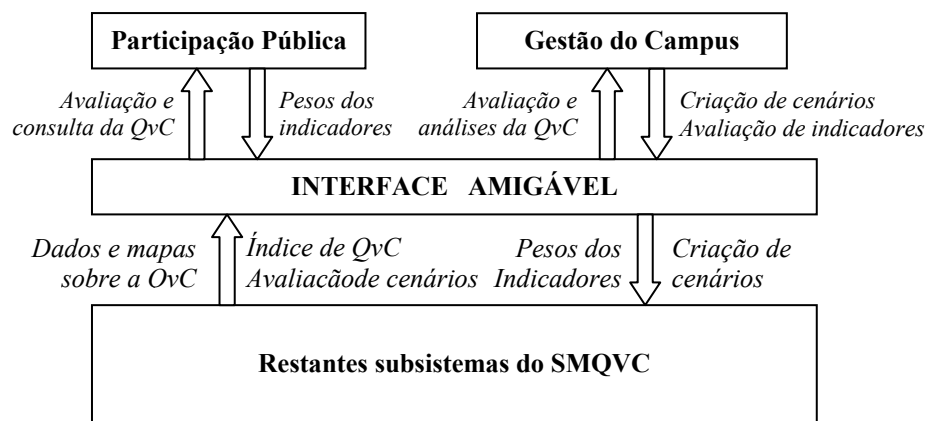


Figura 4.2 – Estrutura do modelo

Considera-se que uma interface não-amigável, isto é, cujo uso seja muito complexo e pouco claro para o utilizador mais comum, que usualmente não é possuidor de conhecimentos muito aprofundados na área da informática,

constituir-se-ia como um forte entrave à participação pública. Visto como ferramenta de apoio a gestão do campus, isto reflectir-se-ia na relutância em usar o sistema por parte dos decisores, quer pela complexidade na interacção, quer pela falta de recolha de participações, inviabilizando a plataforma.

Pelo contrário, uma interface amigável disponibilizará um acesso às funcionalidades do sistema de uma forma transparente, isto é, os utilizadores acedem e recorrem a operações e ferramentas complexas sem, no entanto, se aperceberem dessa complexidade. De facto, a grande preocupação que um utilizador deverá ter é a de fornecer dados adequados e tomar as opções que entender, sempre que assim lhe seja solicitado, para que possa obter a informação que pretende

4.3.1 *Identificação de processos standard*

Um processo standard (em inglês, *wizard*) é um modo de interacção que se caracteriza por guiar o utilizador ao longo de uma série de passos de forma a atingir o final do processo com maior facilidade e simplicidade, reduzindo ao mínimo as intervenções do utilizador. Considera-se indicada a adopção de um processo standard para tornar mais atractiva e acessível (não requerendo tantos conhecimentos técnicos) a aplicação, fomentando de certa forma a participação da comunidade. Por outro lado, procura-se com o recurso a este tipo de interface, minimizar a ocorrência e introdução de erros na recolha de informação útil e indispensável em análises posteriores.

De forma a poder recolher as avaliações da variação da qualidade de vida pelos membros da comunidade académica, considera-se ajustado a elaboração de um processo standard para guiar os participantes ao longo dos passos a seguir.

Como primeira etapa deste processo, será considerada a atribuição de um nome à sessão iniciada pelo participante. Ao tratar-se de uma avaliação da variação da qualidade de vida, deverão de seguida ser escolhidos o ano base para a comparação e o ano a avaliar, servindo o primeiro como índice base para o cálculo do índice de variação.

Vêm em seguida os passos relativos à avaliação propriamente dita. Perante a apresentação das dimensões da qualidade de vida disponibilizadas, é necessário escolher quais delas serão tidas em conta na avaliação. Uma forma de materializar estes passos consiste em disponibilizar uma *checkbox* (quadrados em que se coloca ou retira um visto, sinónimo de escolha, sempre que se dá um clique com o rato no seu interior) para cada uma das dimensões disponibilizadas. Assim, é ainda possível refinar e personalizar esta selecção, ao efectuar este tratamento para os temas e indicadores através de mecanismos de acesso aos mesmos.

Após terminada a selecção, segue-se a atribuição de pesos. Neste passo, a intervenção recai apenas sobre os elementos escolhidos anteriormente. Isto é, somente as dimensões, temas e indicadores seleccionados estão sujeitos à atribuição de pesos. Uma forma de abordar esta operação será, para cada um deles, disponibilizar uma série de cinco pontos (por exemplo sob a forma de *radiobuttons*) para permitir a respectiva atribuição de importância. Os valores representativos das diversas importâncias a atribuir poderão estar representadas numa escala de cinco pontos: números inteiros contidos entre 1 e 5, representando uma escala que varia desde “menos importante” a “mais importante”. A visualização do peso, resultante da escolha efectuada e que será atribuído à dimensão, deverá ser equacionada. O seu valor estará compreendido entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo estiver de 1, maior será preponderância dada a dimensão. A situação inversa (valores mais próximos de 0) significará precisamente o contrário, ou seja, menor preponderância. No entanto, a atribuição de um peso igual a 0 (que corresponderia a não considerar a dimensão) ou de um peso igual a 1 (que corresponderia a apenas considerar essa dimensão) não deverá ser possibilitada, uma vez que este tipo de inclusão ou exclusão está contemplado no passo anterior, através da selecção de dimensões a considerar.

É ainda de salientar que o somatório dos pesos deverá sempre ser a unidade, comprovando que todo o universo de valores atribuíveis foi

devidamente utilizado. Este processo, à imagem do passo anterior, repetir-se-á para os temas e respectivos indicadores.

Uma vez concluída esta etapa, caberá ao sistema a tarefa de calcular e apresentar o índice de variação da qualidade de vida baseado em todas as opções tomadas até aí. De forma a fornecer elementos de comparação, também poderão ser apresentados índices de variação da qualidade de vida para cada um dos grupos de actividade (alunos, docentes e funcionários) e de toda a comunidade. Estes índices reflectirão a adopção das escolhas do utilizador, utilizando no entanto pesos médios calculados para o efeito. Considera-se igualmente relevante a apresentação, sob a forma de gráficos, da variação ao nível das dimensões escolhidas, bem como a comparação por dimensão com os valores obtidos para os grupos de actividade e para toda a comunidade.

Numa perspectiva de apoio à decisão, o processo anterior poderá ser utilizado por responsáveis no âmbito da gestão do campus. Criando um ano cenário que contemple o efeito que produziriam possíveis intervenções no campus ao nível dos indicadores, procurar-se-á avaliar de que forma se reflectem no índice de variação da qualidade de vida. Esta tarefa também deverá surgir sob a forma de um processo standard. Após a atribuição de um nome ao cenário e mediante a escolha de um ano de referência (ano em relação ao qual se pretendem introduzir alterações ao nível dos valores dos indicadores), tornar-se-á possível alterar os valores de cada um dos indicadores. Por defeito, o valor proveniente do ano de referência escolhido poderá ser atribuído, limitando a introdução de valores apenas aos casos onde de facto serão introduzidas alterações.

Dado que o sistema será encarregue de armazenar toda a informação relevante introduzida ao longo do processo, este encontrar-se-á na medida de oferecer outras consultas. Para que esta tarefa seja bem sucedida e antes de permitir utilizar qualquer ferramenta de cálculo, um registo anónimo deverá ser solicitado aos participantes de forma a poder identificar-se perante o sistema e ser-lhes concedido o acesso às funcionalidades pretendidas. Esse registo poderá simplesmente contemplar a introdução de um nome de utilizador e de uma senha

de acesso, bem como indicados o sexo e a actividade (estudante, docente ou funcionário). Este tipo de informação será suficiente para permitir uma maior diversificação na construção de consultas/operações relevantes. Nomeadamente, conhecendo-se o grupo de actividade de cada utilizador, torna-se exequível o cálculo do índice de variação da qualidade de vida do ponto de vista de cada grupo de actividade. Este cálculo baseia-se em todas as avaliações individuais efectuadas e armazenadas, sendo que os pesos a atribuir a cada indicador, tema e dimensão são obtidos pelo cálculo da média dos pesos atribuídos por cada elemento do grupo. Assim sendo, o peso de um indicador que não tenha sido seleccionado numa avaliação individual será equiparado ao valor 0 para efeitos de cálculo da média.

O sistema disponibilizará um outro processo standard para calcular índices de variação da qualidade de vida obtidos a partir das avaliações individuais. Esses índices são representativos de cada grupo de actividade (alunos, docentes e funcionários) e de toda a comunidade. Neste processo, a intervenção do utilizador resumir-se-á apenas em solicitar a consulta da informação pretendida através de um clique num *link* disponível para o efeito. Esta acção despoletará um processo de cálculo que assenta na obtenção da média dos pesos de cada indicador, tema e dimensão, distintamente para cada grupo e globalmente para toda a comunidade. Esses pesos serão aplicados no modelo de cálculo do índice de variação da qualidade de vida, resultando na apresentação de quatro índices que traduzem o ponto de vista dos três grupos de actividade e da comunidade no seu todo. Pelo tipo de informação a disponibilizar, considera-se este processo uma das facetas mais explícitas do sistema quanto à sua vocação para o apoio à decisão.

4.3.2 A possibilidade de seguir processos não standard

Esta possibilidade permitirá ao utilizador efectuar consultas e recolha de informação em forma livre, isto é, fora do âmbito dos processos standard. Um utilizador que aceda ao sistema poderá explorar todos os recursos

disponibilizados pela mesma sem no entanto ter de seguir passos e iterações previamente definidos. Assim, a navegação deverá ser simplificada pela presença de menus e opções, integradas numa estrutura global pensada com o objectivo de tornar o acesso o mais intuitivo e simplificado possível. Neste caso, será interessante retratar o estado actual do campus através da consulta dos valores referentes aos critérios elegíveis na avaliação da variação da qualidade de vida. Para além disso, esse retrato também poderá incluir diversos mapas que ilustrem alguns dos critérios, ou que possam transmitir informações adicionais, nomeadamente quando a representação do indicador é concretizada por valores não discretos (por exemplo, áreas).

4.4 Base de Dados

Como foi referido no capítulo 3, a tomada de decisão nas organizações é considerada um processo complexo, nomeadamente pela quantidade de informação envolvida, a sua complexidade e a frequência com que se altera. Benyon (1990) aponta que, para ter um valor efectivo no apoio à tomada de decisão, a informação deverá verificar simultaneamente as seguintes condições: actualidade, correcção, relevância, disponibilidade e legibilidade.

O valor da informação dependerá em grande parte da sua actualidade. O dinamismo que se verifica em todos os sectores da sociedade leva a que o período de validade da informação seja cada vez mais curto. Em função do contexto, a actualidade da informação pode ser um aspecto crítico para a tomada de decisão. A sua correcção e rigor são igualmente atributos relevantes, no sentido em que contribuem para decisões com confiança. Contudo, um excesso de informação poderá actuar como um entrave ao bom desenrolar de um processo de decisão. Em função do contexto, será por vezes recomendado existir uma filtragem, isto é, disponibilizar apenas informação relevante para o caso em estudo. Apesar de verificar as três condições já referidas, se a informação não for disponibilizada no momento em que é solicitada, a sua utilidade ver-se-á fortemente afectada. Isto porque, o tempo é cada vez mais um bem escasso,

fazendo com que os processos de decisão tendam a desenrolar-se em prazos muito exíguos. Por fim, a legibilidade da informação é uma condição que pode pôr em causa todas as anteriores, uma vez que a informação só pode ser entendida com tal se for passível de ser interpretada. Por essa razão, reveste-se de uma grande importância a forma como é disponibilizada, permitindo que possa ser entendida.

Um outro conceito estritamente ligado à informação é o conceito de dados. Dados são apenas elementos ou valores discretos que isoladamente não possuem qualquer valor. Somente quando relacionados ou interpretados de alguma forma, estes transformam-se em informação. Pode, assim, dizer-se que a informação resulta de alguma forma de processamento sobre os dados (Pereira, 1998).

No caso dos requisitos de actualidade e correcção da informação, existe uma dependência directa da precisão e da actualização dos dados a partir dos quais deriva. Quanto a relevância, a disponibilidade e a legibilidade, são condições que estão susceptíveis aos meios utilizados no processamento de dados.

Neste contexto, a tecnologia de bases de dados assume um interesse particular. Para além de fornecer meios e ferramentas para a extracção de informação relevante, num formato adequado e disponibilizando-a sempre que necessária, esta tecnologia também apresenta meios que contribuem para a viabilização dos requisitos de correcção e actualização dos dados. Consequentemente, procura também ser um elemento importante na obtenção de informação de qualidade (Pereira, 1998).

4.4.1 Indicadores

Um indicador é uma interpretação empírica da realidade, logo não é a própria realidade. Os indicadores são comumente utilizados para apresentar um valor quantitativo de um processo ou situação complexa. Podem igualmente ser empregues para salientar ou identificar algo que não é imediatamente visível,

audível ou perceptível em determinada situação. Geralmente, traduzem dados e estatísticas em informação sucinta que pode ser prontamente interpretada e utilizada por diversos grupos de pessoas, nos quais se incluem investigadores, administradores, políticos e cidadãos, abrangendo um vasto leque de interesses. Os indicadores não são critérios ou padrões, mas um critério ou um padrão é necessário de forma a interpretar o que significam. Recorre-se a um valor de julgamento para comparar um indicador com um determinado objectivo de uma política que serve como referência (OCDE, 1997).

São atribuídas três funções principais aos indicadores, a saber, a simplificação, a quantificação e a comunicação (OCDE, 1997). São então utilizados para recolher informação quantificada ou quantificável no sentido de fornecer um valor sintético de uma condição ou situação específica que, por sua vez, poderá ser analisada com mais detalhe. São ainda sensatos serem o veículo de uma mensagem fácil de interpretar. Para tal, é necessário ter em conta o objectivo e o conteúdo da mensagem, bem como a quem se destina. São-lhes reconhecidas também duas características fundamentais. Primeiro, reduzem o número de componentes e medidas necessários à obtenção de uma descrição aprofundada de uma situação ou condição. Isto acontece porque o nível de pormenor que podem conter é limitado no âmbito e no conteúdo. Segundo, simplificam o processo de comunicação pela informação que transportam aos diversos grupos de utilizadores. Os indicadores podem servir como indicações e directrizes para programas mais extensos de recolha e análise de dados. No entanto, não deverão substituir dados e informação mais exaustivos, mas basearem-se nesses tipos de fontes (OCDE, 1997).

Os indicadores podem ser utilizados para um vasto leque de objectivos. Estes últimos, bem como o critério de selecção dos indicadores devem ser devidamente expostos no início. A escolha de indicadores depende das definições (que são, por sua vez, dependentes do contexto), da sua representatividade a um determinado momento e ao longo do tempo, das técnicas de medição (que são escolhidas em função do nível de detalhe, da escala geográfica e do momento no tempo), da sua compatibilidade e previsível precisão e dos seus objectivos, que

estão relacionados com os objectivos e prioridades de quem os vai utilizar. Os indicadores são ainda afectados pelo tipo de informação disponível, pela pertinência dessa informação e pelo seu grau de abstracção em relação a assuntos e temas concretos (OCDE, 1997).

Visando a monitorização da Qualidade de Vida num campus universitário, foi elaborada uma lista de indicadores. Esta lista é o resultado da consulta de bibliografia de referência, trabalhos desenvolvidos nessa área e interacção com representantes de órgãos de decisão e gestão do campus escolhido no caso de estudo. Tal como sugerido na secção 4.1, os indicadores estão agrupados por dimensões. Para além desta forma de agrupamento, foram introduzidos os temas num nível intermédio. Assim sendo, a estrutura de indicadores da Qualidade de Vida em Campus Universitário apresentada nas Tabelas 4.1a) a 4.1e) mostram os indicadores afectados por tema que, por sua vez, diz respeito a uma dimensão. Esta organização traz alguns benefícios: na fase de identificação dos indicadores, permite balizar melhor o âmbito dessa tarefa, ao definir sub-contextos da qualidade de vida a caracterizar; aquando do uso dos mesmos para a avaliação propriamente dita, é assim possível reflectir esta estruturação à selecção e à combinação de indicadores, bem como à atribuição de pesos. Por outro lado, para cada indicador apresentado é indicada a respectiva unidade de medida.

De forma a abarcar toda a informação relativa aos indicadores, é necessário conceber uma base de dados que responda às duas premissas fundamentais: ser adequada para armazenar e manipular todos os dados relativos aos indicadores enumerados, e ser na prática eficiente. Nesse sentido, optou-se por uma base de dados constituída por diversas tabelas para fazer face às necessidades de armazenamento e de optimização de desempenho e manutenção. A descrição das várias tabelas encontra-se em seguida e ao longo das secções seguintes, em função do propósito para o qual foram destinadas.

Tabela 4.1a – Indicadores da Qualidade de Vida num campus (Ambiente)

Dimensão	Tema	Indicador	Unidade
Ambiente	Ruído ambiental	Média do Leq(A) diurno em pontos centrais	db(A)
		Mapa de distribuição do Leq(A) diurno	db(A)
	Qualidade do ar	Média de concentração de partículas suspensas em pontos centrais	mg/m3
		Mapa de distribuição da concentração de partículas suspensas	
		Média de concentração de compostos orgânicos voláteis em pontos centrais	mg/m3
		Mapa de distribuição da concentração de compostos orgânicos voláteis	
		Média de concentração de NOx em pontos centrais	mg/m3
		Mapa de distribuição da concentração de NOx	
		Média de concentração de CO em pontos centrais	mg/m3
		Mapa de distribuição da concentração de CO	
	Recolha de resíduos	Número total de papeleiras	#
		idem, por hectare	#/ha
		Mapa de distribuição de papeleiras	
		Mapa de distância à papeleira mais próxima	m
		Número total de ecopontos	#
		idem, por hectare	#/ha
Mapa de distribuição de ecopontos			
Mapa de distância ao ecoponto mais próximo		m	

Tabela 4.1b – Indicadores da Qualidade de Vida num campus (Segurança)

Dimensão	Tema	Indicador	Unidade
Segurança	Criminalidade no campus	Número de participações de crimes contra pessoas no campus, por ano	#/ano
		idem, por 1000 utentes	#/ano/1000 ut.
		Número de participações de crimes contra bens no campus, por ano	#/ano
		idem, por 1000 utentes	#/ano/1000 ut.
		Mapa de localização de crimes no campus	
	Vigilância no campus	Número de câmaras de vigilância exterior no campus	#
		idem, por hectare	#/ha
		Mapa de localização de câmaras no campus	
	Combate a incêndios	Número de bocas-de-incêndio exteriores	#
		idem, por hectare	#/ha
		idem, por 1000 m2 de construção (implantação)	#/1000m2
		Mapa de localização de bocas-de-incêndio	
	Exercícios de segurança	Número de exercícios de segurança por ano	#/ano

Tabela 4.1c – Indicadores da Qualidade de Vida num campus (Mobilidade e Estacionamento)

Dimensão	Tema	Indicador	Unidade
Mobilidade e Estacionamento	Nível de acessibilidade no campus	Somatório ponderado de distâncias a destinos chave	m
		Mapa da distribuição dos níveis de acessibilidade medidos pelas distâncias a destinos chave	
	Nível de acessibilidade no campus para deficientes	Somatório ponderado de distâncias a destinos chave, para deficientes	m
		Mapa da distribuição dos níveis de acessibilidade para deficientes medidos pelas distâncias a destinos chave	
Rede rodoviária interna		Extensão total de vias	m
		idem, por hectare	m/ha
		Mapa rodoviário	
Rede pedonal interna		Extensão total de caminhos pedonais	m
		idem, por hectare	m/ha
		Mapa de caminhos pedonais	
Rácio de acessibilidade pedonal		Extensão da rede pedonal/extensão da rede rodoviária	m/m
Rácio de acessibilidade de deficientes		Extensão da rede para deficientes/extensão da rede rodoviária	m/m
Oferta de estacionamento		Número total de lugares	#
		idem, por 1000 utentes	#/1000 ut.
		Mapa de parques de estacionamento	
		Número de lugares para deficientes	#
		idem, por 1000 utentes	#/1000 ut.
		Número de lugares condicionados	#
		Número de lugares não condicionados	#
Transportes públicos		Número de carreiras diárias entre o campus e o centro da cidade, das 8h às 20h	#/dia
		Número de carreiras diárias entre o campus e as residências universitárias, das 8h às 20h	#/dia
Nível de serviço do eixo campus-cidade		Indicador de nível de serviço do percurso pedonal campus-centro, relativo às dimensões físicas	A...E
		Indicador de nível de serviço do percurso campus-centro, relativo ao ambiente pedonal	A...E
		Indicador de nível de serviço para bicicletas do percurso campus-centro da cidade	A...E

Tabela 4.1d – Indicadores da Qualidade de Vida num campus (Espaço Urbano)

Dimensão QvU	Tema	Indicador	Unidade
Espaço Urbano	Zonamento funcional	Área construída (implantação)	m2
		Área construída (pavimentos)	m2
		Idem, por utente	m2/ut.
		Percentagem de área construída	%
		Índice de construção	m2/m2
		Área verde utilizável	m2
		Idem, por utente	m2/ut.
		Percentagem de área verde	%
		Área verde de enquadramento	m2
		Idem, por utente	m2/ut.
		Área de circulação rodoviária	m2
		Idem, por utente	m2/ut.
		Percentagem de área de circulação	%
		Área de estacionamento	m2
		Idem, por utente	m2/ut.
		Percentagem de área de estacionamento	%
		Mapa de zonamento funcional	
		Média do Factor de Visualização do Céu em pontos centrais	%
		Mapa de distribuição do Factor de Visualização do Céu	
		Mobiliário urbano	
Idem, por hectare	#/ha		
Mapa de distribuição de candeeiros de iluminação pública			
Número de monumentos/peças artísticas	#		
Idem, por 1000 utentes	#/1000 ut.		
Mapa de distribuição de monumentos/peças artísticas			
Número de marcos de correio	#		
Idem, por 1000 utentes	#/1000 ut.		
Mapa de distribuição dos marcos de correio			
Comprimento de bancos exteriores	m		
Idem, por 1000 utentes	m/1000 ut.		
Mapa de distribuição de bancos exteriores			
Número de árvores	#		
Idem, por hectare	#/ha		
Mapa de distribuição de árvores			
Sinalização interna		Número de mapas de orientação exteriores	#
		Idem, por hectare	#/ha
		Mapa de distribuição de mapas de orientação exteriores	
		Número de placas sinalizadoras exteriores	#
		Idem, por hectare	#/ha
		Mapa de distribuição de placas sinalizadoras exteriores	
Obras no campus		Área sujeita a obras pesada pelo tempo, por ano	m2*dia
		Mapa de distribuição das áreas sujeitas a obras	

Tabela 4.1e – Indicadores da Qualidade de Vida num campus (Serviços de Apoio)

Dimensão	Tema	Indicador	Unidade
Serviços de Apoio	Restauração	Capacidade de bares (zona de clientes)	lugares
		Idem, por 1000 utentes	lugares/1000 ut.
		Capacidade de restaurantes (zona de clientes)	refeições/h
		Idem, por 1000 utentes	refeições/h/1000 ut.
		Número de máquinas de venda de bebidas e snacks	#
		Idem, por 1000 utentes	#/1000 ut.
	Comércio	Área de quiosques de jornais e revistas	m2
		Idem, por 1000 utentes	m2/1000 ut.
		Área de livrarias	m2
		Idem, por 1000 utentes	m2/1000 ut.
		Área de outras lojas comerciais	m2
		Idem, por 1000 utentes	m2/1000 ut.
	Serviços	Área de agência de viagens	m2
		Idem, por 1000 utentes	m2/1000 ut.
		Área de bancos	m2
		Idem, por 1000 utentes	m2/1000 ut.
		Número de ATM	#
		Idem, por 1000 utentes	#/1000 ut.
		Número de postos de telefone público	#
		Idem, por 1000 utentes	#/1000 ut.
		Mapa de distribuição de postos de telefone público	
		Apoio médico	horas/semana
		Percentagem de cobertura da rede wireless	%
		Área de outros serviços	m2
		Idem, por 1000 utentes	m2/1000 ut.
		Lazer e cultura	Número de lugares em auditórios (com capacidade superior a 100 lugares)
	Idem, por 1000 utentes		#/1000 ut.
Número de eventos culturais por ano	#/ano		
Idem, por 1000 utentes	#/ano/1000 ut.		
Número de eventos desportivos por ano	#/ano		
Idem, por 1000 utentes	#/ano/1000 ut.		
Desporto	Área de equipamento desportivo coberto	m2	
	Idem, por 1000 utentes	m2/1000 ut.	
	Área de equipamento desportivo descoberto	m2	
	Idem, por 1000 utentes	m2/1000 ut.	
	Número de modalidades oferecidas para prática	#	
	Número de utentes praticantes registados	#	
	Percentagem de utentes praticantes registados	%	

Existem três tabelas vocacionadas para o armazenamento dos dados que caracterizam os indicadores expostos na Tabela 4.1. A tabela *Dimensions* (Figura 4.3) visa armazenar um código identificador e o nome de cada dimensão considerada. O mesmo acontece para a tabela *Themes* (Figura 4.4) referente aos temas, onde surge apenas um novo campo *Dimension_ID* que permite identificar a dimensão onde se enquadra o tema. Encerrando este conjunto, existe ainda a tabela *Indicators* que diz respeito aos indicadores (Figura 4.5). São aí guardados os dados relativos aos indicadores, a saber um identificador unívoco (*Indicator_ID*), o nome (*Name*), as unidades em que expressa o valor do indicador (*Unit*), o seu tipo (pode ser um valor, um rácio ou um mapa), se contribui de forma positiva para o índice (*Contrib*), o limite a partir do qual a variação (máxima) será sempre igual (*Limit*), se o indicador está disponível ou não (*Available*), alguma informação ou descrição adicionais sobre a forma de texto (*Info*) e os identificadores da dimensão e do tema onde ele se enquadra. Para além dos atributos citados, falta apenas referir de que forma foi idealizado o armazenamento do valor (ou valores, caso exista mais do que um ano disponível) para cada indicador: um atributo cuja designação será o ano a que se refere é inserido na tabela sempre que necessário (por exemplo, o atributo *2006* refere-se ao valor dos atributos para o ano de 2006). Esta opção levou à criação de outra tabela, *Available_years*, cuja estrutura apenas contém um campo e que guarda a designação de todos os anos com valores disponíveis.

Field Name	Data Type	Description
Dimension_ID	AutoNumber	ID da Dimensão
Name	Text	Nome da Dimensão

Figura 4.3 – Tabela *Dimensions*.

Field Name	Data Type	Description
Theme_ID	AutoNumber	ID do Tema
Name	Text	Nome do Tema
Dimension_ID	Number	ID da Dimensão em que se enquadra o tema

Figura 4.4 – Tabela *Themes*.

Field Name	Data Type	Description
Indicator_ID	Number	ID do indicador
Name	Text	Nome do Indicador
Unit	Text	Unidades em que se expressam os valores dos indicadores
Tipo	Text	V - valor, R - rácio ou M - mapa
Contrib	Yes/No	Tipo de contribuição para a qualidade de vida: 1 - Positiva (quanto maior melhor), 0 - negativa (quanto menor melhor).
2006	Number	Valor do indicador nas unidades originais (m., #, etc.) para o ano 2006
Limit	Number	Valor limite a utilizar na normalização do valor
Available	Yes/No	Indica se existem dados para o indicador ou não
Info	Memo	Texto com descrição
Dimension_ID	Number	ID da dimensão em que se enquadra o indicador
Theme_ID	Number	Id do Tema em que se enquadra o indicador

Figura 4.5 – Tabela *Indicators*.

4.4.2 *Dados de base*

Os dados de base são todos aqueles que permitem construir directa ou indirectamente os indicadores. São usualmente resultado de levantamentos directos ou recolhidos junto das fontes que os detêm. Será sempre importante procurar garantir a sua qualidade, escolhendo a fontes mais credíveis e adoptando processo de levantamento adequados. Assim, considera-se indicado a criação de uma tabela (Figura 4.6) para o armazenamento desse dados, que servirá de suporte ao cálculo dos indicadores.

Field Name	Data Type	Description
DataID	AutoNumber	Id único
Name	Text	Nome dos dados a que se refere
Value	Number	
Units	Text	
Year	Number	

Figura 4.6 – Tabela *BaseData*.

4.4.3 *Parâmetros de agregação Multicritério*

Para armazenar os dados provenientes da interacção entre o utilizador e o sistema no processo de avaliação da qualidade de vida, foram concebidas sete tabelas. A sua finalidade consiste em recolher para as dimensões, temas e indicadores seleccionados, a importância (numa escala de 1 a 5) atribuída a cada um e o respectivo peso, resultante da conversão da importância para uma escala normalizada entre 0 e 1. O valor do peso é depois utilizado na agregação dos indicadores para o cálculo do índice de qualidade de vida. A estrutura de cada

tabela apresenta-se bastante semelhante, tendo a sua elaboração seguido a mesma linha de raciocínio. De forma a possibilitar que cada utilizador possa efectuar mais do que uma avaliação, considerou-se a necessário identificar e guardar essa opção sob a forma de sessões. Então, procurou-se que toda a informação associada a uma sessão estivesse reunida numa linha de tabela. Surgem desta forma dois campos, *User_ID* e *Session_ID*, que identificam univocamente um par formado por um utilizador e uma sessão iniciada por este. Os restantes campos estão vocacionados para a retenção de valores advindos da intervenção do utilizador. Recorrendo à tabela *Dimension_W* (Figura 4.7) para exemplificar, aparecem mais quinze campos para além do par já citado. Considerados três a três, caracterizam cada dimensão (cinco no total) adoptada neste trabalho no que toca a opções tomadas pelo utilizador. Para identificar qual o campo que diz respeito a qual dimensão, é acoplado no final da designação de cada um o identificador numérico associado à dimensão em causa. Assim, tem-se que o campo *Selected_1* define se a dimensão 1 foi ou não escolhida para contribuir para a avaliação; *p_1* guarda a importância atribuída a dimensão 1, numa escala de 1 a 5, e, por fim, *Weight_1* armazena o peso correspondente. O valor deste campo resulta da conversão de *p_1* para uma escala de 0 a 1 por comparação com as importâncias atribuídas às restantes dimensões. Para os temas, tabela *Themes_W* (Figura 4.8), o esquema seguido é o mesmo, variando apenas o número de campos existentes, coerentes com o número de temas considerados. Quanto aos indicadores existe apenas uma pequena adaptação a assinalar, ou seja, dado o número de indicadores admitidos, multiplicado por três (número de campos por indicador, como já descrito para as dimensões) ultrapassar o número total de campos permitido por tabela, recorreu-se a um subterfúgio que consistiu em admitir uma tabela para indicadores reunidos por dimensão de forma a receber os valores pretendidos. Existe então as tabelas *Indicators_w_D1* (que se apresenta a título de exemplo na Figura 4.9), *Indicators_w_D2*, *Indicators_w_D3*, *Indicators_w_D4* e *Indicators_w_D5* que, como suas designações deixem perceber, armazenam a selecção (ou não), a importância e o peso dos indicadores para cada uma das cinco dimensões (D1 a D5).

Refere-se também que algumas precauções, para que a avaliação não possa ser “viciada” por uma possível participação adulterada caso o acesso fosse permitido indiscriminadamente, devem ser tomadas. Essa acção é conseguida pela admissão apenas de utilizadores cujo endereço electrónico pertence ao domínio da Universidade, procurando garantir que cada pessoa possa apenas registar-se uma vez. Por outro lado, como os utilizadores podem efectuar diversas avaliações, optou-se por tomar em consideração apenas a última para efeitos de cálculos globais.

Field Name	Data Type	Description
User_ID	Number	
Session_ID	Number	
Selected_1	Yes/No	
p_1	Number	Guarda peso do tipo 1,2,3,4 ou 5 para a Dimensão 1
Weight_1	Number	Guarda a conversão de p para um valor entre 0 e 1 para a Dimensão 1
Selected_2	Yes/No	
p_2	Number	Guarda peso do tipo 1,2,3,4 ou 5 para a Dimensão 2
Weight_2	Number	
Selected_3	Yes/No	
p_3	Number	Guarda peso do tipo 1,2,3,4 ou 5 para a Dimensão 3
Weight_3	Number	
Selected_4	Yes/No	
p_4	Number	Guarda peso do tipo 1,2,3,4 ou 5 para a Dimensão 4
Weight_4	Number	
Selected_5	Yes/No	
p_5	Number	Guarda peso do tipo 1,2,3,4 ou 5 para a Dimensão 5
Weight_5	Number	

Figura 4.7 – Tabela *Dimension_W*.

Field Name	Data Type	Description
User_ID	Number	
Session_ID	Number	
Selected_1	Yes/No	
p_1	Number	
Weight_1	Number	
Selected_2	Yes/No	
p_2	Number	
Weight_2	Number	
Selected_3	Yes/No	
p_3	Number	
Weight_3	Number	
Selected_4	Yes/No	
p_4	Number	
Weight_4	Number	
Selected_5	Yes/No	
p_5	Number	
Weight_5	Number	
Selected_6	Yes/No	
p_6	Number	
Weight_6	Number	
Selected_7	Yes/No	

Figura 4.8 – Tabela *Themes_W*.

Field Name	Data Type	Description
User_ID	Number	
Session_ID	Number	
Selected_1	Yes/No	
p_1	Number	
Weight_1	Number	
Selected_2	Yes/No	
p_2	Number	
Weight_2	Number	
Selected_3	Yes/No	
p_3	Number	
Weight_3	Number	
Selected_4	Yes/No	
p_4	Number	
Weight_4	Number	
Selected_5	Yes/No	
p_5	Number	
Weight_5	Number	
Selected_6	Yes/No	
p_6	Number	
Weight_6	Number	
Selected_7	Yes/No	

Figura 4.9 – Tabela *Indicators_w_DI*.

4.4.4 *Parâmetro de Normalização*

Como parâmetro de normalização, foi considerado um valor limite para cada indicador, a partir do qual se considera estar num patamar onde a variação não é mais distinguida. Deste modo, o valor normalizado é sempre o mesmo para valores superiores ao limite, para contribuições positivas, ou inferiores para contribuições negativas. O seu armazenamento é efectuado na tabela dos indicadores num campo destinado para o efeito (*limit*), como referido na secção 4.3.1.

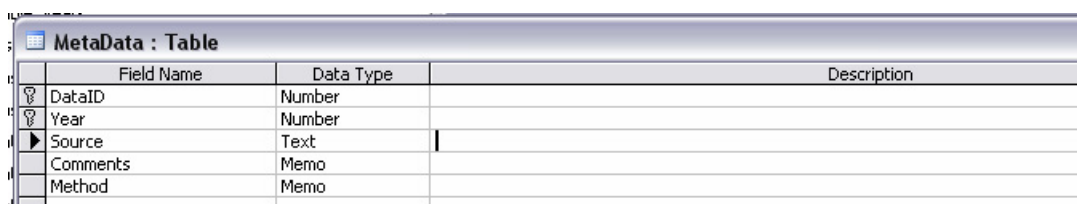
4.4.5 *Metadados*

A palavra metadados inclui o prefixo “meta”, de origem grega, que significa “após” ou “esse que ultrapassa, que engloba”. Correntemente, esse prefixo designa uma noção que sucede a uma outra e que a toma em consideração à posteriori. Tem-se assim que os metadados são desenvolvidos a partir e em função de dados, sendo por isto que são apelidados comumente como “dados sobre dados” ou “a informação sobre a informação”. Na prática,

constituem uns marcos ou pontos de referência que permitem circunscrever a informação sob todas as formas. Podem ser considerados com resumos da informação sobre a forma ou o conteúdo de uma fonte (Turner).

Reconhece-se aos metadados particular importância no âmbito dos recursos visuais que, sem eles, podem permanecer praticamente inexploráveis ou impossíveis de encontrar. Os utilizadores dependem das informações anexadas às imagens ou vídeos para efectuarem pesquisas pertinentes e precisas. Os metadados ajudam assim os utilizadores a descobrirem a existência de recursos e a natureza do que procuram. Essa informação “extra” também serve para avaliar a fonte e para compará-la com outras fontes. Por outro lado, essa importância não se restringe apenas aos utilizadores, mas a presença de metadados de ordem técnica e administrativa (como a pertença a uma colecção, informações de *copyright*, formato do ficheiro, etc.) permite gerir, manter e preservar colecções digitais (Soft Expérience).

Na base de dados do sistema está contemplada a inserção de metadados. Este aspecto contempla tanto os dados de base como os indicadores. Para os dados de base, está previsto anexar informação relativa ao ano a que se referem, a sua fonte e uma descrição para inserir informação adicional que seja considerada relevante (Figura 4.10). Quanto aos indicadores, é possível guardar o ano a que dizem respeito e a fonte, referir qual ou quais os dados de base foram utilizados, qual o processo de cálculo ou obtenção e ainda registar um texto descritivo que possa ajudar a melhor compreensão do seu significado.

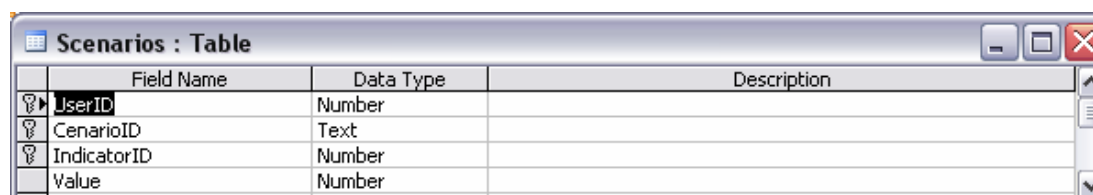


	Field Name	Data Type	Description
	DataID	Number	
	Year	Number	
	Source	Text	
	Comments	Memo	
	Method	Memo	

Figura 4.10 – Tabela Metadados.

4.4.6 Cenários

Na estrutura de dados do sistema está também prevista a possibilidade de guardar dados referentes a anos cenários. Desta forma, é possível gerar dados hipotéticos resultantes de possíveis tomadas de decisão. A utilidade desta faceta é permitir tentar perceber de que forma algumas intervenções no campus se reflectirão nos indicadores considerados e, conseqüentemente, na variação da qualidade de vida, funcionando assim como ferramenta de apoio a decisão. Existe para o efeito uma tabela (Figura 4.11) constituída por quatro campos para permitir reter os dados pretendidos, a saber, o identificador do utilizador que criou o cenário (*UserID*), a designação do cenário (*CenarioID*), o identificador unívoco do indicador (*IndicatorID*), o valor a considerar para o indicador (*Value*).



Field Name	Data Type	Description
UserID	Number	
CenarioID	Text	
IndicatorID	Number	
Value	Number	

Figura 4.11 – Tabela *Scenarios*.

4.4.7 Utilizadores

Na Figura 4.12 é apresentada a tabela *Users*. Destina-se ao armazenamento dos dados dos utilizadores que efectuaram o seu registo no sistema. De forma a atribuir um carácter anónimo a esta operação, são apenas retidas duas características: o género e o grupo de actividade a que pertencem. O primeiro é guardado no campo *sexo*, com valor 0 para feminino e 1 para masculino. Para o segundo, recorre-se ao *Grupo_ID* que pode receber os valores 1 para estudante, 2 para docente e 3 para funcionário. Esta distinção visa abrir a possibilidade de perspectivar o ponto de vista destes grupos da comunidade universitária acerca da qualidade de vida no campus, calculando um índice com as opções tomadas pelos utilizadores inseridos em cada um deles. Como

identificador interno para efeitos de processamento, é utilizado um valor numérico único por pessoa guardado no campo *User_ID*. Quanto ao *login* e *password*, como é usual, permitem aos utilizadores identificarem-se perante o sistema.

Field Name	Data Type	Description
User_ID	Number	
Grupo_ID	Number	1-Estudante, 2-Docente, 3-Funcionário
Sexo	Number	0 - Feminino; 1 - Masculino
login	Text	
password	Text	

Figura 4.12 – Tabela *Users*.

A tabela *Sessions_Status* (Figura 4.13) tem a sua razão para capturar o estado das sessões iniciadas: se o processo de avaliação da qualidade de vida foi conduzido até ao fim, isto é, se foram seleccionados indicadores/temas/dimensões, atribuídos importâncias e calculado um índice (operação que finaliza o armazenamento dos dados enumerados), a sessão será considerada como concluída (valor *true* no campo *Completed*). Ao efectuar esta distinção do estado das sessões, torna-se possível garantir que apenas sessões válidas do ponto de vista da recolha de dados possam integrar o processo de cálculos de índices da qualidade de vida. São ainda guardado quais foram o ano base e o ano alvo que foram escolhidos pelo utilizador para realizar a sua avaliação.

Field Name	Data Type	Description
User_ID	Number	
Session_ID	Number	
Nome	Text	
Completed	Yes/No	
AnoBase	Number	
AnoAlvo	Text	Text porque pode ser cenário (ex: 2007*)

Figura 4.13 – Tabela *Sessions_Status*.

4.5 A base de modelos

Devido à sua principal função, que consiste em reunir rotinas e modelos (por exemplo estatísticos, financeiros, de previsão, de ciência da gestão e outros quantitativos), a base de modelos confere a um SAD capacidades de análise, bem como potencialidades no que respeita ao cálculo de indicadores. Os SAD distinguem-se assim de outros sistemas de informação, nomeadamente pela capacidade de invocar, correr, modificar, combinar e examinar modelos.

4.5.1 *Modelos de Cálculo de indicadores*

Para além dos indicadores que advêm directamente de um levantamento de valores quer, por exemplo através de contagem ou medição, existem outros cujo valor deriva do recurso a operações entre indicadores ou da aplicação de modelos bem definidos. De seguida, apresentam-se os modelos considerados neste trabalho.

4.5.2 *Calculador para a construção de indicadores*

Para além dos indicadores predefinidos, pode surgir a necessidade de construir novos indicadores que até então não tinham sido considerados. Justifica-se assim a existência de um calculador cuja principal função é precisamente a de providenciar uma forma acessível de construir indicadores. Uma vez introduzida a designação do novo indicador, o passo seguinte consiste em definir o valor que lhe será atribuído. Na sua vertente mais simples, consistirá na introdução directa do valor a considerar, podendo este advir por exemplo de uma recolha de informação junto de uma entidade ou de um levantamento efectuado. Por outro lado, também é possível construir, de uma forma assistida, uma expressão que poderá conter valores numéricos e operadores, bem como envolver outro indicador.

4.5.3 Modelos de simulação acústica

O ruído é visto como um dos principais factores de degradação da qualidade de vida das populações. Esta situação tem sido reforçada pelo agravar deste problema motivado, sobretudo, pelo desenvolvimento desequilibrado dos espaços urbanos e pelo aumento significativo da mobilidade das populações, com o conseqüente incremento dos níveis de tráfego rodoviário (Silva *et al.*, 2002).

Num contexto onde o ruído tem vindo a aumentar no espaço e no tempo, o tráfego de veículos motorizados é uma das fontes sonoras mais poluentes. No entanto, outras fontes, tais como o tráfego aéreo e ferroviário, o funcionamento de equipamentos industriais e domésticos e o ruído da vizinhança têm tendência a desenvolver-se e a multiplicar-se. Além disso, a intensidade do ruído atinge em muitos casos níveis preocupantes, afectando de diversas formas a saúde física e mental, com conseqüências mais ou menos graves que vão do simples incómodo à afectação da audição.

Dada a importância relativa que assume o ruído produzido pelo tráfego em meio urbano, a sua avaliação quantitativa é a base na qual assentam as políticas de controlo de ruído. São necessárias ferramentas de avaliação para estabelecer os níveis de ruído existentes, avaliar o impacto do ruído do tráfego no processo de planeamento e determinar a eficiência das medidas anti-ruído tomadas.

O método de medição é somente exequível quando aplicado a situações existentes, sendo os métodos de previsão utilizados com vantagem em situações em fase de planeamento bem como em situações já existentes.

De um ponto de vista técnico, os métodos de previsão são melhores para determinar de forma contínua no espaço os níveis sonoros devidos ao tráfego rodoviário. Torna-se ainda possível gerar vários cenários com fluxos de tráfego diferentes, vários tipos de pavimento, etc. Os resultados de medições dão-nos somente uma informação pontual sobre uma situação limitada em concreto – as condições específicas em que as medidas são feitas.

Uma das vantagens mais importantes dos modelos de previsão consiste na possibilidade de modelação de uma situação não existente com baixo dispêndio de tempo e custo (Bertellino e Licitra, 2000).

O método utilizado para a previsão do ruído do tráfego deve fornecer resultados seguros que representem a situação real existente dos níveis de ruído sob quaisquer condições de emissão e propagação (OECD, 1995). A concretização deste objectivo depende dos seguintes factores:

- Avaliação das emissões de ruído devido ao fluxo de tráfego;
- Avaliação da atenuação do ruído entre a fonte e o ponto de recepção.

Todos os modelos utilizam parâmetros que representam as diferentes variáveis envolvidas. Em todos os casos os parâmetros reproduzem as fontes de som (parâmetros de tráfego), condições topográficas, localização dos pontos receptores, atenuações devidas ao ar e ao solo e a presença de obstáculos entre a fonte e o receptor (OECD, 1995).

O algoritmo de cálculo gera, a partir de cada ponto receptor, um conjunto de raios correspondentes à propagação do ruído, normalmente espaçados em ângulos iguais e, portanto, definindo sectores de círculo.

O cálculo acústico é realizado para cada raio que sai do receptor considerado e que pode intersectar uma fonte de ruído. Se o intervalo angular for suficientemente pequeno, poder-se-á assumir que, nesse intervalo o terreno e o meio mantém características constantes e a propagação média não varia no sector. Nestas condições, o problema resume-se ao cálculo numa secção definida entre uma fonte pontual e o receptor. Para tal é necessário definir a potência acústica associada à fonte, a atenuação devida à divergência geométrica (A_{div}), a absorção pelo ar (A_{atm}), a difracção (A_{dif}), os efeitos devidos ao solo (A_{solo}) e a absorção das superfícies verticais (A_{ref}) nas quais o raio foi reflectido no plano horizontal.

Existem disponíveis no mercado numerosos modelos previsionais de ruído que constituem um importante instrumento de trabalho na modelação da situação acústica, como referido por Bertellino e Licitra (2000). O método

designado por *Novo Método de Previsão do Ruído do Tráfego* (NMPB 96) é o método recomendado pela Directiva 2002/49/EC do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente. Uma aplicação do estudo referido pode ser consultada no trabalho de Silva e Mendes (2005).

O algoritmo calcula o nível sonoro contínuo equivalente de longo termo (L_{LT}), tendo o método em consideração as condições meteorológicas observadas localmente. Este nível L_{LT} é obtido à custa da soma dos contributos energéticos dos níveis sonoros obtidos para as condições atmosféricas homogéneas (situação em que o gradiente vertical de velocidade do som é nulo) e favoráveis (situação em que aquele gradiente é positivo), ponderadas segundo a sua ocorrência relativa no local considerado. Nos períodos em que ocorrem condições atmosféricas desfavoráveis (situação em que o gradiente vertical de velocidade do som é negativo) são assumidos pelo método níveis sonoros correspondentes a condições homogéneas. Esta assumpção majora de facto os níveis reais obtidos nestas condições de propagação, mas acaba por traduzir uma abordagem pelo lado da segurança (Berengier e Garai, 2000).

No cálculo da propagação da potência acústica que chega a determinado receptor são considerados vários factores de atenuação: a atenuação devida à divergência geométrica (A_{div}); a atenuação devida à absorção pelo ar (A_{atm}); a atenuação devida à difracção (A_{dif}); os efeitos devidos ao solo (A_{solo}); e a absorção das superfícies verticais (A_{ref}).

Desta forma, segundo este método, o nível acústico para um período longo é calculado segundo a Equação (4.1).

$$L_p = LW - A_{div} - A_{atm} - A_{solo} - A_{dif} - A_{ref} \quad (4.1)$$

onde,

L_p : é o nível sonoro expresso em dB(A), e

LW : representa a potência acústica associada a tráfego rodoviário expressa em dB(A)/m.

O cálculo da potência acústica LW associada a tráfego rodoviário é função das características do tráfego (fluxo, composição e velocidade média do tráfego), bem como da tipologia e tipo de pavimento da estrada (CSTB, 2001).

Por simplificação de cálculo, os dados de tráfego relativos a duas categorias de veículos (ligeiros e pesados) são tratados de uma forma agregada ponderando o fluxo de veículos pesados através de um factor de equivalência acústica entre veículos ligeiros e pesados.

A potência acústica por metro de faixa rodoviária é calculada pela Equação 4.2.

$$LW = LW_{VL} + 10 \log \left(\frac{\text{fluxo} + \text{fluxo} \times \%P \times (EQ - 1) / 100}{V_{50}} \right) - 30 \quad (4.2)$$

onde,

LW_{VL} : é a potência acústica produzida por um veículo ligeiro;

fluxo : é o número de veículos por hora por faixa de rodagem;

$\%P$: é a percentagem de veículos pesados; e

EQ : é a equivalência de veículos pesados/veículos ligeiros.

A potência acústica de um veículo ligeiro é obtida a partir da Equação 4.3.

$$LW_{VL} = 46 + 30 \log V_{50} + C \quad (4.3)$$

onde,

V_{50} : é a velocidade do fluxo de veículos e $V_{50} = 30$ se $V_{50} < 30$;

$C = 0$ para fluxo de tráfego fluído;

$C = 2$ para fluxo de tráfego intermitente; e

$C = 3$ para fluxo de tráfego em aceleração.

O factor de equivalência acústica entre veículos ligeiros e pesados tem em linha de conta as Normas Francesas – NF S.31.085 (AFNOR, 1991).

4.5.4 Modelos de simulação da qualidade do ar

Quer em países desenvolvidos, quer nos que foram rapidamente industrializados, o principal problema de poluição do ar recaía historicamente nos graus elevados de fumo e de dióxido de enxofre emanados da combustão de combustíveis fósseis contendo enxofre (por exemplo o carvão) para uso doméstico e industrial. Actualmente, a maior ameaça advém das emissões do tráfego. Os motores dos veículos, a gasolina e a diesel, emitem diversos poluentes, dos quais se destacam o monóxido de carbono (CO), os óxidos de azoto (NO_x), os compostos orgânicos voláteis (COV) e as partículas totais em suspensão (PTS), cujo impacto na qualidade do ar tem sido crescente. Para além disso, reacções fotoquímicas resultantes da acção da luz solar sobre o dióxido de nitrogénio (NO₂) e os COV emitidos pelos veículos leva à formação de ozono, um poluente secundário de longo alcance, cujo impacto se reflecte muitas vezes em zonas rurais situadas longe das fontes emissoras. As chuvas ácidas são outro poluente de longo alcance que é influenciado pelas emissões de NO_x dos veículos. Exceptuando algumas situações, no seu todo as fontes poluentes de origens industrial e doméstica e seu impacto na qualidade do ar tendem a estabilizar ou até a melhorar ao longo do tempo. No entanto, os problemas de poluição pelo tráfego continuam a agravar-se em todo o mundo (The UK National Air Quality Information Archive, 2006).

Para obtenção de medições, recorreu-se à simulação através da aplicação ADMS-Roads da CERC (*Cambridge Environmental Research Consultants*). Este *software* integra algoritmos avançados que tomam em consideração as dependências do vento, da turbulência e da estabilidade para gerar as suas previsões. Como a sua designação indica, os cálculos baseiam-se em volumes de tráfego automóvel como fonte de poluentes.

4.5.5 *Modelo de cálculo do Factor de Visão do Céu*

O factor de visão do céu (FVC) é um parâmetro adimensional também chamado de factor de configuração ou ainda factor angular, tendo sido utilizado por vários autores (Steyn, 1980; Oke, 1981; Johnson e Watson, 1984; Barring *et al.*, 1985; Oke, 1988; Souza, 1996). É um factor que indica uma relação geométrica entre a Terra e o céu e que representa uma estimativa da área visível de céu. Esta unidade pode ser relacionada com o fluxo de radiação, sendo definida como a razão entre a radiação do céu recebida por uma superfície plana e aquela proveniente de todo ambiente radiante. O factor de visão do céu é uma das principais causas da ilha de calor urbana, porque o arrefecimento das superfícies terrestres é proporcional à área de céu visível a partir desta superfície.

Dado que o céu apresenta normalmente temperaturas mais baixas do que a superfície da Terra, este desempenha um importante papel na equilíbrio energético. No processo de libertação de calor e conseqüente redução da temperatura da Terra, o céu é um elemento que recebe as radiações de onda longa provenientes da superfície da Terra. Para além disso, a perda de radiação urbana está estreitamente ligada à obstrução do céu por edificios ou qualquer outro elemento urbano, quando considerando do ponto de vista da Terra. Ondas longas não são somente absorvidas pelas superfícies quentes durante o dia, mas também libertadas para o céu frio à noite. Assim, a geometria das superfícies urbanas influencia a troca de radiações entre a Terra e o céu.

Em termos geométricos, qualquer edificação, elemento ou equipamento urbano, pertencente ao plano do observador posicionado na camada intra-urbana, representa uma obstrução à abóbada celeste. A sombra (projecção) dessa edificação na abóbada celeste é a fracção do céu por ela obstruída para o observador (ou ainda, representa a parte obstruída do fluxo de radiação, que deixa o observador, em direcção ao céu). Seu valor numérico é sempre menor que a unidade, pois dificilmente se encontram regiões urbanas, que não apresentem nenhuma obstrução do horizonte (situação para a qual seu valor seria a unidade).

Utilizando métodos como a projecção estereográfica (Figura 4.14) da abóbada celeste, edificações podem ser projectadas no plano horizontal e, assim, representada a área de céu visível para um ponto de observação qualquer na camada intra-urbana (Figura 4.14). Uma vez determinada a área de obstrução da abóbada celeste, esta é relacionada à área de céu total, para que seja estimado o valor do FVC. Normalmente, para a representação da área total de céu, a abóbada celeste deve ser dividida em áreas de igual tamanho e depois projectada sobre o plano do observador.

Uma das etapas mais problemáticas na determinação do FVC é a determinação angular dos pontos de obstrução em relação à posição do observador. Num SIG, no entanto, este problema poderia ser evitado, substituindo assim as câmaras fotográficas ou equipamentos topográficos utilizados para este fim. Este tipo de proposta é factível, desde que as bases de dados contenham os valores das três dimensões envolvidas (x , y e z).

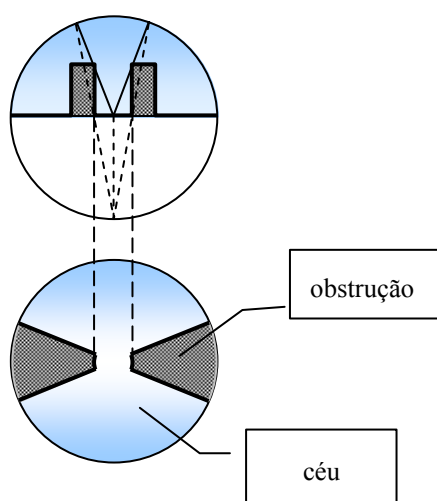


Figura 4.14 - Projecção estereográfica da área de céu obstruída.

Portanto, para que o cálculo do FVC fosse incorporado a um SIG, foi necessária a escolha de um software capaz de armazenar e possibilitar manipulação de dados espaciais em 3D (três dimensões x , y e z), para que posteriormente aos cálculos, a visualização em 2D (duas dimensões, x e y) pudesse ser criada. O software utilizado foi o *ArcView GIS 3.2*, juntamente com

sua extensão *ArcView 3D Analyst*, produzidos pela ESRI – *Environmental Systems Research Institute*. Através de sua linguagem de programação *Avenue*, o *ArcView* permite a personalização de menus, botões e ferramentas, possibilitando automatizar tarefas e incorporá-las à interface com o usuário.

Denominada 3DSkyView, a extensão criada por Souza, Rodrigues e Mendes (2003), detalhadamente apresentada em anexo, tem como princípio básico de cálculo a sobreposição espacial de uma malha estereográfica (Figura 4.15) de pontos da abóbada celeste sobre a projecção estereográfica da camada intra-urbana em plano horizontal. Em termos práticos, a sub-rotina obtém novas coordenadas cartesianas para pontos que representem os vértices das arestas das edificações ou elementos urbanos que compõem a cena. Assim a área total da malha estereográfica pode ser comparada à área obstruída pelos elementos urbanos.

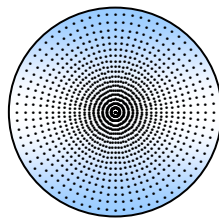


Figura 4.15 – Malha Estereográfica da Abóbada Celeste

O novo sistema de coordenadas da projecção estereográfica refere-se à relação tridimensional na camada intra-urbana. Existem nesta relação três ângulos importantes, que podem ser observados na Figura 4.16: o ângulo α entre o plano vertical que contém o observador (O) e o eixo Norte-Sul e aquele que contém o observador e o ponto de interesse na edificação; o ângulo β entre o plano horizontal do observador e o plano inclinado que contém o observador e o ponto de interesse; e o ângulo θ , entre o plano que contém o observador e ponto de fuga situado no Nadir e a linha de projecção do ponto de interesse até o Nadir.

Considerando que o observador está em posição móvel e que α deve sempre estar relacionado ao plano vertical que contém o observador e β deve estar sempre relacionado ao plano horizontal do observador, estes ângulos são

comparáveis ao azimute e à altitude, que podem ser facilmente determinados. O ângulo θ pode então ser calculado pela Equação 4.4, uma vez que pertence a um triângulo isósceles.

$$\theta = \frac{90 - \beta}{2} \quad (4.4)$$

A projecção estereográfica no plano equatorial determina o segmento (\overline{OB}), que liga o ponto O do observador ao ponto B projectado na Figura 4.16, podendo ser calculado pela Equação 4.5. Nela, a variável r é o raio do círculo considerado para a representação da projecção estereográfica.

$$\overline{OB} = r \cdot \tan \theta \quad (4.5)$$

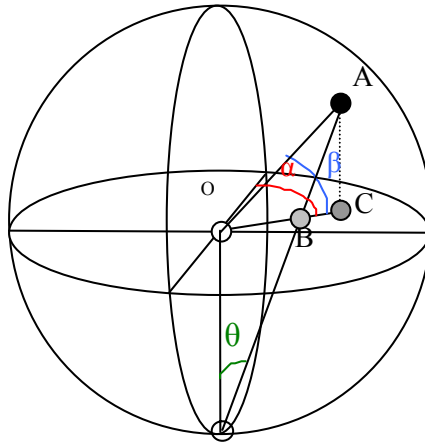


Figura 4.16 – Ângulos na Projecção Estereográfica

As novas coordenadas expressas pela Equação 4.6 e 4.7 compõem o sistema de coordenadas da projecção estereográfica. O ângulo α é submetido a um ajuste para se igualar a mesma origem das relações trigonométricas. Isto é feito porque α é calculado considerando-se que o lado norte corresponde ao ângulo 0° , enquanto o mesmo ângulo para a trigonometria corresponde ao lado leste. Esta rotação é a razão para que 90° sejam subtraídos de α nas Equações 4.6 e 4.7.

$$x = \cos(90 - \alpha) \cdot \overline{OB} \quad (4.6)$$

$$y = \sin(90 - \alpha) \cdot \overline{OB} \quad (4.7)$$

Estas novas coordenadas permitem a representação estereográfica de qualquer ponto em um plano horizontal em *ArcView GIS*. A estimativa do FVC torna-se, portanto, uma questão de manipulação espacial para sobreposição de uma malha estereográfica do céu de igual raio. Seu valor é calculado pela Equação 4.8, onde q é a área de céu visível e Q é o total da área de céu definida pela área do círculo adoptado para a protecção estereográfica.

$$\varphi = \frac{q}{Q} \quad (4.8)$$

Aplicações deste modelo podem ser encontradas em Souza *et al.* (2003), Souza *et al.* (2004) e Souza *et al.* (2005)

4.5.6 Modelo de acessibilidade

O modelo que se adopta foi apresentado e aplicado à avaliação da acessibilidade num campus universitário por Rodrigues (2001). Baseia-se na medição de afastamento incluindo o efeito da distância. Enumeram-se de seguida os principais pontos teóricos para a avaliação da acessibilidade que o modelo procura englobar:

- i. a acessibilidade avalia-se em relação a um determinado objectivo; a título de exemplo, o objectivo pode ser a localização industrial, ou a avaliação dos níveis de acessibilidade no interior dum campus universitário;
- ii. o índice de acessibilidade a calcular resulta da combinação das distâncias a um conjunto de destinos-chave, que podem ser pontos (por exemplo paragens de autocarro), linhas (por exemplo estradas) ou áreas (por exemplo centros de serviços);

- iii. os destinos-chave estão relacionados com o objectivo e podem possuir importâncias diferentes (pesos);
- iv. os meios que permitem alcançar os destinos-chave podem apresentar diferentes níveis de resistência ao movimento (fricção). A título de exemplo, e do ponto de vista pedonal, a fricção advirá das “dificuldades” encontradas no percurso (por exemplo escadas ou rampas);
- v. as distâncias-custo aos destinos-chave resultam da combinação das distâncias reais com a fricção da superfície;
- vi. as distâncias-custo aos destinos-chave podem ser normalizadas através de funções *fuzzy* que, após a aplicação dos pesos, representam a sua contribuição no índice de acessibilidade.

Sendo i uma localização, a sua acessibilidade A_i é dada pela equação (Mendes, 2001; Rodrigues, 2001):

$$A_i = \sum_j f(c_{ij}) \cdot w_j \quad (4.9)$$

onde,

$f(c_{ij})$: função *fuzzy* aplicada à distância-custo entre o local i e o destino-chave j ;

w_j : peso do destino-chave j .

A definição dos pontos i , para os quais é medida a acessibilidade, depende da forma como o espaço é modelado. No caso de uma rede, são considerados todos os nós existentes na sua definição, enquanto que num espaço contínuo (superfície), cada ponto numa grelha é avaliado. Nesse caso, quando é empregue um modelo *raster*, os pontos considerados não são mais do que as células da imagem *raster* e dependem da resolução adoptada.

A equação 4.9 é essencialmente uma Combinação Linear Pesada (WLC, ver secção 3.4.2.3.1) que permite aos critérios compensar entre eles as suas qualidades (*trade-off*). Acontece assim que uma qualidade muito pobre pode ser compensada pela existência de um número de fortes qualidades.

Uma componente muito importante do modelo de avaliação multicritério diz respeito às prioridades/importâncias associadas aos diversos critérios intervenientes (neste caso distância aos destinos-chave), isto é, os valores dos pesos w_j da equação 4.9. O objectivo de envolver pesos na avaliação é o de quantificar a importância relativa de cada um dos critérios no conjunto de destinos-chave considerado. Desta forma é possível reflectir a sua importância na contribuição que tem para o índice de acessibilidade global.

Outra componente importante é o processo de normalização a adoptar. Neste caso e por ser o mais adequado para variáveis contínuas (distâncias), optou-se pelo recurso ao procedimento de *fuzzification*, isto é, a aplicação de uma função *fuzzy*, devidamente escolhida e criteriosamente calibrada. O objectivo é, para todos os destinos-chave, transformar qualquer escala de avaliação numa comparável onde os valores se enquadrem num intervalo normalizado. Neste caso, os resultados expressam o grau de pertença a um intervalo de valores entre 0.0 e 1.0, delineando uma variação contínua desde a não pertença (nenhuma acessibilidade) até à completa pertença (acessibilidade total).

Os pontos de controlo das curvas *fuzzy* constituem pontos críticos que, consoante os casos, deverão ser escolhidos tendo em conta o seu significado.

No sentido de introduzir cenários de avaliação no processo, propõe-se uma avaliação da acessibilidade em duas etapas.

Numa primeira etapa e sendo os destinos-chave agrupados em função de uma determinada característica comum (por exemplo funcionalidade), passa-se a avaliar a acessibilidade de cada local em relação a cada grupo, e não em relação a todos os destinos-chave existentes na área em estudo, através da seguinte equação de agregação pelo método WLC:

$$A_i^g = \sum_j^{n_g} f(c_{ij}).w_j^g \quad (4.10)$$

onde,

A_i^g : índice de acessibilidade do local i em relação ao grupo g ;

- $f(c_{ij})$: função *fuzzy* aplicada à distância-custo entre o local i e o destino-chave J incluído no grupo \mathcal{G} ;
 $w_j^{\mathcal{G}}$: peso do destino-chave J incluído no grupo \mathcal{G} ;
 $n_{\mathcal{G}}$: número de destinos-chave do grupo \mathcal{G} .

Ao considerarem-se os grupos de destinos-chave, os respectivos pesos são agora definidos em relação ao grupo em que estão inseridos, isto é, o somatório dos pesos será sempre a unidade dentro de cada grupo.

A segunda etapa destina-se ao cálculo do índice de acessibilidade global, através de uma nova combinação WLC dos valores da acessibilidade em relação aos grupos de destinos-chave $A_i^{\mathcal{G}}$. É então considerado um novo conjunto de pesos respeitantes a importância dos grupos de destinos-chave ($p_{\mathcal{G}}$).

O índice de acessibilidade global do local i será dado então pela equação:

$$A_i = \sum_{\mathcal{G}}^{n_{\mathcal{G}}} A_i^{\mathcal{G}} \cdot p_{\mathcal{G}} \quad (4.11)$$

onde,

- A^i : índice de acessibilidade global do local i
 $A_i^{\mathcal{G}}$: índice de acessibilidade do local i em relação ao grupo de destinos-chave \mathcal{G} ;
 $n_{\mathcal{G}}$: número de grupos de destinos-chave;
 $p_{\mathcal{G}}$: peso do grupo \mathcal{G} ;

4.5.7 Avaliação da qualidade pedonal urbana

À luz das novas ideias (Isaacs, 1998) desenvolvidas no quadro da melhoria da qualidade de vida das cidades, foi aumentando o interesse relativo ao ambiente pedonal. Este interesse vai mais longe do que o simples estudo das dimensões físicas dos passeios ou das suas características geométricas. Pretende-se que estas comunidades pedonais, ou nas em que o peão é considerado como prioritário, abarquem as infra-estruturas de transportes e as integrem numa perspectiva mais alargada, tendo em atenção o uso do território e o seu desenho.

Apresentando uma avaliação dos espaços urbanos destinados aos peões, Fontes (2003; 2005) defende que os espaços urbanos, quer sejam ruas habitacionais, comerciais, praças, ou outros espaços utilizados com frequência

pelos peões, devem ser estudados segundo duas vertentes: a dimensão física e o ambiente pedonal urbano. Estes conceitos são adoptados para identificar um conjunto de indicadores associados às duas vertentes em estudo, permitindo construir uma metodologia de análise multicritério que resultará na classificação dos diferentes espaços em diferentes níveis de utilização.

Em Fontes (2005) é apresentada uma avaliação da qualidade pedonal urbana segundo as duas vertentes já referidas: uma que analisa a dimensão física dos espaços, permitindo avaliar se correspondem às necessidades funcionais e outra que analisa o ambiente pedonal urbano e que identifica se os espaços possuem características convidativas a caminhar.

O mesmo autor salienta que a avaliação apenas física do espaço, seguindo a proposta do *Highway Capacity Manual* (HCM, 2000), não permite identificar a qualidade do ambiente pedonal disponibilizada pelos espaços urbanos. Podem existir espaços destinados ao peão, nomeadamente, passeios, passadeiras, esperas, refúgios, com dimensões adequadas ao tráfego pedonal instalado e, por isso, identificados com bons níveis de serviço, e mesmo assim não reunirem condições convidativas ao caminhar, daí resultando uma baixa intensidade de utilização. O ambiente sentido envolve uma avaliação de banda larga e de difícil materialização. A maior parte dos estudos relativos aos peões adoptam apenas uma análise física dos espaços por serem bastante mais fácil de formalizar. Procurando ir um pouco além desta análise física, e seguir as ideias propostas no estudo *The Pedestrian Environment* (Parsons, 1993), é apresentada uma metodologia, baseada ainda nos estudos CETUR (1975) FNAUT (1984) e Gart (1984), ajustada à realidade portuguesa, onde as cidades apresentam uma estrutura urbana substancialmente diferente da existente na América do Norte e mais semelhante à Europeia. As alterações pretendem dotar a metodologia de uma visão mais detalhada do ambiente pedonal urbano. Desta forma, a análise do ambiente urbano aborda cinco temas: Facilidade de atravessamento; Conexões; Usos urbanos; Topografia; e Segurança. Cada um dos temas procura avaliar parte do ambiente pedonal, permitindo, desta maneira, abranger, na generalidade, os principais factores que influenciam a decisão de caminhar. Existem naturalmente

outros factores não abordados por serem considerados como secundários e dificilmente mesuráveis.

4.5.8 Modelos de análise multicritério

A análise multicritério surgiu nos anos 60 do século passado como uma ferramenta de tomada de decisão. É utilizada para efectuar avaliações comparativas de projectos alternativos ou medidas heterogéneas. Com esta técnica, diversos critérios podem ser tomados em conta simultaneamente numa situação complexa. O método procura ajudar tomadores de decisão na integração de opções diferente, reflectindo as opiniões dos actores envolvidos, num contexto prospectivo ou retrospectivo. A participação dos decisores no processo é a base da abordagem. Os resultados são usualmente direccionados para o fornecimento de aconselhamento operacional ou de recomendações para actividades futuras (Comissão Europeia, 2003).

A análise multicritério olha para um paradigma em que um decisor individual ou grupo de decisores enfrentam uma escolha de acção num contexto de incerteza. A teoria da análise de decisão foi elaborada para ajudar uma pessoa a escolher entre um conjunto pré-especificado de alternativas. O processo de tomada de decisão assenta na informação relativa as alternativas. A qualidade da informação, em qualquer situação de decisão, pode variar desde dados obtidos com bases científicas a interpretações subjectivas, da certeza acerca dos efeitos da decisão (informação determinística) a efeitos incertos representados por probabilidades e números vagos. Esta diversidade no tipo e qualidade da informação em problemas de decisão levou ao uso de métodos e técnicas que possam apoiar o processamento de informação. Em última instância, os métodos e técnicas podem conduzir a melhores decisões (Nações Unidas, 2004).

Os nossos valores, crenças e percepções são uma força que se encontra subjacente a qualquer actividade de tomada de decisão. São responsáveis pela discrepância percebida entre um estado actual e o estado desejado. Valores são manipulados com um objectivo, que é muitas vezes o primeiro passo num

processo de decisão formal, apoiado em técnicas de tomada de decisão. Esse objectivo pode ser avançado por um único indivíduo (decisor) ou por um grupo de pessoas. Uma decisão caracteriza-se actualmente pela procura de uma “boa escolha” entre um número de alternativas disponíveis. Num contexto de tomada de decisão multicritério (MCDM – *multicriteria decision-making*), a selecção é facilitada pela avaliação de cada alternativa baseada num conjunto de critérios. Os critérios devem ser mensuráveis, nem que essa medida seja simplesmente numa escala nominal do tipo sim/não ou presente/ausente, e os seus efeitos devem ser medidos para cada alternativa de decisão. Os efeitos dos critérios fornecem as bases de comparação das escolhas e, conseqüentemente, facilitam a selecção de uma escolha satisfatória (Nações Unidas, 2004).

A avaliação multicritério pode ser organizada com o intuito de produzir uma conclusão simples e sintética no final de uma avaliação ou, pelo contrário, com o intuito de produzir conclusões adaptadas às preferências e prioridades de diversos parceiros. No caso dos programas socio-económicos da União Europeia, os diferentes níveis de parcerias (europeia, nacional e regional) podem ser envolvidos. Cada um desses níveis tem legitimidade em estabelecer as suas próprias prioridades e exprimir as suas preferências em relação aos critérios (Comissão Europeia, 2003).

Esta ferramenta tem por objectivo estruturar e combinar as diferentes apreciações que devem ser tomadas em consideração no processo de tomada de decisão. Isto faz com a tomada de decisão seja constituída por múltiplas escolhas e que o tratamento dado a cada uma dessas escolhas condicione em grande parte a decisão final. A análise multicritério também é utilizada para realçar as convicções argumentadas e subjectivas dos diferentes intervenientes (*stakeholders*) no que toca a cada questão em particular. É frequentemente usada para sintetizar as opiniões expressas, com o intuito de determinar as estruturas prioritárias, analisar situações de conflito, ou formular recomendações ou aconselhamento operacional (Comissão Europeia, 2003).

O grande objectivo da integração do apoio à tomada de decisão é de fornecer aos decisores a aptidão de olhar para o futuro e tomar as melhores

decisões possíveis, baseando-se em informação do passado e do presente, bem como em previsões para o futuro. No contexto de desenvolvimento sustentável, isto significa ser-se capaz de prever antecipadamente a vulnerabilidade de populações e infra-estruturas e o risco que as mesmas correm perante ameaças, naturais ou induzidas pelo homem. Isto requer que os dados sejam transformados em conhecimento e que as consequências advindas do uso da informação, bem como os processos de tomada de decisão e de participação, sejam analisados com cautela (Nações Unidas, 2004).

4.5.8.1 Normalização de critérios

Dado que a avaliação dos diferentes critérios resulta habitualmente em gamas de grandezas e valores não comparáveis, torna-se necessário proceder à sua normalização para uma mesma escala, no sentido de se proceder, posteriormente, à respectiva combinação.

Inserida numa gama de curvas de normalização que utilizam os valores máximo e mínimo, a variação linear é a forma mais simples de definir uma escala (Eastman, 1997):

$$x_i = \frac{(R_i - R_{min})}{(R_{max} - R_{min})} \times Intervalo_normalizado, \quad \forall i \in \{1, \dots, n\} \quad (4.12)$$

onde R_i é o valor de *score* a normalizar e R_{min} e R_{max} são respectivamente os *scores* mínimos e máximos.

Quando o número de *scores* permite o cálculo de médias e desvios padrões com algum significado, pode recorrer-se ao processo de normalização denominado *z-score* (Bossard, 1999), que se expressa através da seguinte equação (Mendes *et al.*, 1999b):

$$Zscore = a \frac{r - \mu[r]}{\sigma[r]} \quad (4.13)$$

onde r é o valor do *score* a normalizar, $\mu[r]$ é a média dos *scores* das diferentes alternativas em consideração e $\sigma[r]$ o respectivo desvio padrão. A variável a assume o valor +1 quando maiores valores do *score* do critério contribuem positivamente para o objectivo em causa, e o valor -1 quando maiores valores do *score* contribuem negativamente para o objectivo.

Assim definido, o *z-score* é o número de desvios padrões que o *score* do critério está acima ou abaixo da média dos *scores* de todas as alternativas consideradas. Uma utilização extensiva deste conceito pode ser consultada em Mendes *et al.* (1999a; 1999b) e Ramos (2000).

Idêntico na sua essência ao processo de normalização, o processo de *fuzzification*⁵, introduzido pela lógica *fuzzy*, também é empregue para normalizar avaliações de critérios. A conversão de um conjunto de valores expresso numa determinada escala num outro comparável e enquadrado numa escala normalizada (por exemplo 0-1), permite traduzir o grau de pertença, designado por *fuzzy membership* ou possibilidade, que, variando entre 0 e 1, indica um crescimento contínuo desde a não-pertença até à pertença total, na base do critério submetido ao processo de *fuzzification*.

Para reger a variação entre o ponto mínimo, ponto a partir do qual *scores* contribuem para a decisão, e o ponto máximo, ponto a partir do qual *scores* superiores não fornecem contribuição adicional para a decisão, da curva de normalização, são várias as funções que podem ser utilizadas (por exemplo, Sigmoidal, J-Shaped, Linear e Complexa) também designadas por funções *fuzzy*, mais genericamente e na terminologia anglo-saxónica, *fuzzy set membership functions*, (Zadeh, 1965; Eastman, 1997; Mendes, 2001). A Figura 4.17 apresenta as formas e respectivas formulações matemáticas, ilustrando também os pontos de controlo mínimo (a) e máximo (b).

⁵ *Fuzzification* é a expressão original apresentada por Zadeh (1965), para a qual não se adoptou qualquer tradução. O mesmo sucede para a palavra *fuzzy*.

A propósito da Figura 4.17, considera-se relevante referir que apenas são apresentadas formas de curvas crescentes, isto é, aquelas cujo *score* normalizado cresce com o *score* original. No caso inverso, quando uma variação positiva dos *scores* originais provoca uma variação negativa dos *scores* normalizados, a curva é decrescente e a respectiva equação deve ser devidamente ajustada.

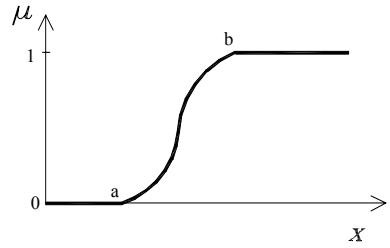
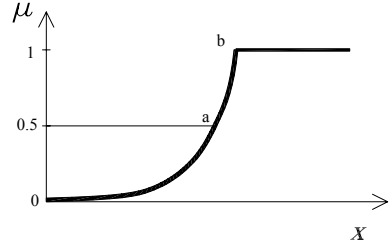
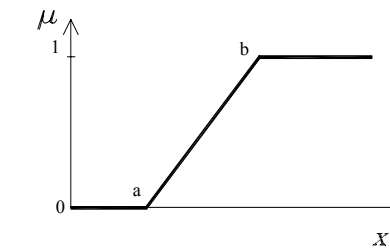
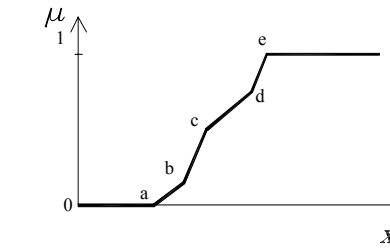
 <p>Sigmoidal</p>	$\mu = \sin^2(\alpha)$ $\alpha = (x - x_a)/(x_b - x_a) * \pi / 2$ <p>Para $x > x_b$, $\mu = 1$; $x < x_a$, $\mu = 0$</p>
 <p>J-shaped</p>	$\mu = 1/(1 + ((x - x_b)/(x_b - x_a))^2)$ <p>Para $x > x_b$, $\mu = 1$</p>
 <p>Linear</p>	$\mu = (x - x_a)/(x_b - x_a)$ <p>Para $x > x_b$, $\mu = 1$; $x < x_a$, $\mu = 0$</p>
 <p>Complexa</p>	<p>A função <i>fuzzy</i> entre dois pontos pode ser linearmente interpolada.</p>

Figura 4.17 - Funções *fuzzy*

Em função da natureza do critério, deverá ser escolhida a função adequada, sendo que a função sigmoideal é a mais utilizada. Para além desta escolha cuidada, é fulcral uma selecção rigorosa dos pontos de controlo. Este rigor impõe-se uma vez que, de certa forma, são importantes na calibração da função para critérios e realidades particulares. Um exemplo poderá ser encontrado em Ramos (2000) e Rodrigues (2001).

4.5.8.2 Geração de pesos para os critérios

Num processo de decisão envolvendo múltiplos critérios, a atribuição de um peso a cada critério visa quantificar a importância relativa de cada um. Se, para diferentes decisores, um mesmo critério pode possuir graus de importância diversos, uma cuidadosa atribuição de pesos é fundamental para que as preferências apontadas sejam fielmente conservadas.

Não existindo um método consensual para a definição de pesos, encontram-se na literatura várias propostas de procedimentos para este efeito (Voogd, 1983; Winterfelt e Edwards, 1986; Malczewski, 1999). Nas secções seguintes são apresentados quatro métodos baseados, respectivamente, no ordenamento de critérios, em escalas de pontos, na distribuição de pontos e, finalmente, em comparações par-a-par.

4.5.8.2.1 Métodos baseados no ordenamento de critérios

Ordenar os critérios de acordo com a ordem de importância atribuída pelo decisor, isto é, atribuir a cada critério uma ordem crescente em função do decréscimo da importância (ao critério mais importante é atribuído a ordem 1, ao segundo mais importante a ordem 2, ...), apresenta-se como um método de grande simplicidade. Após estabelecer-se o ordenamento, segue-se o processo de geração dos pesos, para o qual existem diversos procedimentos. A título de exemplo, citam-se (Stillwell *et al.*, 1981) o *rank sum*, que utiliza a ordem no ranking, e o *rank reciprocal*, que utiliza o inverso da ordem.

As equações que permitem obter os vectores de pesos são as seguintes:

$$\text{Rank sum: } w_j = \frac{n - r_j + 1}{\sum_k (n - r_k + 1)} \quad (4.14)$$

$$\text{Rank reciprocal: } w_j = \frac{1/r_j}{\sum_k (1/r_k)} \quad (4.15)$$

onde w_j é o peso normalizado do critério j , r_j a ordem do mesmo critério e n o número de critérios.

Apesar de atractivos dada a sua simplicidade, em geral e à medida que o número de critérios cresce, o emprego destes métodos torna-se inadequado (Voogd, 1983). Para um exemplo de cálculo de pesos por estes métodos, ver Malczewski (1999 p.179).

4.5.8.2.2 Métodos baseados em escalas de pontos

Sempre que uma avaliação directa é possível, a escala de pontos surge como uma alternativa muito simples de atribuir pesos a critérios.

Osgood *et al.* (1957) desenvolveram inicialmente este método entendendo que uma diferenciação em sete níveis é suficiente para expressar preferências. Neste método, para cada critério, é escolhido um valor pertencendo a uma escala de um a sete, sendo o significado de cada um dos valores interpretado com o recurso ao princípio da semântica diferencial (a escala é marginada por duas expressões opostas – ver Figura 4.18).

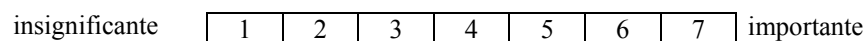


Figura 4.18 – Escala de sete pontos

Atribuído um valor da escala a cada critério, procede-se à normalização desses valores de forma a gerar um conjunto de pesos.

Posteriormente, surgiram variações onde a escala é convertida de forma arbitrária em escala de n pontos. Podem ser encontrados em Findlay *et al.* (1988)

e em Mendes (1999b) exemplos da utilização com uma escala de 5 pontos, aplicados a estudos de avaliação multicritério de qualidade de vida urbana.

4.5.8.2.3 *Métodos baseados na distribuição de pontos*

Segundo este método, o decisor é incumbido de distribuir, pelos diferentes critérios, pontos cujo total foi definido à partida. Deste modo, quanto maior o número de pontos atribuídos a um critério, maior é a sua importância relativa. Por exemplo, recorrendo a um total de 100 pontos, atribuí-los todos apenas a um critério significará que apenas esse é tido em conta para a tomada de decisão; em contrapartida, a atribuição de 0 pontos implica que o critério será ignorado.

Easton (1973) introduziu uma alteração ao método designada de *procedimento de estimativa de rácios*. Atribuída uma pontuação arbitrária ao critério mais importante (determinado através de um processo de ranking), são sucessivamente atribuídas pontuações proporcionalmente inferiores aos restantes critérios. A menor pontuação, associada ao critério com menor relevância, serve então de base para o cálculo dos rácios. Por outras palavras, a pontuação de cada critério é dividida pela pontuação mais baixa, resultando desta forma o rácio de cada critério. Para obter os pesos finais, esses rácios são normalizados através da divisão pelo seu total.

Para um exemplo de utilização deste método, ver Malczewski (1999 p.181).

4.5.8.2.4 *Método baseado na comparação de critérios par-a-par*

Desenvolvida por Thomas Saaty (1977; 1980; 1987) no contexto dum processo de tomada de decisão denominado AHP (*Analytic Hierarchy Process*), a metodologia de comparação par-a-par é deveras mais complexa, mas também mais promissora.

Este método tem por objectivo a criação de uma matriz de rácios. As comparações par-a-par actuam como entradas e são produzidas pesos relativos

como saídas. Sendo n o número de critérios a comparar, é gerada uma matriz quadrada de comparação de $n \times n$, onde ao longo das linhas e das colunas estão dispostos os critérios segundo a mesma ordem. Tem-se assim que a_{ij} representa a importância relativa do critério da linha i face ao critério da coluna j . Dado que a matriz é recíproca, apenas é necessário analisar a metade triangular inferior.

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \quad \wedge \quad a_{ii} = 1, \quad \forall i, j \in \{1, \dots, n\} \tag{4.16}$$

Com o intuito de normalizar todas as comparações par-a-par efectuadas, Saaty (1980) propôs uma escala de comparação de critérios alicerçada em nove níveis numéricos (Tabela 4.2 e Figura 4.19), invocando uma maior fiabilidade desta escala face a outras mais curtas.

Tabela 4.2 – Escala de comparação de critérios segundo Saaty

Valor	Definição e explicação
1	Igual importância: os dois critérios contribuem de uma forma idêntica para o objectivo;
2	Igual a pouco mais importante;
3	Pouco mais importante: a análise e a experiência mostram que um critério é um pouco mais importante que o outro;
4	Pouco a muito mais importante;
5	Muito mais importante: a análise e a experiência mostram que um critério é claramente mais importante que o outro;
6	Muito a bastante mais importante;
7	Bastante mais importante: a análise e a experiência mostram que um critério é predominante para o objectivo;
8	Bastante a extremamente mais importante;
9	Extremamente mais importante: sem qualquer dúvida, um dos critérios é absolutamente predominante para o objectivo;

Nota: Valores de 1.1, 1.2, ..., 1.9, ou ainda mais refinados, podem ser utilizados para comparação de critérios extremamente próximos em grau de importância, tal como para 2.0 até 2.9, etc.

Fonte: Adaptado de Saaty (1980)

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extremamente menos importante	Bastante	Muito	Pouco	Igual	Pouco	Muito	Bastante	Extremamente mais importante

Figura 4.19 – Escala de comparação de critérios

A determinação dos pesos processa-se ao longo de sete etapas:

Etapa 1: Construção da matriz de comparação par-a-par;

Etapa 2: *Obtenção da matriz normalizada de comparação par-a-par.*

Este passo consiste em calcular a soma de cada coluna da matriz. Então, dividir cada valor pelo somatório da coluna a que pertence;

Etapa 3: *Cálculo do vector de pesos relativos de cada critério.* Este vector é obtido através do somatório dos valores por linha (isto é por critério) da matriz normalizada, que é então dividido pelo número de critérios (número de linhas);

Etapa 4: *Cálculo do vector de Consistência.* Esta etapa pressupõe determinar o vector de somas pesadas que consiste em, primeiro, multiplicar cada coluna da matriz original de comparação par-a-par (etapa 1) pelos valores de mesmo índice de linha do vector de pesos (etapa 3). Isto é, multiplicar a primeira coluna pelo peso do critério 1, a segunda coluna pelo peso do critério 2, etc. Segundo, realizar o somatório dos valores obtidos por linha. O vector de Consistência deriva então da divisão do vector de somas pesadas pelos pesos dos critérios obtidos anteriormente (etapa 3);

Etapa 5: Cálculo do Índice de Consistência (CI-Consistency Index). Recorre-se a seguinte fórmula:

$$CI = (\lambda - n) / (n - 1) \quad (4.17)$$

onde lambda representa a média do vector de Consistência.

Etapa 6: Cálculo do Grau de Consistência (CR-Consistency Ratio) através da fórmula

$$CR = CI / RI \quad (4.18)$$

onde RI é um índice de aleatoriedade (*Random Index*), um índice de consistência de uma matriz de comparação par-a-par gerada aleatoriamente. RI depende do número de elementos em comparação como se pode observar na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Índices de aleatoriedade (RI) para $n=1,2,\dots,15$

n	RI	n	RI	n	RI
1	0	6	1.24	11	1.51
2	0	7	1.32	12	1.48
3	0.58	8	1.41	13	1.56
4	0.90	9	1.45	14	1.57
5	1.12	10	1.49	15	1.59

Adaptado de Saaty (1980).

Etapa 7: *Eventual reavaliação da matriz de comparação*. Caso CR seja inferior a 0.1, então o rácio indica um nível razoável de consistência na comparação par-a-par. Caso contrário, o rácio indica a existência de julgamentos inconsistentes.

Embora seja um método mais complexo e demorado, que por vezes impõe a iteração para garantir um grau de consistência aceitável, os resultados e o próprio procedimento adequam-se perfeitamente a problemas em que os critérios se encontram hierarquizados, traduzindo o processo de decisão. Deste modo, apenas se estabelecem comparações par-a-par entre critérios de nível hierárquico idêntico.

4.5.8.3 Combinação de critérios

Uma vez normalizados para um intervalo fixado (0 a 1, ou outro qualquer), os scores dos critérios podem ser agregados de acordo com a regra de decisão. Para tal, existem diversas classes de operadores para a combinação de critérios (para uma descrição extensiva, ver Malczewski, 1999).

Nos parágrafos seguintes apresentam-se dois procedimentos considerados mais relevantes no âmbito dos processos de decisão de natureza espacial: a Combinação Linear Pesada (WLC⁶) e a Média Pesada Ordenada (OWA⁷). Refere-se no entanto que o sistema apenas recorre ao primeiro na

⁶ WLC deriva de *Weighted Linear Combination*. Por ser uma sigla reconhecidamente associada a este procedimento de agregação, será utilizada ao longo da dissertação.

⁷ OWA deriva de *Ordered Weighted Average*. Por ser uma sigla reconhecidamente associada a este procedimento de agregação, será utilizada ao longo da dissertação.

agregação dos critérios, tendo em vista a obtenção de índices de QVC. Contudo, de futuro, será possível adoptar o modelo OWA, necessitando para o efeito de serem definidos um segundo conjunto de pesos ligados aos resultados obtidos e não aos critérios propriamente ditos. Este segundo modelo só se justificará adoptar caso se considere que a tomada de decisão é fortemente influenciada por questões associadas à conjuntura socioeconómica e necessitando para o efeito da avaliação de cenários condicionados pela atitude de risco do processo.

O procedimento WLC (Voogd, 1983) combina os factores através duma média pesada, dada pela equação:

$$S = \sum_i^n w_i x_i \quad (4.19)$$

em que S é o valor final do *score*, w_i é o peso do factor i , x_i é o valor normalizado para o mesmo factor e n é o número de factores. Dado que o somatório dos pesos é a unidade, o *score* final vem calculado na mesma escala dos *scores* normalizados dos factores.

Quando, para além dos factores (expressos em escalas de *scores* contínuas), se aplicam também exclusões (expressas em escala binária - 0 ou 1), o procedimento pode sofrer uma alteração, multiplicando o *score* calculado com base nos factores pelo produtório das exclusões:

$$S = \sum_i^n w_i x_i \times \prod_j^m c_j \quad (4.20)$$

onde c_j é o *score* (0/1) da exclusão j e m o número de exclusões.

O facto de permitir que uma qualidade (*score* a respeito dum critério) muito pobre possa ser compensada por um conjunto de boas qualidades (*scores* mais altos a respeito de outros critérios), designado por compensação entre critérios (*trade-off*), constitui a característica mais importante do procedimento WLC (Ramos, 2000).

4.6 Gestor de relatórios

O gestor de relatórios tem por principal função a formatação e estruturação de relatórios apresentando resultados de operações efectuadas pelos diversos utilizadores do sistema.

Considera-se adequado distinguir três tipos de relatórios: sintéticos, analíticos e sintético-comparativos. Os primeiros procuram elaborar uma listagem de informação. Poderá assim incluir dados introduzidos pelo utilizador mas, sobretudo, apresentará resultados da ou das operações solicitadas. Os analíticos, para além da mera listagem de dados e resultados, oferecem também elementos de análise para interpretação e enquadramento dos resultados. Por fim, os sintético-comparativos procuram fornecer uma síntese da informação resultando de uma operação mas incluindo igualmente elementos que permitam estabelecer comparações.



Capítulo 5

Caso de estudo

De forma a concretizar o modelo apresentado anteriormente, procedeu-se à sua implementação num caso de estudo que incidiu sobre o Campus da Universidade do Minho em Gualtar. Este Campus localiza-se numa área limítrofe da cidade de Braga. A zona actualmente edificada e infra-estruturada estende-se ao longo de doze hectares (Figura 5.1). A comunidade do campus é de aproximadamente 11500 utilizadores, os quais se dividem em cerca de 10100 alunos, 800 docentes e 600 funcionários. Os edifícios existentes suportam a actividade académica, albergando as diversas Escolas e Institutos, três Complexos Pedagógicos e vários serviços, dos quais se podem destacar, a título de exemplo, a Biblioteca, a Cantina, o Centro de Informática, o Pavilhão Polivalente e os Serviços Académicos.

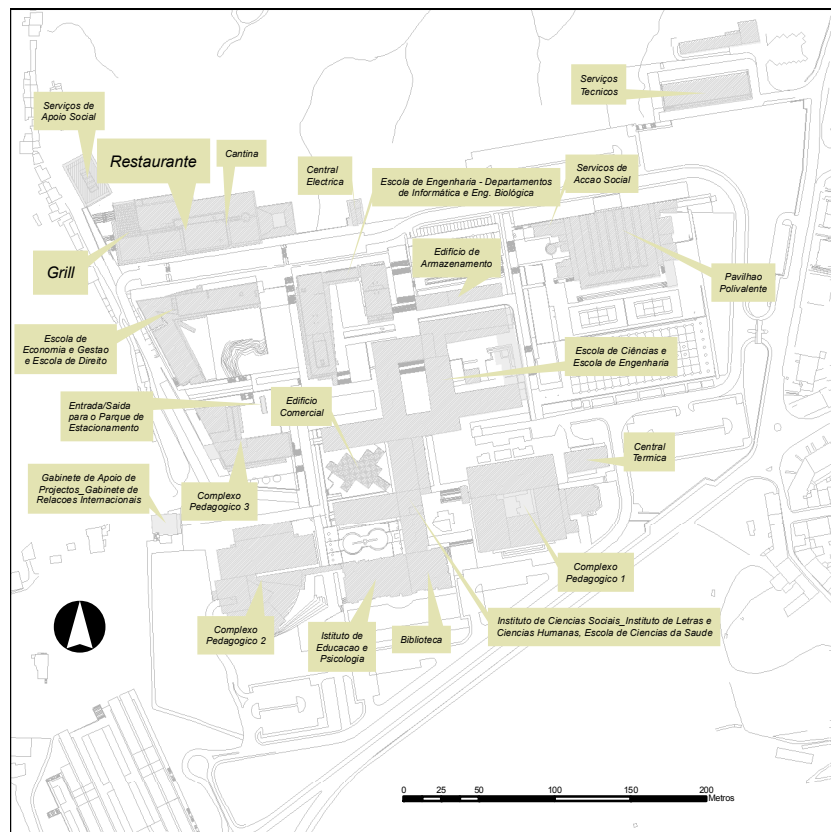


Figura 5.1 - Campus de Gualtar da Universidade do Minho

5.1 A Base de dados

Nas secções seguintes é apresentado o conteúdo da base de dados adoptada para o caso de estudo. Seguindo a estrutura preconizada no capítulo 3, a descrição é feita para cada dimensão, tema e indicador considerado. No caso dos indicadores, para além de uma breve apresentação, são também relatados os seus valores, limites e de que forma (positiva ou negativamente) contribuem para a variação da qualidade de vida. Toda os dados são referentes ao ano de 2006.

5.1.1 *Ambiente*

O termo ambiente refere-se a um conjunto complexo multidimensional de características abióticas, bióticas e humanas que estão localizadas no espaço e no tempo. O ambiente humano diz respeito às características que as pessoas construíram, modificaram ou apreenderam como componentes da sua envolvente diária, que afectam as suas circunstâncias sociais e económicas, bem como a sua saúde e o seu bem-estar. Por esse motivo, as pessoas e o ambiente são componentes de ecossistemas interrelacionados que podem permanecer relativamente constantes ou mudar rapidamente ao longo do tempo (OCDE, 1997).

O conceito de ambiente tem sido interpretado por cientistas e profissionais recorrendo a abordagens e perspectivas diversas. De uma forma mais comum, têm sido examinados constituintes inorgânicos e orgânicos dos ambientes, como por exemplo o ar, a água, o solo, a flora e a fauna, segundo abordagens sectoriais e disciplinares específicas, quer num determinado momento ou ao longo de um período alargado. Neste contexto, os indicadores ambientais têm sido definidos e aplicados como descritores quantitativos do estado ou condição de um ou mais constituintes do ambiente (OCDE, 1997).

Para esta dimensão, foram considerados três temas principais: o ruído ambiental, a qualidade do ar e a recolha de resíduos.

5.1.1.1 Ruído

A emissão de ruído sonoro é uma parte intrínseca da actividade diária nas cidades. Por essa razão, a presença de um determinado nível de ruído é inevitável e é geralmente aceite num ambiente urbano. No entanto, a poluição sonora pode afectar o sentimento das pessoas em relação aos lugares que frequentam, podendo mesmo ter um impacto negativo sobre o seu bem-estar geral. A conjugação de factores, tais como uma alta densidade populacional e uma elevada população, tende a agudizar este problema (Councils of North Shore, 2003).

Neste tema, adoptou-se como descritor o nível de intensidade sonora equivalente (Leq). Tem por função medir a média de diferentes intensidades de som ao longo de um período definido e expressa-se na escala de decibéis. Esta escala é logarítmica e varia entre 0 (o limiar da audibilidade humana) e 130 (o limiar da dor). A escala decibel A – $dB(A)$ – é o nível de som cujas frequências são mais aproximadas da sensibilidade do ouvido.

Adoptaram-se os seguintes indicadores: média do $Leq(A)$ diurno em pontos centrais, e mapa de distribuição do $Leq(A)$ diurno (Figura 5.2). No que diz respeito ao primeiro, o seu valor é de 56 $dB(A)$ e adoptou-se o limite de 65 $dB(A)$, usando como referência o decreto-lei 9/2007.

Os valores obtidos para os indicadores resultaram da análise desenvolvida através do *software* MITHRA, que efectua uma simulação de ruído tendo por base contagens do tráfego rodoviário e as características físicas da envolvente. Os resultados da simulação foram posteriormente transformados com ferramentas de SIG num mapa para integração na base de dados.

5.1.1.2 Qualidade do ar

Atendendo ao que foi referido na secção 4.5.4, adoptaram-se então os seguintes indicadores para o estudo da qualidade do ar no campus: média de concentração de partículas suspensas em pontos centrais, mapa de distribuição de concentração de partículas suspensas, média de concentração de COV em pontos

centrais, mapa de distribuição de concentração de COV, média de concentração de NOx em pontos centrais, mapa de distribuição de concentração de NOx, média de concentração de CO em pontos centrais, mapa de distribuição de concentração de CO. Apresentam-se os respectivos mapas nas Figuras 5.3, 5.4, 5.5 e 5.6.

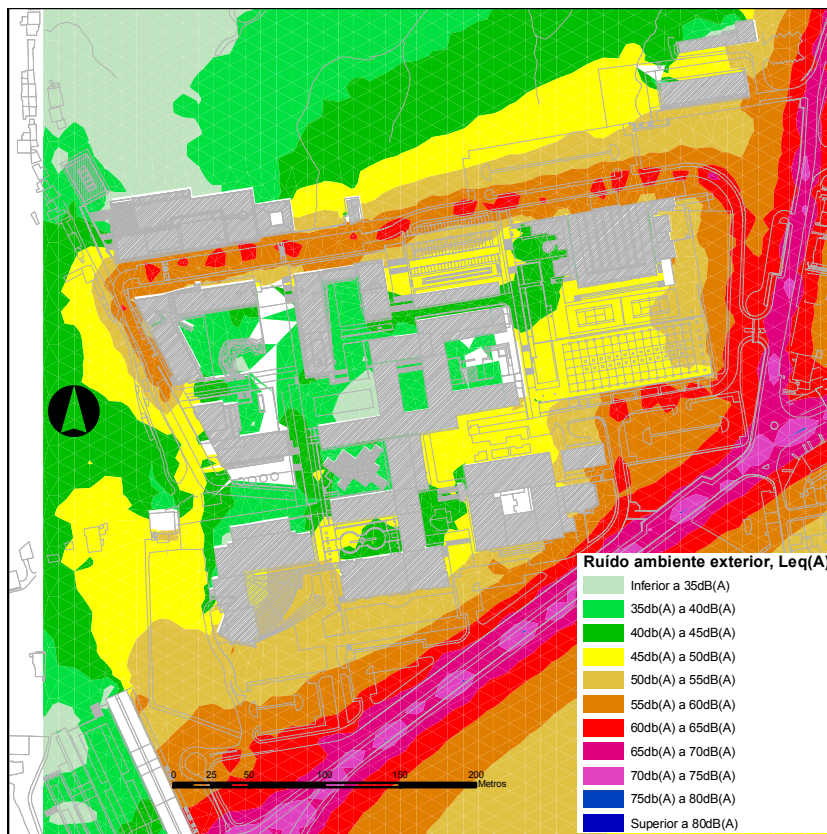


Figura 5.2 - Mapa de distribuição do Leq(A) diurno

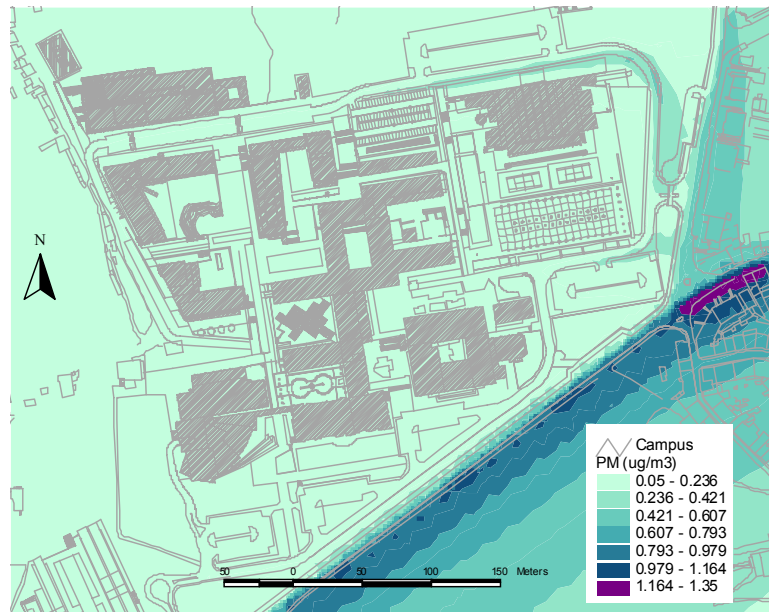


Figura 5.3 - Mapa de distribuição de concentração de partículas

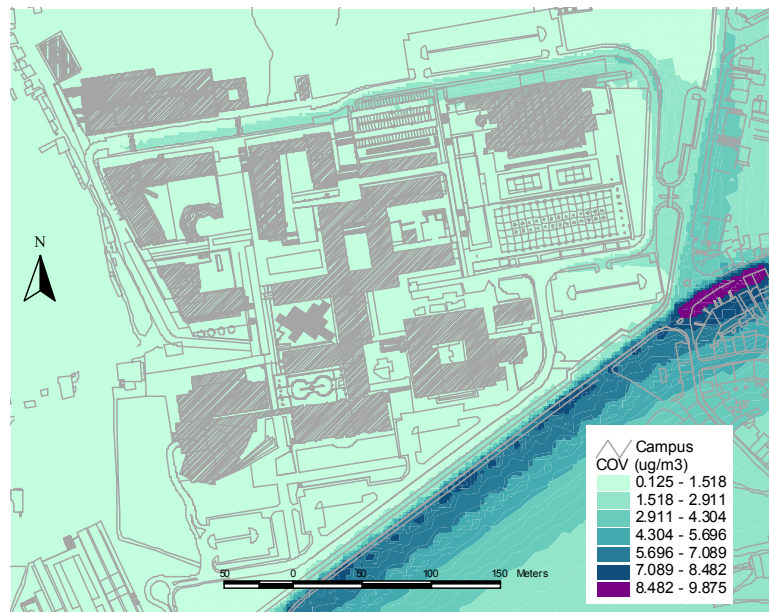


Figura 5.4 - Mapa de distribuição de COV

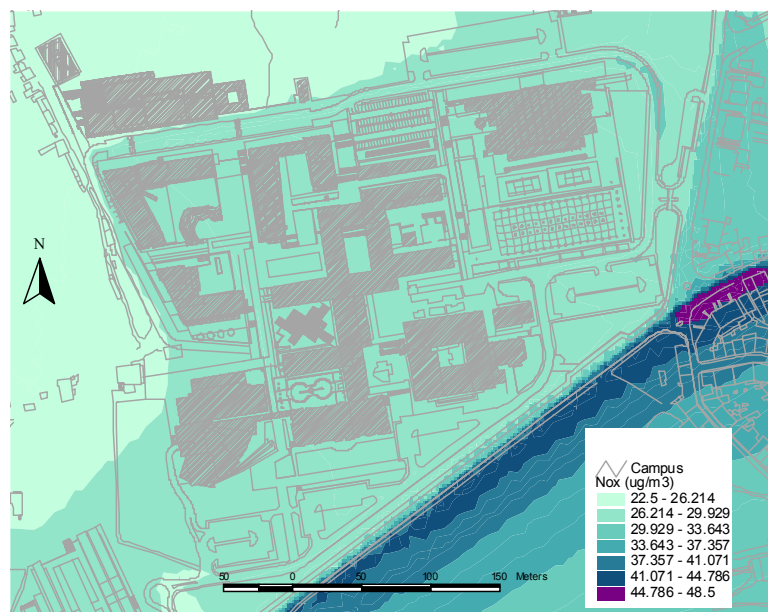


Figura 5.5 - Mapa de distribuição de NOx

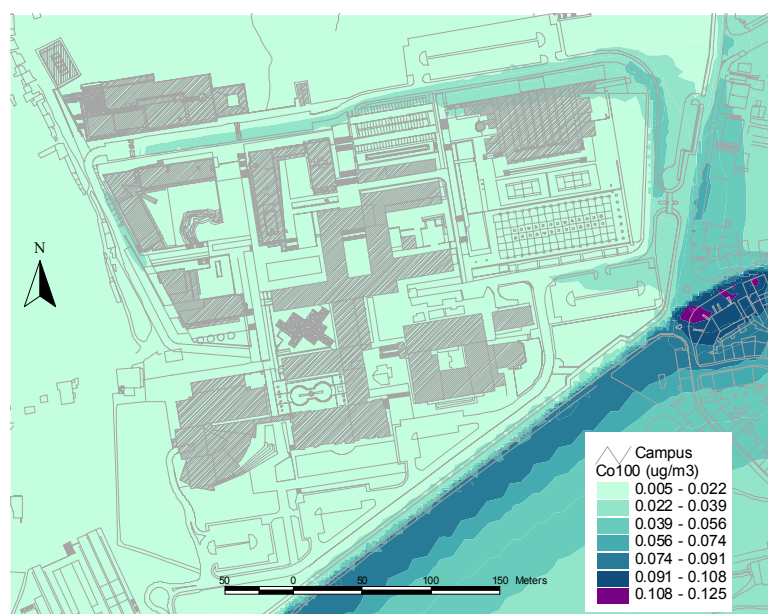


Figura 5.6 - Mapa de distribuição de CO

Para os indicadores referidos, a escolha do limite baseou-se nos valores indicados no decreto-lei 111/2002. Tem-se assim que:

- a média de concentração de partículas suspensas em pontos centrais é de $0.14 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sendo o limite de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e a sua contribuição negativa;
- média de concentração de COV em pontos centrais é de $0.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e a sua contribuição negativa (os valores limite existem apenas para algumas espécies de COV);

- média de concentração de NO_x em pontos centrais é de 24,36 µg/m³, sendo o limite de 40 µg/m³ e a sua contribuição negativa;
- média de concentração de CO em pontos centrais é de 0,14 µg/m³, sendo o limite de 10 µg/m³ e a sua contribuição negativa.

Nos próximos parágrafos, apresentam-se sucintamente informações adicionais acerca dos poluentes considerados.

A matéria das partículas em suspensão varia largamente no que toca a sua composição física e química, fonte e tamanho da partícula. As PM₁₀ (fracção das partículas no ar de tamanho muito reduzido: inferior a 10 µm) constituem actualmente a maior preocupação, dado que são suficientemente pequenas para penetrar profundamente nos pulmões e, assim, tornar-se num potencial perigo para a saúde. Em contrapartida, partículas mais largas não são tão facilmente inaladas e sua remoção do ar é efectuada de forma relativamente eficiente por sedimentação. Nas cidades europeias, as emissões do tráfego rodoviário, sobretudo dos veículos a diesel, são a principal fonte de PM₁₀ suspensas.

Ao conseguir entrar profundamente nos pulmões, este tipo de partículas podem provocar inflamações e um agravamento do estado de pessoas portadoras de doenças cardíacas e pulmonares. Por outro lado, também podem ser o veículo para componentes cancerígenos absorvidos pela pele.

O monóxido de carbono (CO) é um gás tóxico que é emitido para a atmosfera como resultado de processos de combustão ou pela oxidação de hidrocarbonetos e de outros componentes orgânicos. Nas áreas urbanas europeias, o CO é produzido na sua quase totalidade (90%) a partir das emissões do tráfego rodoviário. Permanece na atmosfera por um período aproximado de um mês, sendo eventualmente oxidado em dióxido de carbono (CO₂). Este gás impede um transporte normal de oxigénio pelo sangue. Esta situação pode levar a uma redução significativa do fornecimento de oxigénio ao coração, em especial nas pessoas sofrendo de doenças cardiovasculares.

Os óxidos de azoto são formados no decorrer de processos de combustão a altas temperaturas a partir da oxidação de azoto no ar ou carburante. A principal fonte de NO_x, designação colectiva do óxido azótico (NO) e dióxido de

azoto (NO₂), é o tráfego rodoviário que é responsável na Europa por cerca de metade das emissões. Outras fontes importantes são as centrais eléctricas, centrais térmicas e processos industriais. O dióxido de azoto pode irritar os pulmões e diminuir a resistência a infecções respiratórias tais como a influenza. Exposições contínuas e frequentes a concentrações muito superiores as encontradas habitualmente no ar ambiente podem causar um aumento de incidências de doenças respiratórias agudas em crianças.

Os COV são libertados nos gases de exaustão dos veículos sob a forma de carburantes não consumidos ou de produtos da combustão, mas são igualmente emitidos pela evaporação de solventes e de carburantes de motores. O benzeno é um COV que é um composto menor do petróleo. Na Europa, a distribuição e combustão de petróleo constituem as suas principais fontes de emissão para a atmosfera, sendo que a combustão se destaca com 70% das emissões. Outro COV, o 1,3-butadiene, também provem principalmente da emissão originada pela combustão de veículos a gasolina e a diesel. O 1,3-butadiene também é um importante químico em alguns processos industriais, nomeadamente na produção de borracha sintética. Aos COV é atribuída a potencialidade de provocar efeitos crónicos na saúde, dos quais se destacam o cancro, desordens do sistema central nervoso, lesões hepáticas e renais, desordens reprodutivas e alterações fetais (The UK National Air Quality Information Archive 2006).

5.1.1.3 Recolha de Resíduos

Os resíduos são um material que é visto como não tendo mais nenhum uso e que é libertado no meio ambiente como um meio de despejo. Se não forem devidamente “geridos”, podem criar uma série de efeitos adversos ao ambiente e à saúde pública, debilitando a nossa capacidade de viver de forma sustentada (Councils of North Shore, 2003). Trata-se assim de um aspecto importante na manutenção de um ambiente limpo e no fomento à utilização de espaços públicos em geral.

Número total de papeleiras: existem no total 65 papeleiras no campus. Este valor foi obtido por levantamento directo no campus. Procura retratar de que forma a recolha de resíduos é suportada por este item. O valor limite considerado é de 74 papeleiras que resultou da divisão da área em estudo pela área de influência de uma papeleira de raio igual a 25 metros. Este valor também é adoptado no regulamento municipal de gestão de espaços verdes e de limpeza urbana da Câmara Municipal da Trofa (capítulo I, artigo 12º, alínea b, 1). A sua contribuição é positiva.

Número total de papeleiras por hectare: obtém-se pela divisão do valor do indicador anterior pela área do campus considerada (14,5 ha). Permite de um certa forma obter uma ideia da distribuição das papeleiras pela área em estudo. O seu valor é de 4,5 papeleiras por hectare. O valor limite considerado é de 5,1 e resulta da tomada em conta do limite adoptado no indicador anterior. A sua contribuição é positiva.

Mapa de distribuição de papeleiras: mostra a distribuição de papeleiras na área em estudo (Figura 5.7). Usando como base uma planta do campus, foi sinalizada a localização de cada uma pela marcação de pontos.

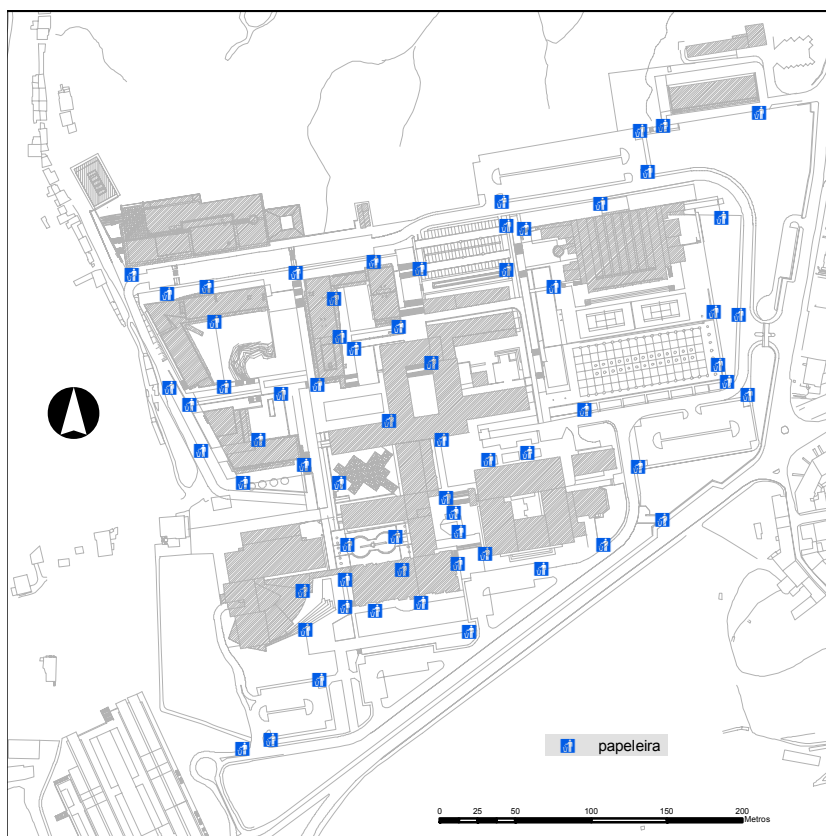


Figura 5.7 - Mapa de distribuição de papeleiras

Mapa de distância à papeleira mais próxima: visa mostrar de que forma a distribuição das papeleiras cobre o campus (Figura 5.8). Em volta de cada uma, foram criados *buffers* com 4 anéis correspondendo respectivamente às distâncias de 25m (verde), 50m (amarelo) 75m (laranja) e 100m (vermelho). Graficamente, isto significa que num determinado local, a papeleira mais próxima situar-se-á a uma distância máxima igual à do valor correspondente à cor onde se encontra, mas sempre superior ao valor associado ao anel inferior. Por exemplo, no caso da cor amarela, para encontrar a papeleira mais próxima será necessário percorrer uma distância que varia entre 25 e 50 metros. É possível descortinar se alguma zona não está bem servida, por observação das áreas coloridas que cobrem o campus. Considerando a distância máxima de 25 metros, constata-se que toda a área em estudo não se encontra nessa condição. No entanto, uma observação mais atenta permite reparar que a quase totalidade dos percursos pedonais estão servidos dessa forma.

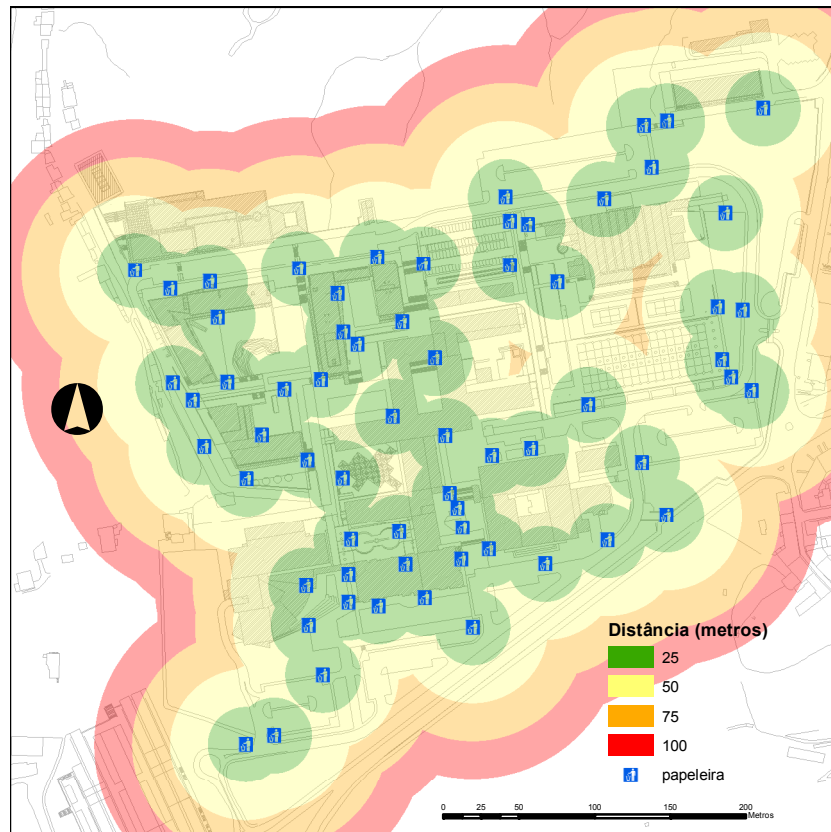


Figura 5.8 - Mapa de distância à papelreira mais próxima

Número total de ecopontos: existem no total 3 ecopontos no campus. Este valor foi obtido por levantamento directo no campus. Adoptando um raio de influência de 100 metros por ecoponto, é possível dividir a área em estudo pelo valor da área de influência obtida e sugerir como valor limite 5 ecopontos. Este raio procura idealizar uma situação em que a distância máxima entre ecopontos seria de 200 metros. Este valor é ligeiramente inferior ao preconizado pela ValorSul⁸ que anuncia ter uma distância entre ecopontos de 282 metros. A sua contribuição é positiva.

Número total de ecopontos por hectare: obtém-se pela divisão do valor do indicador anterior pela área do campus considerada (14,5 ha). Permite de um certa forma obter uma ideia da distribuição dos ecopontos pela área em estudo. O seu valor é de 0,28 ecopontos por hectare. O valor limite considerado é de 0,34

⁸ Através da seu *website* (<http://www.valorsul.pt>), acedido em Fevereiro de 2007

que advém da utilização nos cálculos do limite assumido para o indicador anterior. A sua contribuição é positiva.

Mapa de distribuição de ecopontos: mostra a distribuição de papeleiras na área em estudo (Figura 5.9). Usando como base uma planta do campus, foi sinalizada a localização de cada uma pela marcação de pontos.

Mapa de distância ao ecoponto mais próximo: visa mostrar de que forma a distribuição dos ecopontos abrange o campus (Figura 5.10). Optou-se pela criação de *buffers* com 4 anéis correspondendo às distâncias de 100m (verde), 200m (amarelo), 300m (laranja) e 400m (vermelho). Desta forma, é possível distinguir de que forma a disposição dos ecopontos abrange a área em estudo. Por exemplo, se um determinado local estiver numa zona verde, isto significa que o ecoponto mais próximo situa-se a uma distância máxima de 100 metros, enquanto que numa zona amarela o ecoponto mais próximo está a uma distância compreendida entre 100 e 200 metros, e assim sucessivamente.

Consultando o mapa, observa-se que a localização dos três ecopontos consegue abranger a maioria dos edifícios com distâncias inferiores a 100 metros. Também se denota o privilegiar dos complexos pedagógicos (provavelmente por incluírem para além da sua função de apoio ao ensino, serviços de bar e reprografia).

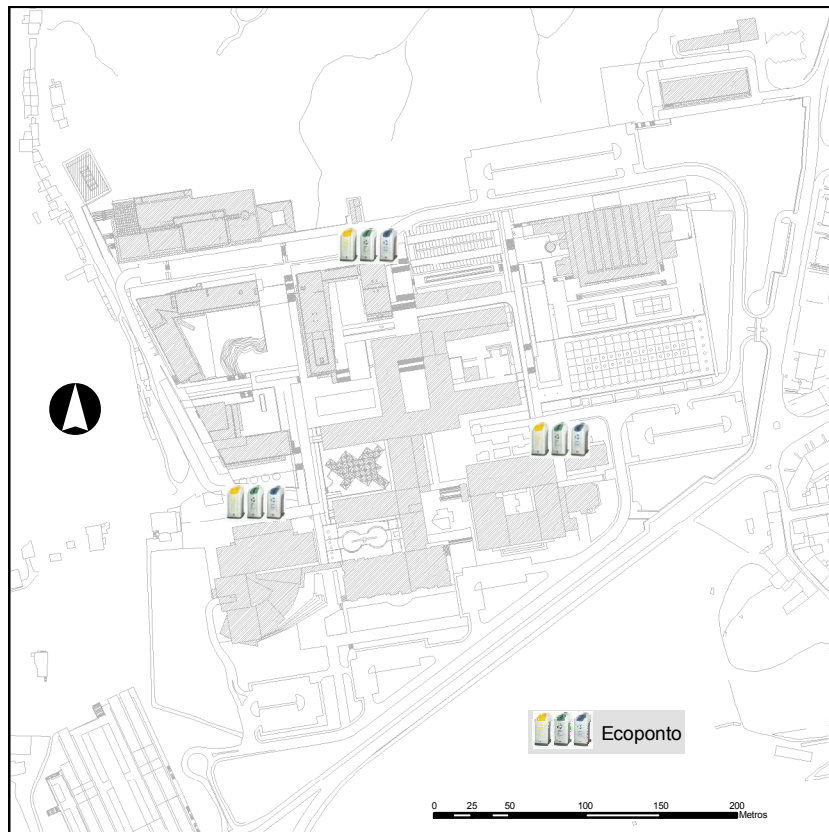


Figura 5.9- Mapa de distribuição de ecopontos

5.1.2 *Mobilidade e Estacionamento*

A mobilidade no espaço urbano, regional ou nacional é sem dúvida um assunto em constante avaliação. Particularmente dentro das cidades, o tempo e conforto das deslocações é objecto de críticas permanentes, cuja pertinência se comprova pelos estudos disponíveis (Mendes, 1999). No caso de um campus universitário onde as pessoas se deslocam predominantemente a pé, a mobilidade interna revela-se como um factor que pode condicionar a qualidade de vida da comunidade utente. Outro aspecto importante é quais as condições existentes para os utilizadores do campus se deslocarem para este, isto é, a mobilidade externa. Nesse contexto, especialmente ligado ao tráfego automóvel, a consideração das características do estacionamento oferecido surge como um tema igualmente pertinente.

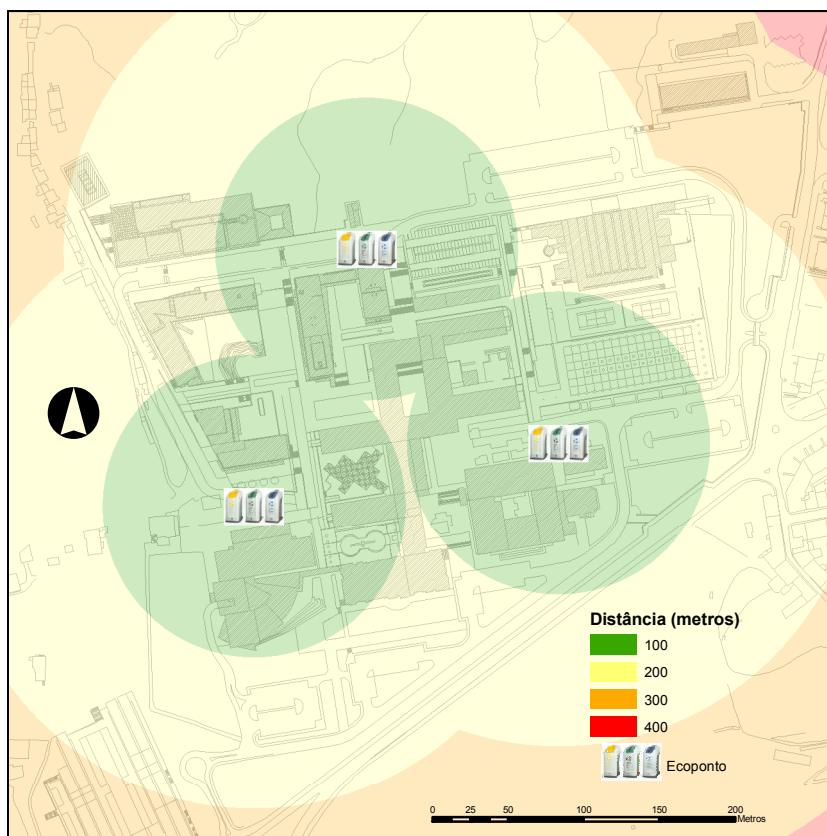


Figura 5.10 - Mapa de distância ao ecoponto mais próximo

5.1.2.1 Nível de acessibilidade no campus

Somatório ponderado de distâncias a destinos-chave é 0,45. Usando uma rede que pretende representar os principais percursos pedonais existentes e um conjunto de destinos-chave de cariz relevante ao normal funcionamento da universidade, resulta da agregação das distâncias dos pontos extraídos da rede aos diversos destinos-chave. Nesse cálculo foi ainda considerado uma contribuição distinta de cada destino-chave ao aplicar um conjunto de pesos obtido por consulta a comunidade académica (ver Rodrigues 2001). Procura assim oferecer uma perspectiva do grau de acessibilidade aos destinos-chave do campus. Dado que o resultado se expressa no intervalo $[0; 1]$, a sua leitura deverá ser quanto mais próximo de 1, menor será o somatório ponderado de distâncias e, ao invés, quanto mais próximo de 0, maior será o somatório.

Com contribuição positiva, adoptou-se o limite de 0,69. Este valor advém de considerar uma distância máxima a percorrer de 206 metros, obtida

pela cálculo da média das distâncias, indicadas por inquérito, para cada destino-chave conforme referido em Rodrigues (2001).

Mapa da distribuição dos níveis de acessibilidade medidos pelas distâncias a destinos-chave (Figura 5.11): para calcular o indicador anterior, foi necessário obter um somatório ponderado de distâncias a destinos-chave para cada ponto da rede. Usando esses pontos e respectivos valores, foi gerado uma superfície irregular de triângulos com o objectivo de generalização a avaliação (discreta) elaborada a toda a área em estudo. Obtém-se assim uma representação gráfica dos níveis de acessibilidade aos destinos-chave em toda área considerada. Observa-se assim que a zona central do campus é a que concentra melhores níveis de acessibilidade, facto ao qual não será alheia a maior concentração de destinos-chave nessa zona.

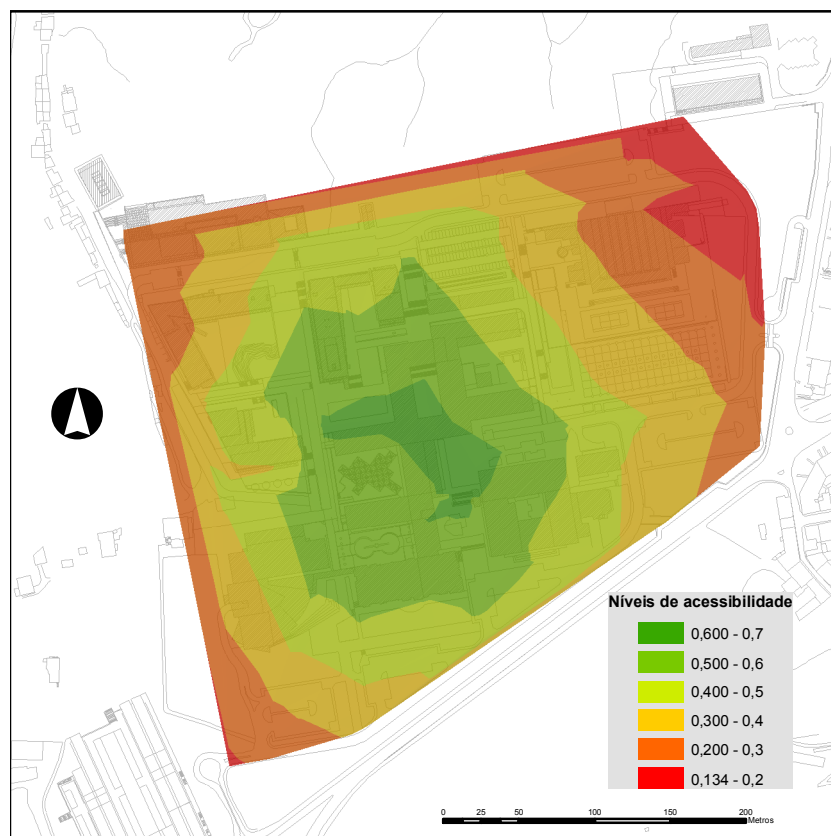


Figura 5.11 - Mapa de distribuição dos níveis de acessibilidade

5.1.2.2 Nível de acessibilidade no campus para deficientes

Somatório ponderado de distâncias a destinos chave, para deficientes e mapa da distribuição dos níveis de acessibilidade para deficientes medidos pelas distâncias a destinos chave foram obtidos de forma similar aos dois indicadores anteriores, recorrendo-se no entanto a uma rede de percursos adequada a pessoas com dificuldades motoras. O seu propósito é igualmente quantificar e ilustrar a acessibilidade no campus para deficientes. Para o primeiro indica-se ainda que o seu contributo é positivo e, a semelhança do indicador anterior, também se adoptou o limite de 0,69.

No entanto, dado em Rodrigues (2001) esta avaliação para deficientes não ter sido tratada, procedeu-se à recolha e criação da informação necessária. Assim, foi gerada num ambiente SIG a rede de percursos para deficientes, foram extraídos os pontos para avaliação e efectuaram-se todos os cálculos envolvidos no processo, adoptando os mesmos dados e parâmetros.

Mapa da distribuição dos níveis de acessibilidade para deficientes medidos pelas distâncias a destinos chave (Figura 5.12): para calcular o indicador anterior, foi necessário obter um somatório ponderado de distâncias a destinos-chave para cada ponto da rede. Usando esses pontos e respectivos valores, foi gerado uma superfície irregular de triângulos com o objectivo de generalização a avaliação (discreta) elaborada a toda a área em estudo. Obtém-se assim uma representação gráfica dos níveis de acessibilidade aos destinos-chave para a área coberta pela rede considerada. Observa-se que as zonas de maior acessibilidade se situam no centro do campus (onde se concentram o maior número de destinos-chave) e que, relativamente a mesma análise para percursos normais, existe um decréscimo da acessibilidade, na medida em que a área das zonas verdes diminuíram de forma apreciável, dando lugar as cores que caracterizam níveis de acessibilidade inferiores.

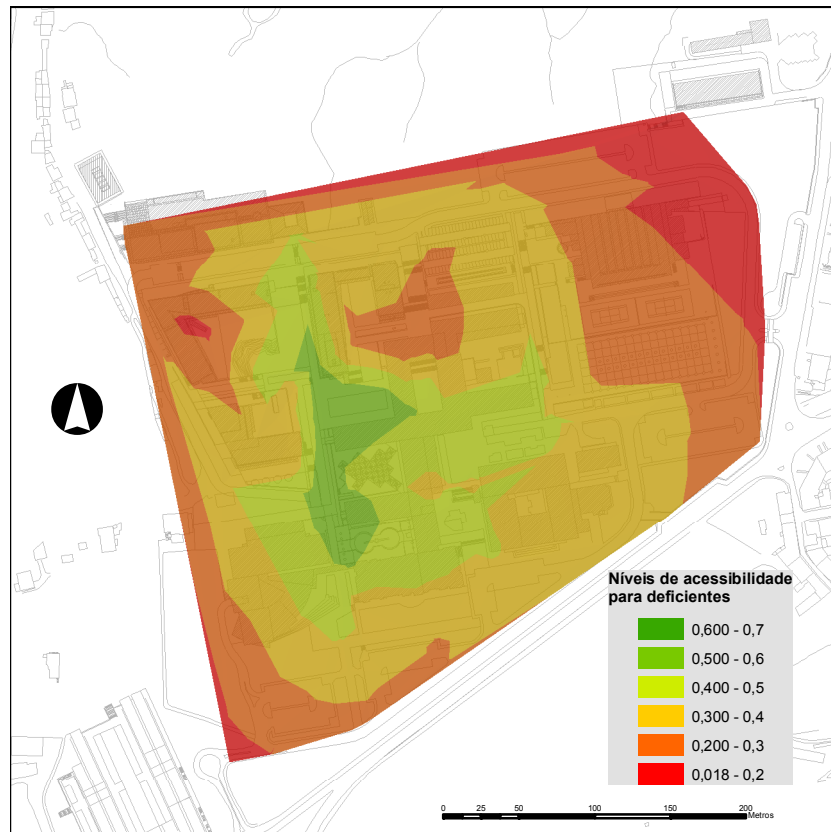


Figura 5.12 - Mapa de distribuição dos níveis de acessibilidade para deficientes

5.1.2.3 Rede rodoviária interna

Extensão total de vias é de 1968 m. Trata-se um valor obtido através do levantamento a partir da cartografia do campus com recurso a um sistema de informação geográfica. De contribuição positiva, foi considerado como limite o valor de 2400 metros, recorrendo aos modelos para vias interiores e periféricas apresentados em American Planning Association (2006) e adaptados à dimensão da área em estudo.

Extensão total de vias por hectare é de 136 metros, resultante do quociente entre o indicador anterior e a área do campus em estudo (14,5 ha). O seu valor limite considerado é de 166 metros por hectare, resultando de adoptar no cálculo o limite do indicador anterior. A sua contribuição é positiva.

Mapa rodoviário visa apresentar de que forma é possível transitar no campus (Figura 5.13). Trata-se de um mapa baseado na planta do campus, onde surgem os diversos fluxos de trânsito possíveis.

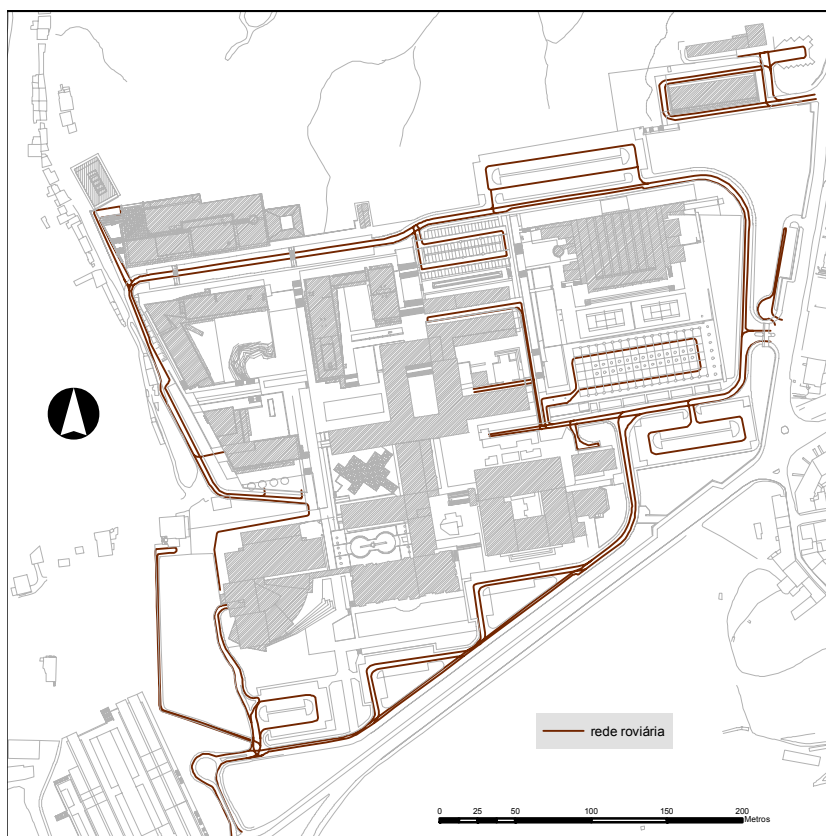


Figura 5.13 - Mapa rodoviário

5.1.2.4 Rede pedonal interna

Extensão total de caminhos pedonais é de 7395 metros e foi medida sobre a rede pedonal referida anteriormente. Com recurso a um sistema de informação geográfica, obtém-se o valor pretendido pelo somatório da extensão de todos os segmentos que compõem a rede. De contribuição positiva, admitiu-se como limite o valor de 8700 metros, obtido por aplicação e adaptação à área em estudo dos modelos apresentados em American Planning Association (2006)

Extensão total de caminhos pedonais por hectare é de 509 metros por hectare e resulta do quociente do indicador anterior pela área do campus (14,5 ha) considerada. O seu limite considerado é de 600 metros por hectare que resulta da adoção nos cálculos do limite do indicador anterior. A sua contribuição é positiva.

O **mapa de caminhos pedonais** expõe a rede de caminhos pedonais considerada na determinação do valor dos indicadores anteriores (Figura 5.14). Este mapa procura ser representativo e não exaustivo, dado que as deslocações

em modo a pé se caracterizam por uma grande liberdade no sentido da circulação, ao contrário do que acontece no caso dos veículos motorizados.

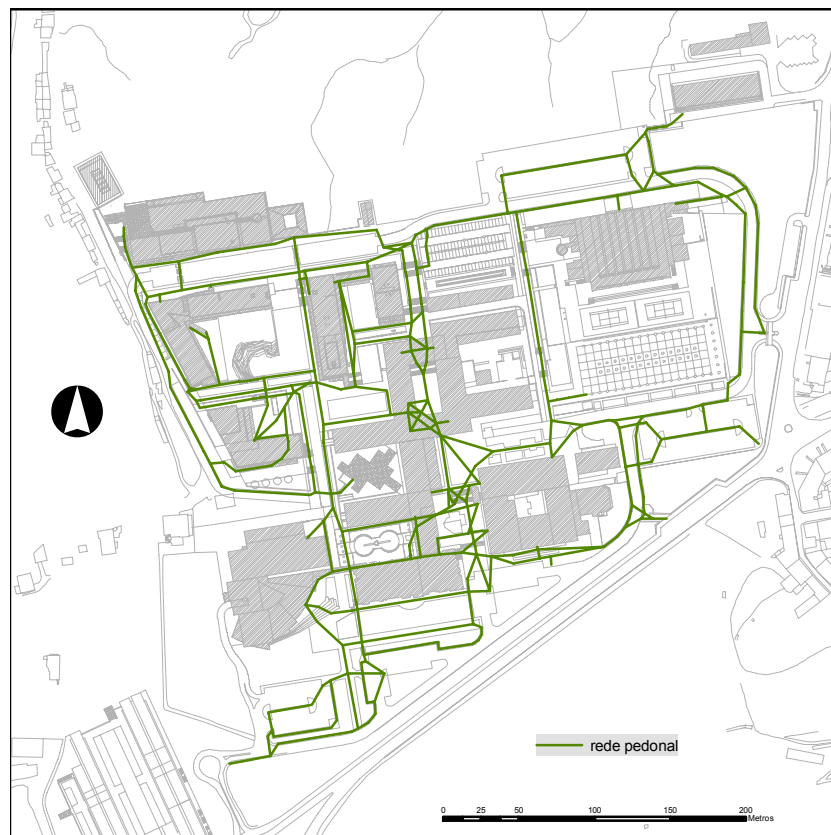


Figura 5.14 - Mapa de caminhos pedonais

5.1.2.5 Rácio de acessibilidade pedonal

Extensão da rede pedonal/extensão da rede rodoviária, é um rácio entre os indicadores referidos. Pretende mostrar qual a proporção da rede pedonal em relação à rede rodoviária, fornecendo um indicador sobre a forma de deslocação privilegiada no interior do campus. O seu valor é de 3,75. O limite considerado é 3,63, obtido pelo cálculo do quociente entre os limites dos indicadores envolvidos. A sua contribuição é positiva.

5.1.2.6 Rácio de acessibilidade de deficientes

Extensão da rede pedonal para deficientes/extensão da rede rodoviária, é um rácio entre os indicadores referidos. Pretende mostrar qual a

proporção da rede pedonal para deficientes (cuja extensão é de 5756 metros) em relação à rede rodoviária, fornecendo um indicador sobre a forma de deslocação privilegiada para essas pessoas no interior do campus. O seu valor é de 2,77. O limite considerado é 3,63 e a sua contribuição é positiva.

5.1.2.7 Oferta de estacionamento

Número total de lugares, é o levantamento indiscriminado do número total de lugares de estacionamento existentes. O seu valor é de 1163 lugares e o limite considerado é de 2176, assumindo um lugar para 8 utentes alunos e 2 lugares para 3 utentes, no caso de docentes e funcionários. A sua contribuição é positiva.

Número total de lugares por 1000 utentes, permite avaliar a oferta de estacionamento estabelecendo um rácio por 1000 utentes. O seu valor é 101 lugares por 1000 utentes e o seu limite considerado é 189. A sua contribuição é positiva.

Mapa de parques de estacionamento apresenta as áreas do campus destinadas para esse fim (Figura 5.15). São também localizados os lugares reservados a deficientes.

Número de lugares para deficientes, foram contabilizados 5 lugares no campus. Considera-se como limite para este indicador o valor de 5, conforme indicado no decreto-lei nº 123/97, anexo I, capítulo IV, alínea 5.2, que sugere esse valor quando o número total de lugares é superior a 500. A sua contribuição é positiva.

Número de lugares condicionados, obtido por levantamento, é de 403 lugares. Tratam-se de lugares que podem apenas ser acedidos por docentes e funcionários que, se assim o entenderem, se sujeitam a um pagamento anual. O acesso a esses lugares é condicionado fisicamente pela presença de barreiras nos acessos, implicando o recurso a um cartão para a abertura das mesmas. O limite considerado é de 911, resultado de adopção de um rácio de 2/3 por se tratarem de docentes e funcionários, e a sua contribuição é positiva.

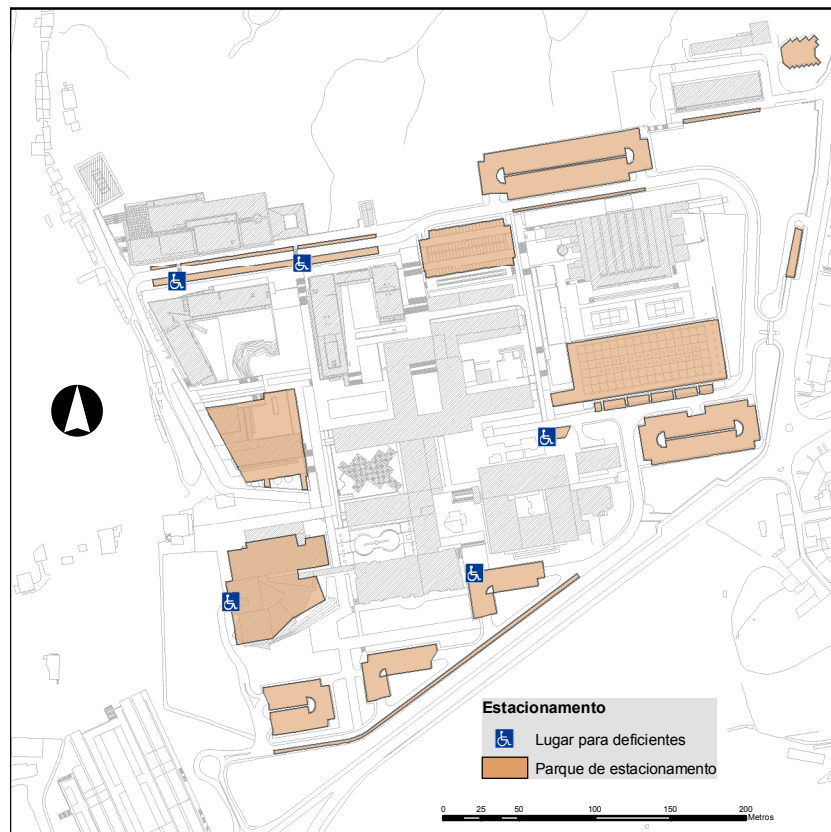


Figura 5.15 - Mapa de parques de estacionamento

Número de lugares não condicionados, é de 399. Estes podem ser acedidos por todos os autorizados a circular no campus, em função das vagas disponíveis. O limite considerado é de 1265, usando um rácio de 1 lugar para 8 utentes (alunos), e a sua contribuição é positiva.

Número de lugares pagos, foram contados 222 lugares. Podem ser acedidos em contrapartida de um pagamento de um montante calculado em função do tempo de permanência do veículo. Este tipo de estacionamento visa proporcionar uma oferta que privilegia o estacionamento de curta duração. Considera-se como limite o valor de 250 lugares, por se considerare a capacidade instalada satisfatória mas, por vezes, ainda insuficiente para fazer face a procura registada em alguns períodos do dia, e a sua contribuição é positiva.

5.1.2.8 Transportes públicos

Número de carreiras diárias entre o campus e o centro da cidade, das 8h às 20h (horário de funcionamento das actividades regulares no campus), foi obtido pela consulta dos horários das linhas que passam pelas paragens interna e externa da Universidade. Contabilizaram-se 66 carreiras. Este indicador visa quantificar a oferta de transportes públicos, neste caso autocarros, que servem o eixo campus/centro da cidade. Considera-se como limite o valor de 108 carreiras, resulta da idealização do seguinte escalonamento: considerar três períodos de duas horas (8-10h, 12-14h e 17-19h) de maior procura com carreiras de cinco em cinco minutos, nos restantes, carreiras de dez em dez. A sua contribuição é positiva.

Número de carreiras diárias entre o campus e as residências universitárias, das 8h às 20h, tem por objectivo quantificar a oferta de autocarros que servem o trajecto entre o campus e as residências universitárias. Foram contabilizadas 24 carreiras. O limite que se considera é de 32 que resulta da idealização do seguinte escalonamento: considerar dois períodos de duas horas (8-10h e 17-19h) de maior procura com carreiras de quinze em quinze minutos e, nos restantes, carreiras de trinta em trinta. A sua contribuição é positiva.

5.1.2.9 Nível de serviço do eixo campus-cidade

Indicador de **nível de serviço do percurso pedonal campus-centro, relativo às dimensões físicas**, procura classificar em termos de capacidade as infra-estruturas disponibilizadas ao longo do eixo campus-centro para a deslocação em modo a pé. Fornece um indicador sobre a forma como é potenciado esse modo de locomoção no eixo referido. A sua classificação é de A. Este dado advém do estudo realizado por Fontes (2003) Admite-se como limite a classificação A e a sua contribuição é positiva.

Indicador de **nível de serviço do percurso campus-centro, relativo ao ambiente pedonal**, que visa classificar de que forma o ambiente pedonal

encontrado ao longo do percurso é convidativo a caminhar. O trabalho desenvolvido por Fontes (2003) dá-nos uma classificação de 5. Este valor enquadra-se numa escala que varia 0 a 7, significando 0 o pior e 7 o melhor. O valor limite admitido é de 7 e a sua contribuição é positiva.

5.1.3 *Segurança*

Um dos direitos humanos básicos é o de poder usufruir de segurança, não somente na forma de sentimento mas igualmente de forma efectiva, no âmbito da habitação, da comunidade e das cidades. A percepção de segurança tem um impacto na saúde e bem-estar de uma pessoa, sua família ou da comunidade onde se insere. Quando existe um sentimento de insegurança, as pessoas manifestam menos vontade de conversar com os seus vizinhos, de utilizar os transportes públicos, sair à noite, de utilizar os espaços públicos e, num contexto mais geral, de participar nas suas comunidades (Councils of North Shore, 2003).

A consideração da criminalidade no contexto da qualidade de vida em cidades, neste caso o conceito aplica-se em particular aos campi universitários, reporta-se à necessidade básica de segurança por parte da população, quer relativamente à sua integridades física, quer à protecção dos seus bens patrimoniais, quer ainda em relação à manutenção de um quadro de vida em sociedade aceitável e equilibrado (Mendes, 1999).

5.1.3.1 **Combate a incêndios**

Número de bocas-de-incêndio exteriores, foi obtido por levantamento directo no campus. O seu valor é de 14. Admite-se como limite o valor de 51 que resulta de considerar um afastamento máximo entre bocas de 60 metros. Assim, foi dividida a área em estudo pela área de uma circunferência de raio igual a 30 metros. Este espaçamento corresponde ao indicado no Decreto-Lei nº 368/99 que aprovou as normas de segurança contra riscos de incêndio a aplicar em estabelecimentos comerciais. Se um campus universitário não é constituído por estabelecimentos comerciais, não é menos verdade que não é apenas um conjunto

de estabelecimentos de ensino, mas tratar-se de um espaço misto. Para além disso, por se procurar um limite para o indicador, considerou-se adequado tal opção. A sua contribuição é positiva.

Número de bocas-de-incêndio exteriores por hectare, obtém-se pelo quociente entre o indicador anterior e a área considerada (14,5 ha). Procura fornecer alguma indicação sobre a cobertura do campus por este tipo de equipamento. O seu valor é de 0,97 boca-de-incêndio por hectare. O limite considerado é de 3,52 que resulta de assumir o limite para o indicador como base para o cálculo. O seu contributo é positivo.

Número de bocas-de-incêndio exteriores por 1000 m² de construção, pretende estabelecer uma relação entre o número de bocas-de-incêndio e a área de construção abrangida. Recorrendo ao indicador, área de construção (implantação), abordado mais a frente (na dimensão Espaço Urbano, tema Zonamento funcional), resultou o valor de 0,4 boca-de-incêndio por 1000 m² de construção. Admite-se como limite o valor de 0,144, resultando do mesmo pressuposto do indicador anterior.

Mapa de localização de bocas-de-incêndio, permite apreciar visualmente de que forma estes elementos estão distribuídos no campus (Figura 5.16). Apresenta como tema base a cartografia do campus, onde surgem assinaladas as localizações das bocas-de-incêndio.

5.1.3.2 Exercícios de segurança

Número de exercícios de segurança por ano, visa retratar de que forma está preparada a necessidade a uma eventual resposta a uma situação de emergência. Contudo, foi verificado que durante o ano de 2006, não foi desenvolvida qualquer acção nesse domínio, sendo assim o seu valor igual a 0. Admite-se como limite para este indicador o valor de 1 exercício por edifício por ano. Tomando por base a Portaria nº1444/2002 de 7 de Novembro, que indica no artigo 19º, ponto 2, aliena b) que no prazo máximo de 30 dias após o início de cada ano lectivo deverão ser realizadas exercícios para treino do plano de emergência, referindo a estabelecimentos escolares. Dado que um campus

universitário pode ser formado por diversos edifícios, considerou-se adequado adoptar como unidades para este indicador exercícios por edifício por ano.

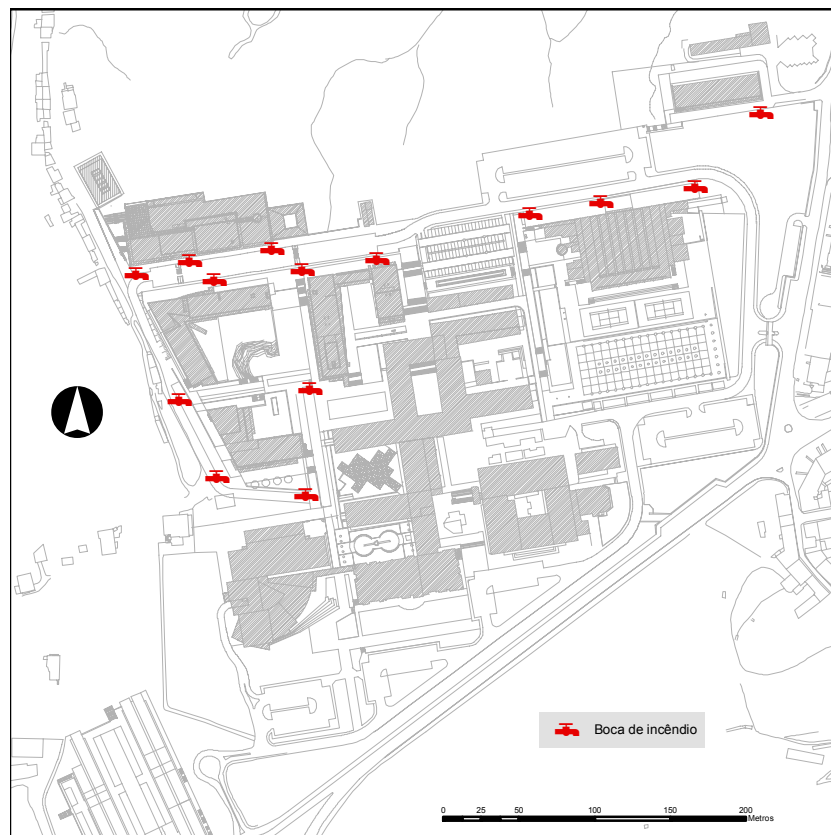


Figura 5.16 - Mapa de localização de bocas-de-incêndio

5.1.4 *Espaço Urbano*

A qualidade de espaços urbanos depende da proporção do ambiente construído e de espaços abertos. Em particular, o uso do solo e a acessibilidade a áreas abertas e verdes constituem componentes importantes na qualidade de vida urbana, tal como também o é o equilíbrio e a manutenção do ambiente natural das cidades. A forma como as funções espaciais são organizadas numa cidade afectam a dinâmica da vida urbana e as relações entre o espaço e as pressões ambientes por ela geradas. Existe assim uma relação muito particular entre o potencial natural em áreas urbanizadas e a organização de espaços através da prática actual do planeamento urbano (COST8).

A qualidade de um campus visto como um espaço urbano, quer seja do ponto de vista da paisagem urbana, quer das relações entre forma e função, constitui um aspecto muito relevante no quadro da qualidade de vida.

Para caracterizar esta dimensão, adoptou-se um conjunto de indicadores divididos em quatro temas: zonamento funcional, mobiliário urbano, sinalização interna e obras no campus.

5.1.4.1 Zonamento funcional

Para este tema, os limites adotados para os indicadores resultaram da consideração de ainda ser possível aumentar os valores instalados em 20%, a excepção do indicador relativo ao factor de Visão do Céu.

Área construída (implantação) é de 35300m². Este valor foi obtido pela soma das áreas de implantação dos edifícios situados na área do campus em estudo, recorrendo ao mapa de zonamento funcional gerado num sistema de informação geográfica. Adopta-se como limite o valor de 42360m², e a sua contribuição é negativa.

Área construída (pavimentos) é de 85327m². Este valor foi extraído do relatório de actividades da Universidade. Quantifica-se assim todas as áreas disponibilizadas pelos edifícios construídos (soma da área de todos os pisos). O valor de 102392 m² é adoptado como limite e a sua contribuição é negativa.

Área construída (pavimentos) por utente é de 7,43m² por utente. Este valor advém do quociente entre os valores do indicador anterior e do número total de utentes. Pretende ajudar a perceber o estado de adequação da edificação existente em relação ao número de utentes. O limite considerado é de 8,91 m² e a sua contribuição é negativa.

Percentagem de área construída é de 24%. Este indicador traduz em percentagem a porção do campus que está ocupada com edifícios. O valor é calculado dividindo a área de construção (implantação) pela área considerada. Adopta-se o valor de 29% como limite e a sua contribuição é negativa.

Índice de construção é de 0,59. O seu cálculo resultou da divisão da área construída (pavimentos) pela área em estudo. Fornece assim o índice de construção que corresponde a configuração actual do campus. Dos limites considerados nos indicadores acima referidos resulta para este indicador um limite de 0,71. A sua contribuição é negativa.

Área verde utilizável é de 41030m². Reúnem-se neste valor todas as zonas verdes cujo acesso e utilização sejam possíveis por parte da comunidade. O seu limite é de 49236 m² e a sua contribuição é positiva.

Área verde utilizável por utente é de 3,57m² por utente. Dividindo esta área por número total de utente procura-se fornecer um indicador que ajude a descortinar se os valores existentes podem ser considerados adequados à comunidade servida. Recorrendo ao indicador anterior, resulta o limite de 4,29 m² e a sua contribuição é positiva.

Percentagem de área verde é de 28%. Mostra a proporção do campus reservada para este tipo de uso. O limite considerado é de 34% e a sua contribuição é positiva.

Área verde de enquadramento é de 93848m². Distingue-se da anterior por não ser uma área que possa ser, em condições normais, utilizada directamente pelos utentes. O benefício obtido terá maior impacto na melhoria do ambiente envolvente. O valor de 112617m² é adoptado como limite e a sua contribuição é positiva.

Área verde de enquadramento por utente é de 8,17m². Resulta da divisão do indicador anterior pelo número total de utentes do campus. Visa fornecer um indicador sobre a presença de área verde de enquadramento usando como denominador os utentes. O limite considerado é de 9,80m² e a sua contribuição é positiva.

Área de circulação rodoviária é de 13720m². O valor reflecte toda a área destinada à circulação automóvel no campus. Obteve-se o valor por medição num sistema de informação geográfica. O valor de 16464 m² é usado como limite e a sua contribuição é positiva.

Área de circulação rodoviária por utente é de $1,19\text{m}^2$ por utente. Resulta da divisão do valor do indicador anterior pelo número total de utentes. Sendo um rácio, visa quantificar não em termos absolutos mas em proporção, relativamente ao número total de utentes. O seu limite é de $1,43\text{m}^2$ e a sua contribuição é positiva.

Percentagem de área de circulação é de 9%. Apresenta em percentagem a porção da área do campus destinada a circulação rodoviária. O valor de 11% é dado como limite e a sua contribuição é positiva.

Área de estacionamento à superfície é de 17390m^2 . Este valor refere-se ao somatório de todas as áreas de estacionamento à superfície presentes no campus. O seu cálculo foi efectuado com o recurso a um sistema de informação geográfica e utilizando a planta do campus. O limite adoptado é de 20868m^2 e a sua contribuição é positiva.

Área de estacionamento à superfície por utente é de $1,51\text{m}^2$. Representa a proporção de área de estacionamento à superfície por utente, conferindo uma base de interpretação e comparação diferente de um simples valor absoluto. Este valor resulta da divisão do indicador anterior pelo número total de utentes. O limite considerado é de $1,82\text{m}^2$ e a sua contribuição é positiva.

Percentagem de área de estacionamento é de 12%. Quantifica percentualmente a área do campus destinada a este tipo de uso. O valor de 14% é adoptado como limite e a sua contribuição é positiva.

Mapa de zonamento funcional mostra os diversos usos atribuídos ao espaço ocupado pelo campus (Figura 5.17). Foi criado a partir da planta do campus e por recolha de informação directa num sistema de informação geográfica.

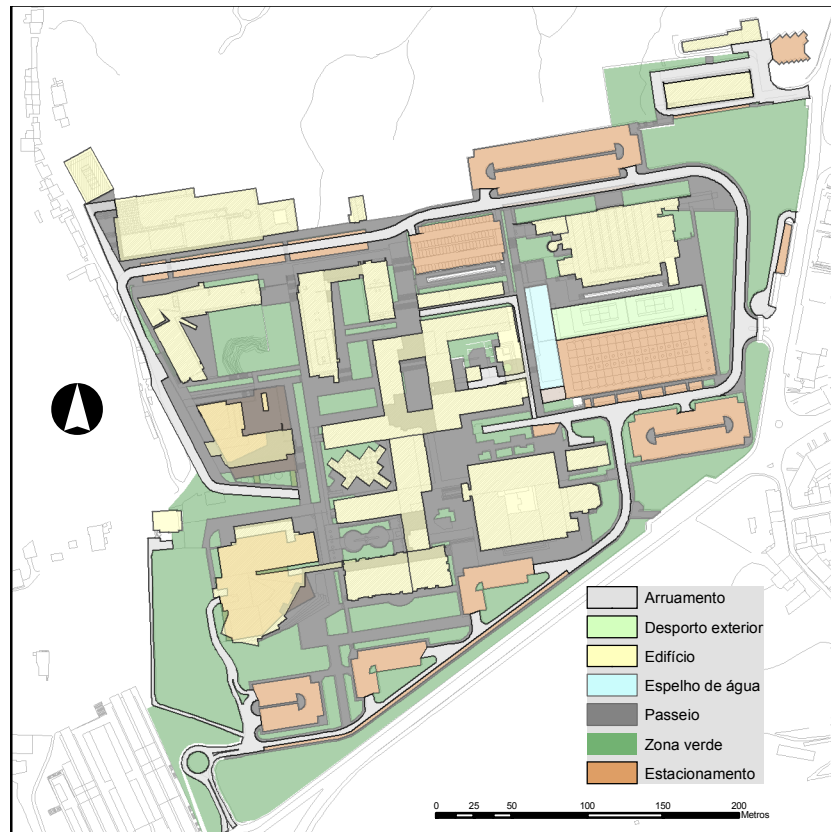


Figura 5.17 - Mapa de zonamento funcional

A **Média do Factor de Visualização do Céu** no campus é de 84%. Como já foi referido, o factor de visualização do céu avalia a porção de céu visível num determinado ponto. Considerando uma abóbada celeste envolvendo o ponto que representa uma visualização do céu total, determina esse valor projectando essa abóbada e as obstruções existentes num mesmo plano de forma a calcular a área que remanesce livre de obstruções (ver secção 4.4.5). Foi escolhida uma malha com espaçamento entre linhas de 5 metros de forma a poder extrair um número de pontos adequados para cobrir a área considerada sem no entanto serem em número demasiado elevado que tornaria o cálculo muito demorado. Este parâmetro foi então avaliado para esse conjunto de pontos e foi calculada a sua média. Admite-se como limite 90% e a sua contribuição é positiva.

Mapa de distribuição do Factor de Visualização do Céu consiste numa superfície que adopta uma gama de cores em função dos valores do factor (Figura 5.18). Foi gerada num sistema de informação geográfica sob a forma de

uma rede irregular de triângulos, usando como base os pontos referidos no indicador anterior e seus respectivos valores de factor de visão do céu.



Figura 5.18 - Mapa de distribuição o factor de visão do céu

5.1.4.2 Mobiliário urbano

Número de candeeiros de iluminação pública é de 262. Este valor resulta de um levantamento directo no campus. Estimou-se um valor de 320 como limite ao considerar apenas a área sem edifícios e relvados. A sua contribuição é positiva.

Número de candeeiros de iluminação pública por hectare é de 18. Visa fornecer um indicador numérico sobre a sua distribuição no campus. Resulta da divisão do valor do indicador anterior pela área total do campus. Tal como no indicador anterior, obteve um valor de 22 como limite, e a sua contribuição é positiva.

Mapa de distribuição de candeeiros de iluminação pública apresenta uma planta do campus onde foram assinaladas as localizações dos candeeiros (Figura 5.19).

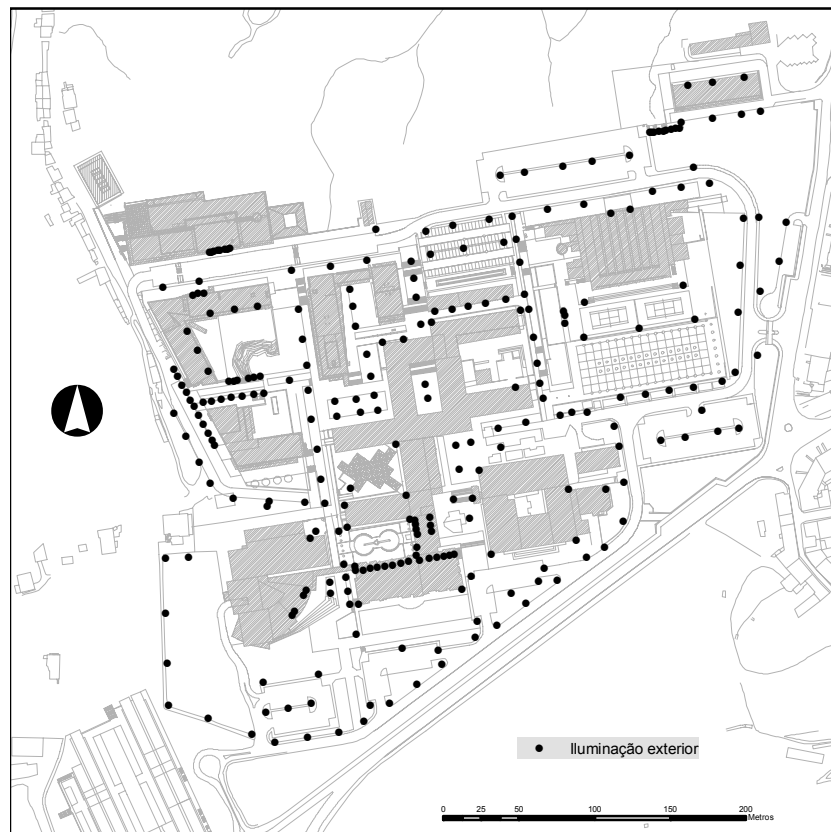


Figura 5.19 - Mapa de distribuição de candeeiros de iluminação

Número de monumentos/peças artísticas é de 2. Existem no campus 2 peças artísticas em exposição permanente. Como limite, adoptou-se o valor 7 correspondente a um elemento por praça. A sua contribuição é positiva.

Número de monumentos/peças artísticas por 1000 utentes é 0,17. Trata-se de enquadrar o indicador anterior no contexto da comunidade sob a forma de rácio. Atendendo ao limite do indicador anterior, o limite adoptado é de 0,61 e a sua contribuição é positiva.

Mapa de distribuição de monumentos/peças artísticas mostra a localização desses elementos no campus (Figura 5.20).

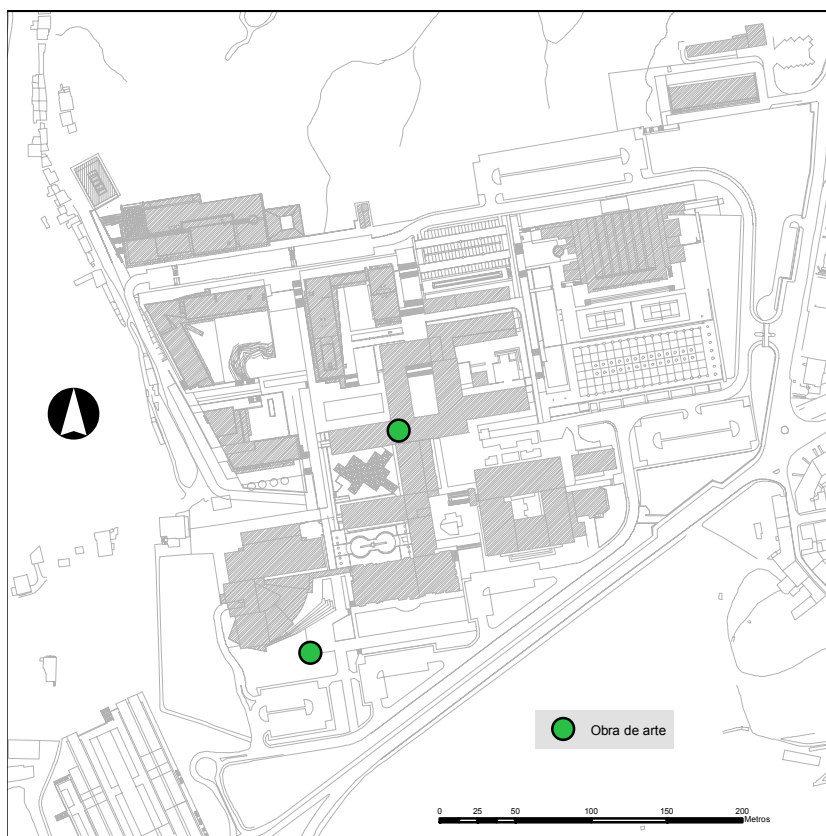


Figura 5.20 - Mapa de distribuição de monumentos/peças artísticas

Número de marcos de correio é 1. Adoptou-se como limite o valor de 2, dado se tratar de um serviço que tem vindo a perder relevância com o avanço das novas tecnologias. A sua contribuição é positiva.

Número de marcos de correio por 1000 utentes é de 0,09. O seu limite é de 0,17 e a sua contribuição é positiva.

Mapa de distribuição dos marcos de correio mostra sobre uma planta do campus a localização, neste caso, do marco de correio (Figura 5.21).

Comprimento de bancos exteriores é de 140,5m. Optou-se pelo comprimento em detrimento de número de forma a tentar tornar este indicador mais representativo da realidade encontrada, em função da tipologia deste mobiliário urbano. O seu levantamento foi efectuado num sistema de informação geográfica através da planta do campus e completado com recolhas directas no terreno. Adopta-se como limite o valor de 280m, visando duplicar a oferta actual

de forma a fomentar maior utilização dos espaços exteriores. A sua contribuição é positiva.

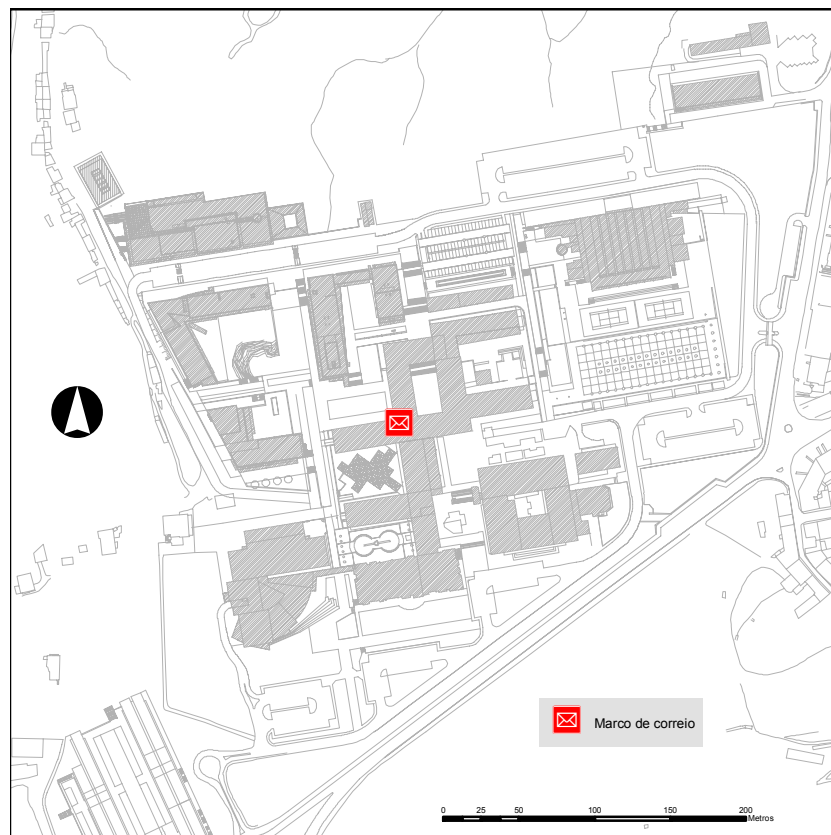


Figura 5.21 - Mapa de distribuição dos marcos de correio

Comprimento de bancos exteriores por 1000 utentes é de 12,23m. O seu limite adoptado é 24,37m, resultando da opção tomada para o indicador anterior, e a sua contribuição é positiva.

Mapa de distribuição de bancos exteriores permite visualizar sobre a planta do campus a localização e formato desses elementos (Figura 5.22).

Número de árvores é de 661. A contagem foi efectuada de forma directa no terreno. Considera-se como limite o valor de 990, correspondente a um aumento de 50% do valor existente, e a sua contribuição é positiva.

Número de árvores por hectare é 46. Este rácio procura fornecer um indicador numérico acerca da distribuição de árvores no campus. O limite adoptado é de 86 e a sua contribuição é positiva.

Mapa de distribuição de árvores mostra sobre a planta do campus a localização de cada árvore que foi objecto de levantamento (Figura 5.23).

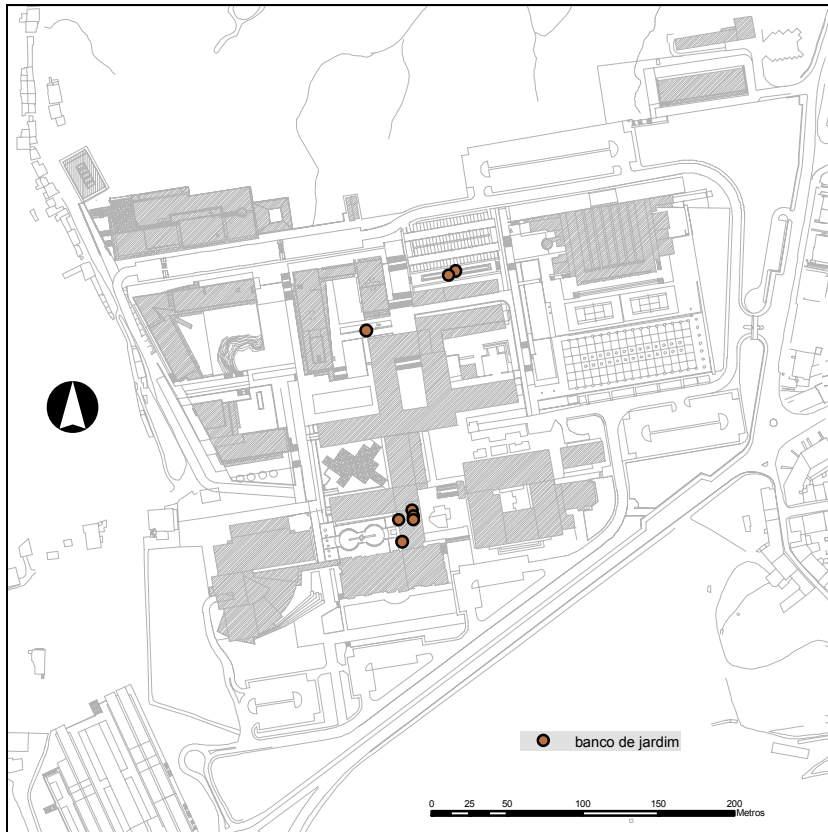


Figura 5.22 - Mapa de distribuição de bancos exteriores

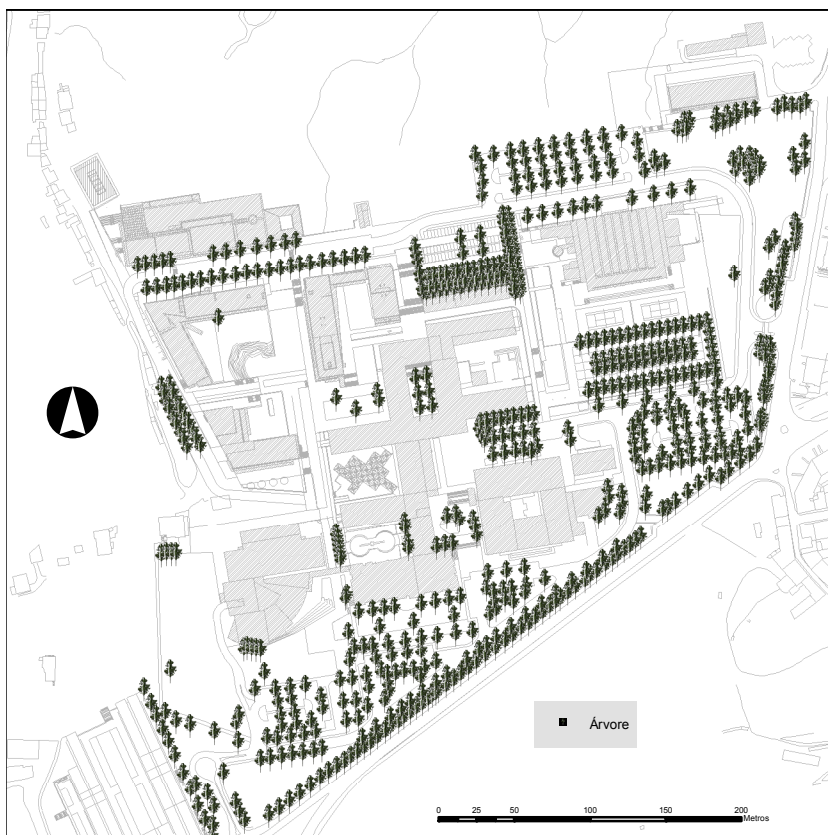


Figura 5.23 - Mapa de distribuição de árvores

5.1.4.3 Sinalização interna

Número de mapas de orientação exteriores é 4. Estes elementos têm por função descrever visualmente o campus de forma a fornecer informação relevante aos utentes nas suas deslocações. Adopta-se como limite o valor de 15, considerando a colocação deste tipo de mobiliário urbano nos principais locais de circulação, e a sua contribuição é positiva.

Número de mapas de orientação exteriores por hectare é de 0,28. Este rácio visa ilustrar numericamente a cobertura do campus por estes elementos. O limite considerado é de 1,31 e a sua contribuição é positiva.

Mapa de distribuição de mapas de orientação exteriores mostra sobre a planta do campus a localização de cada um destes itens (Figura 5.24).

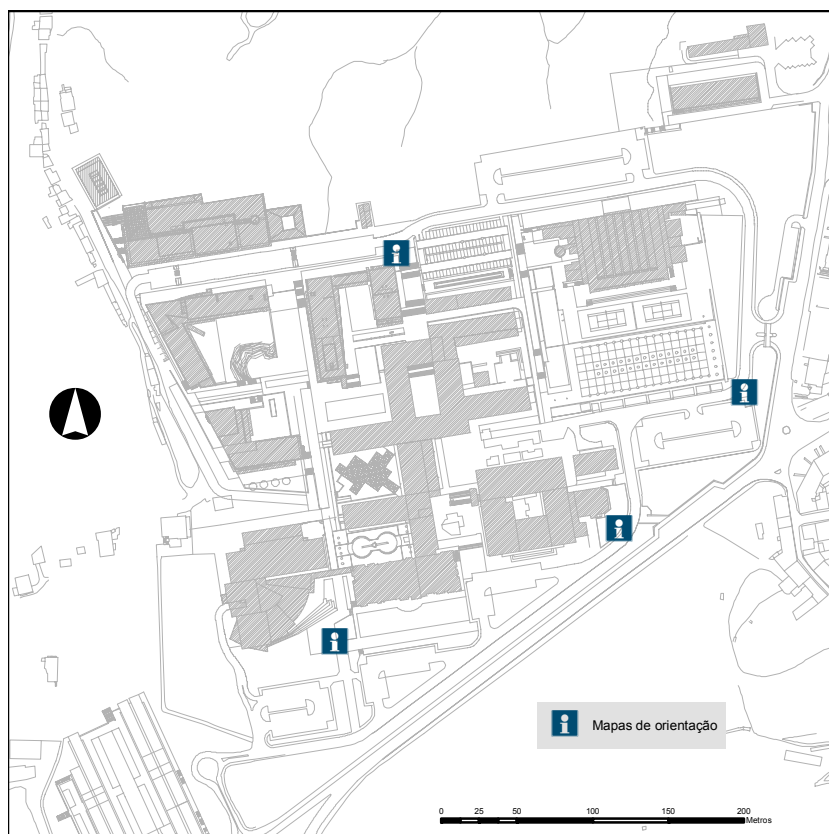


Figura 5.24 - Mapa de distribuição de mapas de orientação exteriores

Número de placas sinalizadoras exteriores é 38. Foram aqui contabilizadas todas as placas que apresentavam algum tipo de sinalização respeitante ao campus. O limite adoptado é de 45, oferecendo em relação ao número existente uma margem para colmatar algumas pequenas lacunas existentes. A sua contribuição é positiva.

Número de placas sinalizadoras exteriores por hectare é de 2,6. Este indicador visa quantificar numericamente a distribuição deste tipo de elementos pelo campus. O seu limite é de 3,9 e a sua contribuição é positiva.

Mapa de distribuição de placas sinalizadoras exteriores apresenta na planta do campus a localização dos itens referidos (Figura 5.25).

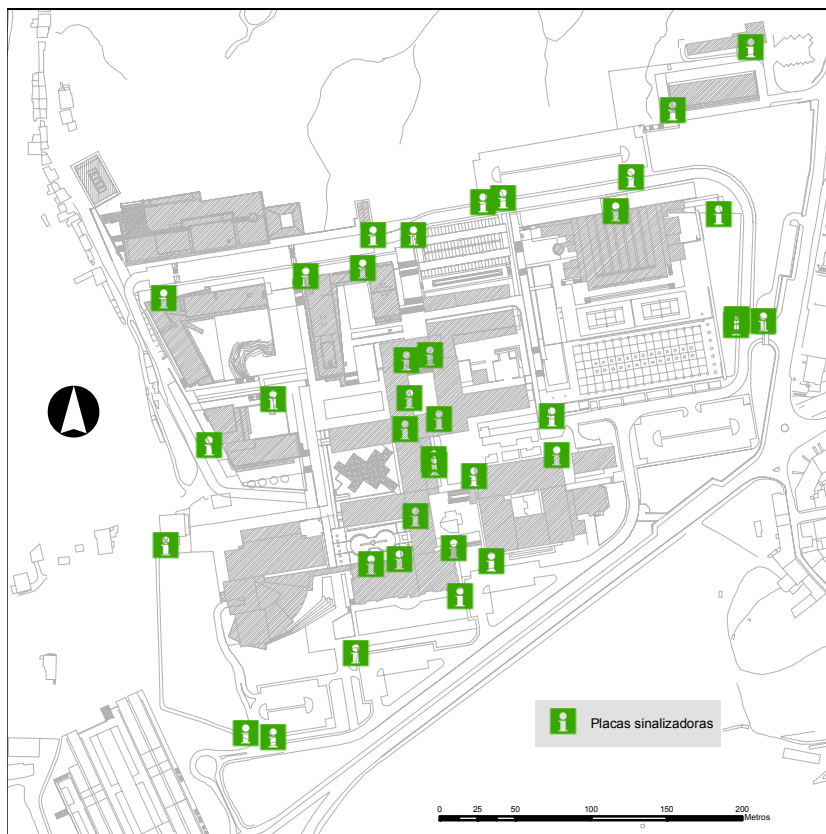


Figura 5.25 - Mapa de distribuição de placas sinalizadoras exteriores

5.1.5 *Serviços de Apoio*

Os serviços de apoio à comunidade, juntamente com o comércio, são aspectos que, quando satisfatórios, facilitam a vida quotidiana, podendo mesmo conferir-lhe um prazer acrescido (Mendes, 1999).

Ao nível mais básico, serviços relacionados com a saúde, que possam dar um primeiro apoio aos indivíduos em momentos de maior ou menor vulnerabilidade, e a restauração, que visam oferecer alternativas na satisfação de uma necessidade tão básica como a alimentação, constituem aspectos centrais na perspectiva da qualidade de vida.

A um outro nível, a satisfação de necessidades não básicas mas essenciais no mundo urbano de hoje, como o acesso fácil a estabelecimentos comerciais diversos, a equipamentos desportivos e culturais, é também um elemento diferenciador em matéria de qualidade de vida (Mendes, 1999).

Para caracterizar a dimensão *Serviços de Apoio*, adoptou-se um conjunto de indicadores divididos em 5 temas: restauração, comércio, lazer e cultura, serviços e desporto.

5.1.5.1 **Restauração**

Capacidade de bares (zona de clientes) é de 150 lugares. Foram contabilizados os lugares que cada bar existente no campus oferece. Os dados foram recolhidos no sítio dos Serviços de Acção Social. Assume-se como limite o valor de 195, correspondente a um aumento de 30% da capacidade instalada, e a sua contribuição é positiva.

Capacidade de bares (zona de clientes) por 1000 utentes é 13 lugares. Este rácio visa relacionar a capacidade instalada com o número de utentes de forma a obter uma perspectiva diferente da sua quantificação. Da assunção para o indicador anterior, obtém-se o limite de 17, sendo a sua contribuição é positiva.

Capacidade de restaurantes (zona de clientes) é de 2300 refeições por hora. Contabilizaram-se as capacidades dos três locais onde são servidas refeições, a saber, a cantina, o grill e o restaurante panorâmico. Como limite,

considera-se o valor de 2760, correspondente a um aumento de 20% da capacidade existente. A sua contribuição é positiva.

Capacidade de restaurantes (zona de clientes) por 1000 utentes é 200 refeições por hora. Este rácio visa relacionar a capacidade instalada com o número de utentes de forma a obter uma perspectiva diferente da sua quantificação. Adopta-se como limite o valor de 240 e a sua contribuição é positiva.

Número de máquinas de venda de bebidas e snacks é 41. Este dado foi fornecido pelos Serviços de Acção Social. Estes dispositivos disponibilizam aos utentes acesso a bebidas e alguns alimentos em troca de um pagamento em moedas, sem limitação de horário. São particularmente úteis para quem permanece no campus em horários mais tardios ou apenas não pretende deslocar-se até ao bar mais próximo. Dado que o número de equipamentos existentes se considera satisfatório, considera-se como limite o valor de 45, correspondente a um aumento de 10%. A sua contribuição é positiva.

Número de máquinas de venda de bebidas e snacks por 1000 utentes é de 3,6. Este rácio procura ilustrar numericamente a disponibilidade deste tipo de equipamento em proporção ao número de utentes. O seu limite adoptado é de 3,9 e a sua contribuição é positiva.

5.1.5.2 Comércio

Área de quiosques de jornais e revistas é de 20m². Este valor foi obtido por levantamento directo no campus e corresponde a existência de um estabelecimento deste tipo. Por se considerar o valor existente adequado, adopta-se igualmente 20 como valor limite. A sua contribuição é positiva.

Área de quiosques de jornais e revistas por 1000 utentes é 1,74 m². Este rácio procura ilustrar numericamente a disponibilidade deste tipo de estabelecimento em proporção ao número de utentes. O limite considerado é de 1,74 e a sua contribuição é positiva.

Área de livrarias é de 225m². Este valor foi obtido por levantamento directo no campus e corresponde à existência de um estabelecimento deste tipo. Considera-se o valor de 300 como limite, considerando a possibilidade de existirem duas livrarias com 150 m². A sua contribuição é positiva.

Área de livrarias por 1000 utentes é 19,58m². Este rácio procura ilustrar numericamente a disponibilidade deste tipo de estabelecimento em proporção ao número de utentes. O limite adoptado é de 26,11 e a sua contribuição é positiva.

Área de outras lojas comerciais é de 85m². Este valor foi obtido por levantamento directo no campus e corresponde a soma das áreas da loja de informática, da loja de fardas e da loja de roupas do pavilhão desportivo. O limite adoptado é de 106, considerando a possibilidade de aumentar em 25% a oferta existente, e a sua contribuição é positiva.

Área de outras lojas comerciais por 1000 utentes é 7,4 m². Este rácio procura ilustrar numericamente a disponibilidade deste tipo de estabelecimento em proporção ao número de utentes. O limite considerado é de 9,2 e a sua contribuição é positiva.

5.1.5.3 Serviços

Área de agência de viagens é de 50m². Este valor foi obtido por levantamento directo no campus e corresponde a existência de um estabelecimento deste tipo. Considerando que o valor existente é adequado, o limite adoptado é de 50m² e a sua contribuição é positiva.

Área de agência de viagens por 1000 utentes é 4,4 m². Este rácio procura ilustrar numericamente a disponibilidade deste tipo de estabelecimento em proporção ao número de utentes. O limite adoptado é de 4,4 e a sua contribuição é positiva.

Área de agências bancárias é de 160m². Este valor foi obtido por levantamento directo no campus e corresponde a soma da área dos dois estabelecimentos existentes deste tipo. Adota-se o valor 320 como limite,

correspondente a possibilidade de duplicar a área existente, e a sua contribuição é positiva.

Área de agências bancárias por 1000 utentes é 13,93 m². Este rácio procura ilustrar numericamente a disponibilidade deste tipo de estabelecimento em proporção ao número de utentes. O limite considerado é de 27,85 e a sua contribuição é positiva.

Número de caixas de Multibanco (ATM) é 5. Este valor foi obtido por levantamento directo no campus. O limite adoptado é de 8, pensando na necessidade em colmatar a ausência deste tipo de equipamento em alguma zonas do campus (como por exemplo no pavilhão desportivo). A sua contribuição é positiva.

Número de ATM por 1000 utentes é 0,4. Este rácio procura ilustrar numericamente a disponibilidade deste tipo de equipamento em proporção ao número de utentes. O limite considerado é de 0,7 e a sua contribuição é positiva.

Número de postos de telefone público é 9. Este valor foi obtido por levantamento directo no campus. Por ser um dispositivo ao qual cada vez menos os utentes recorrem, grandemente devido ao uso generalizado do telemóvel, considera-se que o número existente é adequado, adoptando-se assim como limite o valor 9. A sua contribuição é positiva.

Número de postos de telefone público por 1000 utentes é 0,8. Este rácio procura ilustrar numericamente a disponibilidade deste tipo de equipamento em proporção ao número de utentes. O limite adoptado é de 0,8 e a sua contribuição é positiva.

Apoio médico é de 4 horas semanais. Este valor foi obtido por consulta do sítio dos Serviços de Acção Social. Considera-se o limite de 60 horas (12 horas por dia) e a sua contribuição é positiva.

Percentagem de cobertura da rede *wireless* é de 40%. Este valor foi indicado pelos Serviços de Comunicação. Admite-se o limite de 100% e a sua contribuição é positiva.

Área de outros serviços é de 251m². Este valor foi obtido por levantamento directo no campus e é a soma das áreas dos correios e das duas

reprografias. Adopta-se o limite de 315, correspondente a possibilidade de aumentar a área existente em 25%. A sua contribuição é positiva.

Área de outros serviços por 1000 utentes é 21,9m². Este rácio procura ilustrar numericamente a disponibilidade desta categoria em proporção ao número de utentes. O limite considerado é de 27,4 e a sua contribuição é positiva.

5.1.5.4 Lazer e cultura

Número de lugares em auditórios (com capacidade superior a 100 lugares) é 2394. Este valor reúne a lotação de 15 auditórios que respeitam a condição imposta. Adopta-se como limite o valor de 3000, o que significa uma possibilidade de aumento da capacidade existente em 25%. A sua contribuição é positiva.

Número de lugares em auditórios (com capacidade superior a 100 lugares) **por 1000 utentes** é de 208. Este rácio procura ilustrar numericamente a disponibilidade deste tipo de infra-estrutura em proporção ao número de utentes. O limite adoptado é de 261 e a sua contribuição é positiva.

Número de eventos culturais por ano é 68. Este dado foi fornecido pelo Departamento de Desporto e Cultura dos Serviços de Acção Social. É referente ao ano lectivo 2005-2006. Adopta-se como valor limite 104, o equivale a dois eventos por semana. A sua contribuição é positiva.

Número de eventos culturais por ano por 1000 utentes é de 6. Este rácio procura quantificar numericamente a disponibilidade deste tipo de acontecimentos em proporção ao número de utentes. O limite considerado é de 9,1 e a sua contribuição é positiva.

Número de eventos desportivos por ano é 60. Este dado foi amavelmente fornecido pelo Departamento de Desporto e Cultura dos Serviços de Acção Social. É referente ao ano lectivo 2005-2006. Adopta-se como valor limite 104, o equivale a dois eventos por semana. A sua contribuição é positiva.

Número de eventos desportivos por ano por 1000 utentes é 5. Este rácio procura quantificar numericamente a disponibilidade deste tipo de

acontecimentos em proporção ao número de utentes. O limite considerado é de 9,1 e a sua contribuição é positiva.

5.1.5.5 Desporto

Área de equipamento desportivo coberto é de 3600 m². Trata-se da área do pavilhão desportivo existente no campus. Adopta-se como limite o valor de 4320, correspondente à possibilidade de aumentar a área existente em 20%. A sua contribuição é positiva.

Área de equipamento desportivo coberto por 1000 utentes é 313,3. Este rácio procura quantificar numericamente a disponibilidade deste tipo de infra-estrutura em proporção ao número de utentes. O limite considerado é de 376 e a sua contribuição é positiva.

Área de equipamento desportivo descoberto é de 2350 m². Trata-se da soma das áreas do campo de voleibol de praia, dos dois campos de futebol 5 em relva sintética e de uma zona de actividades diversas presentes no campus. Adopta-se como limite o valor de 4320, correspondente à possibilidade de aumentar a área existente em 20%. A sua contribuição é positiva.

Área de equipamento desportivo descoberto por 1000 utentes é 204,5 m². Este rácio procura quantificar numericamente a disponibilidade deste tipo de infra-estrutura em proporção ao número de utentes. O limite considerado é de 245,5 e a sua contribuição é positiva.

Número de modalidades oferecidas para prática é 54. Este valor foi retirada da página do Departamento de Desporto e Cultura dos Serviços de Acção Social. Por se considerar esta oferta adequada, adopta-se o limite de 54 e a sua contribuição é positiva.

Número de utentes praticantes registados é 4514. Este dado foi amavelmente fornecido pelo Departamento de Desporto e Cultura dos Serviços de Acção Social e refere-se ao ano lectivo 2005-2006. O limite considerado é de 5745, que corresponde à 50% da comunidade. A sua contribuição é positiva.

Percentagem de utentes praticantes registados é de 40%. Este dado foi amavelmente fornecido pelo Departamento de Desporto e Cultura dos Serviços de Acção Social e refere-se ao ano lectivo 2005-2006. Seguindo a opção tomada no indicador anterior, o limite considerado é de 50% e a sua contribuição é positiva.

5.2 Avaliação de cenário por utentes

Esta secção coloca o enfoque em todos os aspectos que caracterizam o processo de avaliação de cenário por grupos de utentes. Pretendia-se que, uma vez gerado um cenário que reflectisse possíveis alterações em termos de indicadores, fosse avaliada a variação de qualidade de vida que ocorresse caso esse cenário se tornasse real.

5.2.1 Breve descrição do exercício

Procurou-se aplicar os conceitos e modelo apresentados nos capítulos anteriores na elaboração de um sistema cuja interface com o utilizador consiste num portal *web*. Esta tarefa implicou o desenvolvimento de um conjunto de páginas cujo funcionamento e estrutura estão orientados para o ambiente *web*. A ferramenta escolhida foi o *Microsoft Visual Web Developer 2005 Express Edition*. A linguagem de programação adoptada para a programação de rotinas dedicadas a validações, cálculos, formatações, entre outras, foi o *Visual C#*, incluída no ambiente de desenvolvimento da ferramenta referida.

5.2.2 Entrada no sistema

O acesso ao sistema dá-se pela abertura de uma página de boas vindas (Figura 5.26), onde é exposto o nome do sistema, a instituição onde foi desenvolvido o trabalho e um *link* (associado a palavra *ENTRAR*) para prosseguir

com a navegação no portal denominado Sistema de Monitorização da Qualidade de Vida no Campus (SMQVC).



Figura 5.26 – Página de boas vindas ao SMQVC

A página seguinte (Figura 5.27), que até poderia designar-se por um menu de opções, oferece ao utilizador a possibilidade de usar as diversas funcionalidades disponíveis. Existe um *link* para cada uma delas, a saber:

- i) uma apresentação do sistema sob a forma de um texto que visa descrever sucintamente o âmbito e funcionamento do mesmo;
- ii) a consulta do estado do campus que se concretiza pela consulta dos diversos indicadores considerados;
- iii) a avaliação da variação da qualidade de vida (personalizada) que concede ao utilizadores a oportunidade de realizarem avaliações personalizadas;
- iv) a avaliação da variação da qualidade de vida (grupos de utentes) que, a partir da recolha de informação decorrente do acesso à opção anterior, calcula e apresenta resultados para os diversos grupos de utentes (alunos, docentes e funcionários, bem como para toda a comunidade académica);
- v) definir cenário consiste na possibilidade de atribuir novos valores aos indicadores construindo desta forma um cenário hipotético;

- vi) por fim, através do *link* contactar, acede-se a um formulário que pretende recolher contribuições/opiniões dos utentes de forma a eventualmente poder melhorar e aprimorar o sistema.

No canto superior direito da mesma página, são disponibilizados campos para a acreditação de um utilizador com a sua respectiva *password*, bem como uma opção para o registo de um novo utilizador.

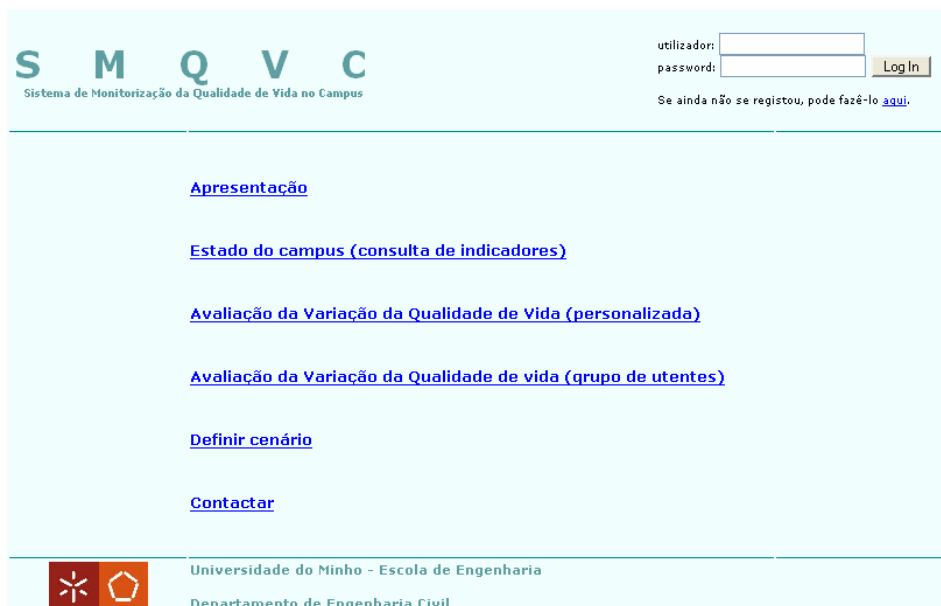


Figura 5.27 – Página de acesso às funcionalidades

A apresentação do sistema consiste na exibição de um texto que visa informar o utilizador apresentando resumidamente os conceitos, o funcionamento e as funcionalidades inerentes ao sistema de monitorização da qualidade de vida no campus (Figura 5.28).

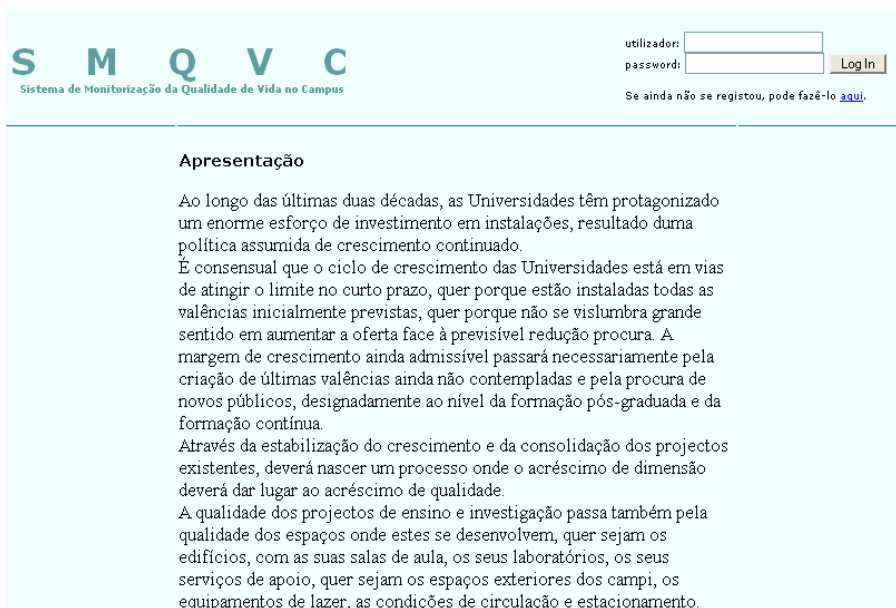


Figura 5.28 – Página de apresentação do sistema

5.2.3 *Registo no sistema*

Caso o acesso seja efectuado por uma pessoa que já se encontre registada no sistema, esta poderá utilizar o seu nome de utilizador e *password*, escolhidos aquando do registo, de forma a identificar-se perante o sistema a cada nova utilização, abrindo-lhe o acesso a todas as funcionalidades disponibilizadas. Caso ainda não se tenha registado, o utilizador poderá fazê-lo seguindo o *link* associado à palavra “aqui”, encaminhando-a para uma página de registo de novos utilizadores (Figura 5.29). Todos os campos apresentados deverão ser preenchidos para que o registo seja efectuado com sucesso. O *utilizador* é um identificador unívoco que permitirá ao sistema guardar e relacionar opções tomadas ao longo dos processos por esse utilizador. A *password*, tal como significa em inglês, consiste numa palavra-chave de acesso ao sistema que ficará associada ao utilizador. Devem ser fornecidos o género e a actividade através da escolha entre as opções facultadas. O registo é concluído quando todos os campos estiverem devidamente preenchidos (caso contrário surgirá uma mensagem de erro alertando para o problema encontrado) e pressionando o botão *criar utilizador*. O botão *Voltar* torna possível regressar a página anterior sem criar um novo utilizador. Sempre que um registo é efectuado com sucesso, é exibida uma página (Figura 5.30) confirmando precisamente esse facto.

S M Q V C
Sistema de Monitorização da Qualidade de Vida no Campus

Registo de um novo utilizador

Utilizador:

Password:

Sexo: F M

Actividade: Estudante Docente Funcionário

 Universidade do Minho - Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia Civil

Figura 5.29 – Registo de um novo utilizador

S M Q V C
Sistema de Monitorização da Qualidade de Vida no Campus

Obrigado por se registar no nosso site.

Pode agora usar o utilizador e a password fornecidos para aceder as funcionalidades do SMQVC.

 Universidade do Minho - Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia Civil

Figura 5.30 – Registo de utilizador bem sucedido

5.2.4 Consultas ad-hoc à base de dados – Estado do Campus

A opção “Estado do Campus” consiste em disponibilizar uma forma de consultar os indicadores considerados neste caso de estudo. Distinguiram-se dois tipos indicadores em função do tipo de dado que os caracteriza: os indicadores

com valor numérico e os indicadores caracterizados por um mapa (Figura 5.31). Esta necessidade adveio das diferenças de formato em que os dados devem ser exibidos, gerando-se assim uma página para cada um deles.

Para os indicadores numéricos, a página contém um menu de navegação pelos indicadores, situado do lado esquerdo (Figura 5.32). Foi organizado em vários níveis coincidentes com a organização dos indicadores, a saber, num primeiro nível as dimensões, num segundo os temas e por fim os indicadores. Percorrendo o menu e seleccionado o indicador que se pretende consultar, surgem no centro da página toda a informação relevante a seu respeito: a dimensão e o tema onde se enquadra, a sua designação, o seu identificador unívoco (*número*), o tipo de variável que representa (valor ou rácio), se a sua contribuição para o índice é positiva ou negativa, as unidades em que se exprime, o valor para o ano 2006, o limite a partir do qual se considera que já atingida a variação máxima e uma descrição que possa expor melhor o seu significado. Na parte direita da página, encontra-se uma imagem que visa ilustrar a dimensão do indicador consultado.



Figura 5.31 – Consulta de indicadores

S M Q V C
Sistema de Monitorização da Qualidade de Vida no Campus

Consulta de indicadores

- Ambiente ▶
- Mobilidade e Estacionamento ▶
- Segurança ▶
 - Combate a incêndios ▶
 - Exercícios de segurança ▶ **Número de exercícios de segurança por ano**
- Espaço Urbano ▶
- Serviços de Apoio ▶



Número de exercícios de segurança por ano

Atributos:

Designação:	Número de exercícios de segurança por ano
Número:	50
Tipo:	Valor
Tipo de Contribuição:	Positiva
Unidades:	#/edifício/ano
Valor para 2006:	0
Limite:	1
Descrição:	visa retratar de que forma é tratada uma eventual resposta a uma situação de emergência.

Figura 5.32 – Consulta de indicadores numéricos

Para os indicadores que se apresentam sob a forma de mapa, a estrutura da página é muito semelhante à adoptada para os indicadores numéricos, sendo que neste caso é sempre exibido um mapa correspondente ao indicador escolhido no menu de navegação (Figura 5.33 e Figura 5.34), seguido de alguns atributos que completam a informação transmitida graficamente.

S M Q V C
Sistema de Monitorização da Qualidade de Vida no Campus

Consulta de mapas

- Ambiente ▶
 - Dimensão: **Ambiente**
 - Tema: **Recolha de Resíduos**
- Mobilidade e Estacionamento ▶
- Segurança ▶
- Espaço Urbano ▶
- Serviços de Apoio ▶



Mapa de distribuição de ecopontos



Figura 5.33 – Consulta de mapas (designação)

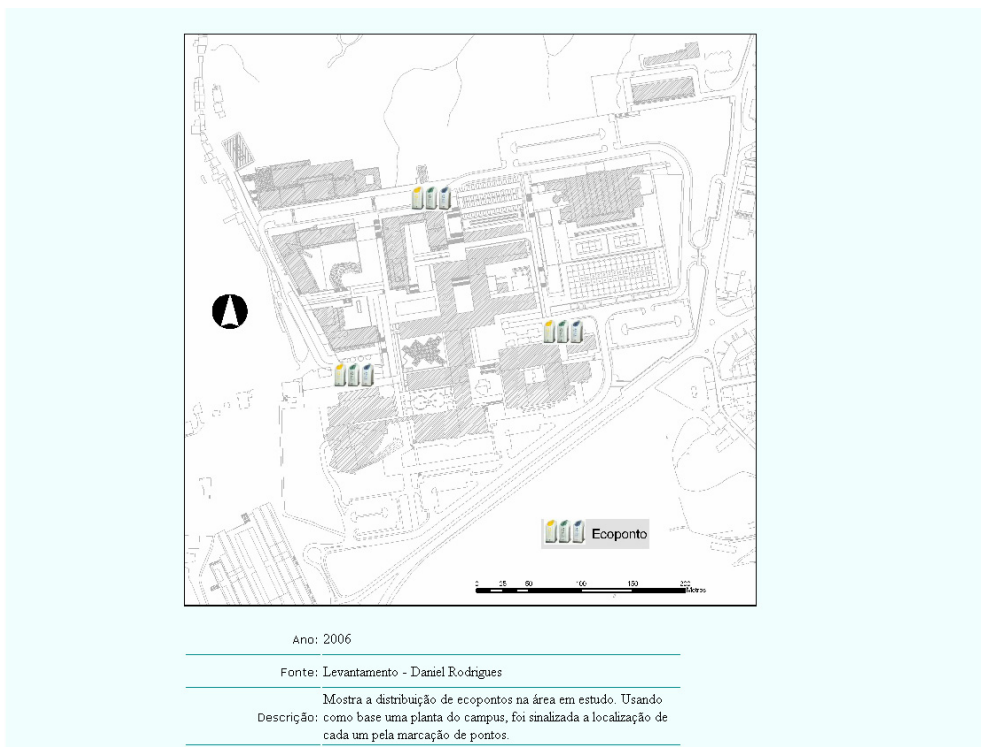


Figura 5.34 – Consulta de mapas (metadados)

5.2.5 Avaliação personalizada da variação da qualidade de vida

O link “Avaliação da Variação da Qualidade de Vida (personalizada)” disponibiliza uma ferramenta que permite a qualquer utilizador registado avaliar a variação de qualidade de vida ocorrida entre um ano base e ano alvo. A primeira página com o utilizador se depara é de cariz introdutório (Figura 5.35). Um texto descreve sucintamente o processo e alerta que este apenas pode ser despoletado se estiver devidamente identificado perante o sistema (*login* efectuado). À semelhança do que foi descrito para a Figura 5.26, voltam a estar disponíveis no canto superior direito os elementos necessários para se proceder a uma identificação ou, caso ainda não tenha sido efectuado, um registo no sistema. Caso a pessoa já se tenha identificado num passo anterior, os campos de identificação (*utilizador* e *password*) dão lugar à amostragem (Figura 5.36) do utilizador actual e de um botão *logout* que permite voltar ao estado anterior (nenhum utilizador identificado). Para iniciar o processo de avaliação basta carregar no botão “Continuar”. Surge agora um pedido de atribuição de nome

para a sessão iniciada (Figura 5.37). Este passo faz com seja possível permitir e distinguir várias avaliações por utilizador. O nome não poderá ficar em branco, sendo assim obrigatório o seu preenchimento para poder prosseguir (botão *continuar*).

Dado tratar-se de uma avaliação da variação da qualidade de vida, é necessário que o utilizador indique os anos a comparar sobre os quais o cálculo assentará. Nesse sentido, é solicitado que sejam indicados um ano base e um ano alvo (Figura 5.38). Esta tarefa consiste, para cada um dos itens referidos, na selecção de uma lista de valores disponíveis. Para o ano base, a lista é apenas composta por anos disponíveis na base de dados do sistema e que representam uma caracterização do campus nesse período sob a forma de indicadores. No entanto e para além desses valores, o ano alvo também poderá representar um cenário gerado pelo utilizador, ou por outro que expressou a sua vontade em torná-lo acessível aos demais (ver mais adiante a definição de cenários). A distinção entre um cenário e um ano com dados reais é feita pela presença de um “*” no final da designação de um cenário. Também aqui existe uma restrição ao prosseguimento que consiste em não permitir a escolha de um ano base igual ao ano alvo.

S M Q V C
Sistema de Monitorização da Qualidade de Vida no Campus

utilizador:
password:
Se ainda não se registou, pode fazê-lo [aqui](#).

Avaliação personalizada do índice de variação da qualidade de vida no campus

Trata-se de um instrumento que lhe permite efectuar uma avaliação do índice de variação da qualidade de vida no campus no qual é tida em conta a sua perspectiva ao longo do processo. É lhe dada a possibilidade de escolher os anos que pretende comparar, seleccionar os indicadores que considera relevantes, bem como atribuir graus de importância (pesos) distintos. No final do processo, são apresentados os resultados que derivaram das suas escolhas.

(Nota: a utilização desta opção requer que esteja registado no sistema - ver canto superior direito)


 Universidade do Minho - Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia Civil

Figura 5.35 – Página introdutória à avaliação personalizada da variação de qualidade de vida

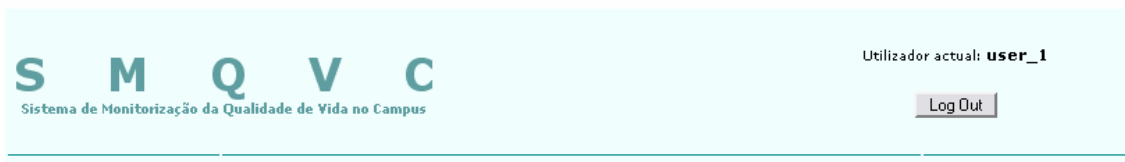


Figura 5.36 – Utilizador identificado perante o sistema



Figura 5.37 – Atribuição de um nome à sessão de trabalho



Figura 5.38 – Escolha dos anos a comparar

Segue a selecção de indicadores. A implementação desta operação foi idealizada para poder oferecer uma maior flexibilidade na acção do utilizador, mantendo no entanto a estrutura organizacional proposta para os mesmos. Assim, num primeiro momento, surge apenas a lista de dimensões consideradas (Figura 5.39). A sua selecção passa pela inscrição de um visto no quadrado presente à frente de cada uma (por oposição, à não selecção corresponde à subtracção do visto). Sempre que uma dimensão é escolhida, um botão “Temas” vê o seu estado alterar-se de indisponível (de cor cinzenta esbatida e sem nenhuma função activa) para disponível (adquire cores que tornam o seu texto claramente legível, sinónimo de que dispõe novamente de uma função). Ao carregar num desses botões associado a uma dimensão seleccionada, surgirá uma nova lista contendo os temas pertencentes à dimensão em causa. O modo de operar é idêntico ao descrito para as dimensões, sendo agora possível também realizar o mesmo processo de selecção para os indicadores pertencentes a cada um dos temas (Figura 5.40). Quando o utilizador considerar ter concluído as suas escolhas poderá avançar para o passo seguinte carregando no botão “continuar”. Caso pretenda abandonar o processo e regressar à página de acesso às funcionalidades, poderá fazê-lo através do botão “Sair” ou do botão “Log Out” (este no entanto também faz com que o utilizador deixe de estar identificado pelo sistema).

S M Q V C
Sistema de Monitorização da Qualidade de Vida no Campus

Utilizador actual: user_1
Log Out

Nome da sessão - Anos a comparar - Escolha de dimensões/temas/Indicadores - Atribuição de pesos - Resultados

ESCOLHA DE DIMENSÕES, TEMAS E INDICADORES

Selecione as dimensões, temas e indicadores que pretende considerar na avaliação da variação da qualidade de vida no campus. Para que algum desses elementos sejam tidos em conta, deve colocar um visto (ou, em caso contrário, retirá-lo) a frente de cada um.

Continuar

Dimensões da Qualidade de Vida

- Ambiente > temas
- Mobilidade e Estacionamento > temas
- Segurança > temas
- Espaço Urbano > temas
- Serviços de Apoio > temas

Selecionar todas Limpar

Figura 5.39 – Selecção de dimensões

De seguida, procede-se à atribuição de pesos aos elementos escolhidos (Figura 5.41). À semelhança do passo anterior, dimensões, temas e indicadores são apresentados em listas distintas e, no caso dos dois últimos, por intervenção do utilizador. É também de notar que apenas são exibidos os elementos que forem anteriormente seleccionados, dado que os restantes não serão considerados na avaliação por opção do utilizador. A atribuição de um peso passa pela indicação por parte do utilizador de qual a importância relativa que pretende ver associada a cada um dos elementos a considerar na avaliação. Esta tarefa consiste em escolher e marcar um valor inteiro que varia de 1 a 5 para cada uma das dimensões, temas e indicadores, sendo que ao valor 1 corresponde uma menor importância e ao valor 5 uma maior importância. É de notar também que a ponderação de um elemento é sempre realizada no âmbito do grupo onde se insere, isto é, um indicador tem uma importância relativa aos restantes indicadores do tema a que pertence, um tema em relação aos temas da dimensão onde se enquadra e as dimensões em relação às restantes dimensões.

The screenshot displays the 'ESCOLHA DE DIMENSÕES, TEMAS E INDICADORES' (Selection of Dimensions, Themes and Indicators) page. At the top, the logo 'S M Q V C' and the text 'Sistema de Monitorização da Qualidade de Vida no Campus' are visible. The user is logged in as 'user_1'. The page title is 'Nome da sessão - Anos a comparar - Escolha de dimensões/temas/Indicadores - Atribuição de pesos - Resultados'. The main heading is 'ESCOLHA DE DIMENSÕES, TEMAS E INDICADORES' with a 'Continuar' button. Below this, instructions state: 'Seleccione as dimensões, temas e indicadores que pretende considerar na avaliação da variação da qualidade de vida no campus. Para que algum desses elementos sejam tidos em conta, deve colocar um visto (ou, em caso contrário, retirá-lo) a frente de cada um.'

The interface shows a tree structure for selecting indicators:

- Ambiente > temas
 - Mobilidade
 - Restauração > Indicadores
 - Comércio > Indicadores
 - Serviços > Indicadores
 - Lazer e cultura > Indicadores
 - Desporto > Indicadores
 - Capacidade de bares (zona de clientes)
 - Capacidade de bares (zona de clientes), por 1000 utentes
 - Capacidade de restaurantes (zona de clientes)
 - Capacidade de restaurantes (zona de clientes), por 1000 utentes
 - Número de máquinas de venda de bebidas e snacks
 - Número de máquinas de venda de bebidas e snacks, por 1000 utentes

Buttons for 'Selecionar todas' and 'Limpar' are present at the bottom of the indicator selection list. The footer includes the logo of the University of Minho - Escola de Engenharia and the Department of Civil Engineering, with a 'Sair' button.

Figura 5.40 – Selecção de indicadores

À partida, todos os elementos têm pesos idênticos e, caso o utilizador pretenda efectuar uma avaliação com este figurino, poderá passar de imediato ao cálculo do índice sem efectuar qualquer outra intervenção.

Após carregar no botão “Calcular”, é despoletado o processo de cálculo do índice de variação de qualidade. Este procedimento toma em conta todas as opções assumidas pelo utilizador. Surge uma nova página (Figura 5.42) que apresenta os resultados de diversas formas. Uma primeira parte mostra o valor do índice de variação segundo os dados fornecidos pelo utilizador. Este valor exprime-se em relação a um índice base (igual a 100) que corresponde à situação de referência (ano base) no que concerne aos indicadores. Caso o valor calculado (índice de variação de qualidade de vida para o ano alvo em relação ao ano base) seja superior a 100, isto significa que se registou uma variação positiva da qualidade de vida, caso contrário, essa variação é negativa.

Nome da sessão - Anos a comparar - Escolha de dimensões/temas/Indicadores - **Atribuição de pesos** - Resultados

ATRIBUIÇÃO DE PESOS

Neste passo, pode conferir aos diversos elementos que decidiu ter em conta na sua avaliação importâncias relativas distintas através da atribuição de pesos. Para cada elemento a considerar, é facultada uma escala de 5 valores aos quais correspondem 5 graus de importância distinta. Desta forma, quanto maior o valor, maior é a importância, isto é, ao valor 1 corresponde "menos importante" enquanto que ao valor 5 "mais importante".

Escolha de pesos para as dimensões escolhidas

Ambiente	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	0,2
<input type="button" value="Temas>>"/>		
Mobilidade	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	0,2
<input type="button" value="Temas>>"/>		
Segurança	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	0,2
<input type="button" value="Temas>>"/>		
Espaço	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	0,2
<input type="button" value="Temas>>"/>		
Serviços	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	0,2
<input type="button" value="Temas>>"/>		
Lazer e cultura	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	0,2
<input type="button" value="Indicadores>>"/>		
Desporto	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5	0,2
<input type="button" value="Indicadores>>"/>		

Figura 5.41 – Atribuição de pesos

A título comparativo, são também disponibilizados os índices de variação de cada um dos grupos de utentes (alunos, docentes e funcionários) e de toda a comunidade. O seu cálculo considera também as opções do utilizador no que se refere à selecção de indicadores, enquanto que os pesos advêm do cálculo da média dos pesos considerados nas avaliações efectuadas pelos utentes e armazenadas pelo sistema. Por exemplo, o índice de variação de qualidade de vida para os alunos emprega como pesos para os indicadores (temas e dimensões), a média dos pesos extraídos das avaliações anteriormente efectuadas por alunos que recorreram ao sistema.

Conjuntamente com o índice de variação, é também apresentado um gráfico que mostra de que forma ocorreu a variação para cada uma das dimensões em análise, procurando revelar em que sentido contribuem as dimensões para o índice global. Para tal, optou-se por um gráfico de barras, onde cada dimensão é representada por uma barra de cor distinta das restantes. Os valores representados são índices de variação por dimensão e exprimem-se

similarmente ao índice global, isto é, em relação a uma referência à qual corresponde o valor 100.

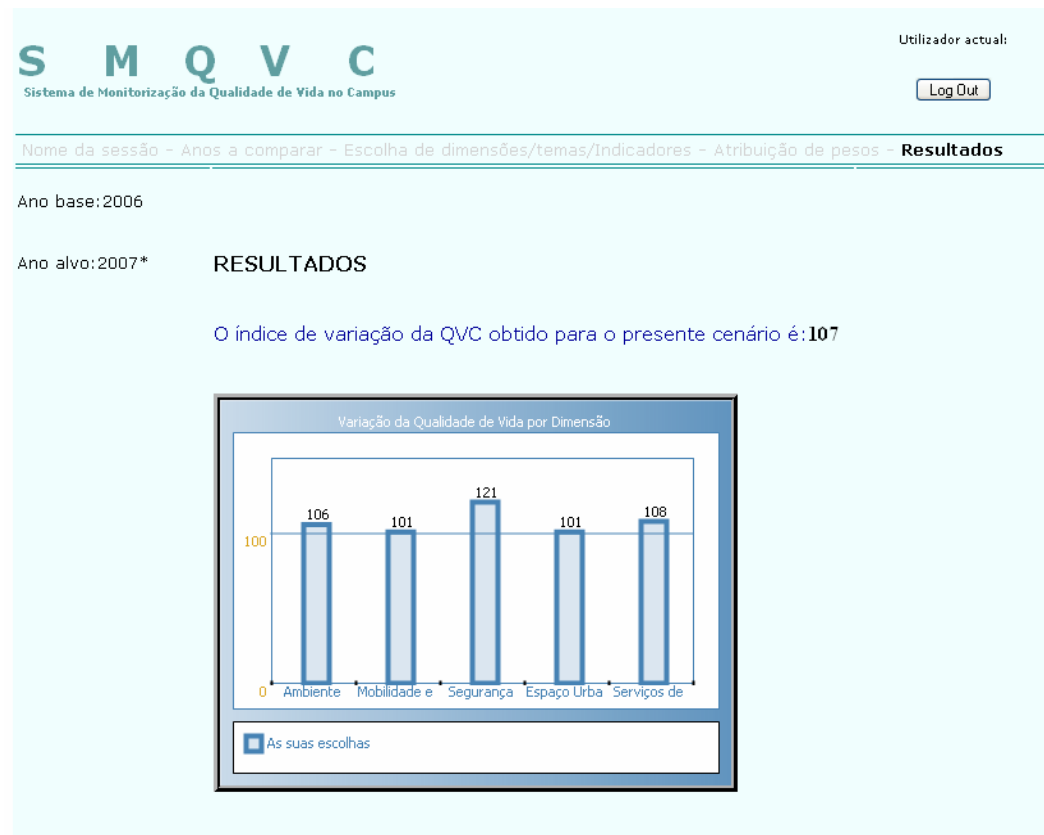


Figura 5.42 – Página de resultados: índice e gráficos

Com o intuito de enquadrar comparativamente o valor do índice obtido, são igualmente apresentados os índices de variação da qualidade de vida por grupos de utentes, calculados com recurso às opções tomadas pelo utilizador (Figura 5.43). São ainda fornecidos gráficos suplementares, em número igual às dimensões (neste caso cinco). Estes permitem estabelecer comparações, no âmbito de cada dimensão, entre o comportamento dos diversos índices apresentados. Assim, em cada gráfico é representado, para a dimensão a que diz respeito, o índice de variação para o utente, para cada um dos grupos e para a comunidade.

O mesmo cenário teria a seguinte avaliação por parte dos grupos de utentes:

Variação de QVC

Avaliação presente: 107

Toda a comunidade: 107

Alunos: 107

Docentes: 108

Funcionários: 108

Variação de QVC por dimensão:

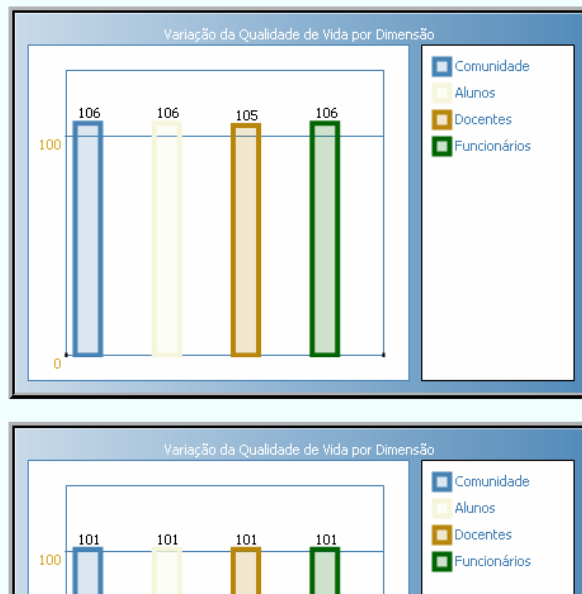


Figura 5.43 – Página de resultados: índices e gráficos por grupos

Por fim, esta página de resultados contém uma tabela que sintetiza todos os pesos utilizados nos cálculos (Figura 5.44). Por linha, encontram-se as informações relativas às dimensões, temas e indicadores seleccionados, e na primeira coluna se encontra a designação da dimensão, tema ou indicador, seguindo-se uma coluna para os pesos escolhidos pelos utentes, de quatro colunas para os pesos resultantes para cada um dos grupos e para a comunidade, sendo que a última coluna apresenta índices de variação para cada um dos elementos considerados.

Quadro dos pesos e índices de variação por dimensão, tema e indicadores considerados na avaliação		
Dimensão/Tema/Indicador	Pesos	Score
Ambiente	0,17	106
Ruído Ambiental	0,29	100
Média do Leq(A) diurno em pontos centrais	1	100
Qualidade do Ar	0,36	100
Média de concentração de partículas suspensas em pontos centrais	0,25	100
Média de concentração de compostos orgânicos voláteis em pontos centrais	0,25	100
Média de concentração de NO _x em pontos centrais	0,25	100
Média de concentração de CO em pontos centrais	0,25	100
Recolha de Resíduos	0,36	117
Número total de papelarias	0,25	100
Número total de papelarias, por hectare	0,25	100
Número total de ecopontos	0,25	133
Número total de ecopontos, por hectare	0,25	135
Mobilidade e Estacionamento	0,22	101
Nível de acessibilidade no campus	0,13	100
Somatório ponderado de distâncias a destinos-chave	1	100
Nível de acessibilidade no campus para deficientes	0,13	100
Somatório ponderado de distâncias a destinos-chave, para deficientes	1	100
Rede rodoviária interna	0,08	100
Extensão total de vias	0,5	100
Extensão total de vias, por hectare	0,5	100
Rede pedonal interna	0,11	100
Extensão total de caminhos pedonais	0,5	100
Extensão total de caminhos pedonais, por há	0,5	100
Rácio de acessibilidade pedonal	0,11	100
Extensão da rede pedonal/extensão da rede rodoviária	1	100
Rácio de acessibilidade de deficientes	0,13	100
Extensão da rede para deficientes/extensão da rede rodoviária	1	100
Oferta de estacionamento	0,13	100
Número total de lugares	0,16	100
Número total de lugares, por 1000 utentes	0,16	100

Figura 5.44 – Página de resultados – quadro dos pesos de indicadores

A título de exemplo, apresenta-se de seguida os dados inseridos e resultados provenientes da participação de um dos utilizadores do sistema.

Na Tabela 5.1, podem ser observados os pesos atribuídos a cada dimensão. Constata-se que todas foram tomadas em consideração para a avaliação uma vez que nenhuma tem um peso igual a zero (equivalente ao acto de não seleccionar a mesma). No que diz respeito a importância relativa de cada uma, é destacada em primeiro lugar a dimensão serviços de apoio e em segundo a mobilidade e estacionamento. Ficaram assim num patamar inferior as restantes três que receberam pesos iguais.

Tabela 5.1 - Pesos para as dimensões

Dimensões	Pesos
Ambiente	0,167
Mobilidade e estacionamento	0,222
Segurança	0,167
Espaço Urbano	0,166
Serviços de apoio	0,278

Quanto aos temas (Tabela 5.2), este participante considerou mais importante a qualidade do ar e a recolha de resíduos, deixando para um segundo plano o ruído ambiental, no que diz respeito à dimensão ambiente. Para a mobilidade e estacionamento, quatro temas foram considerados mais importantes: nível de acessibilidade no campus, nível de acessibilidade no campus para deficientes, rácio de acessibilidade de deficientes e oferta de estacionamento. A seguir, surgem o rácio de acessibilidade pedonal e os transportes públicos. Por fim, aos quais foi conferida menor importância, estão a rede rodoviária interna e o nível de serviço do eixo campus-cidade.

Tabela 5.2 - Pesos para os temas

Dimensão/Tema	Pesos
Ambiente	
Ruído Ambiental	0,286
Qualidade do Ar	0,357
Recolha de Resíduos	0,357
Mobilidade e Estacionamento	
Nível de acessibilidade no campus	0,132
Nível de acessibilidade no campus para deficientes	0,132
Rede rodoviária interna	0,079
Rede pedonal interna	0,105
Rácio de acessibilidade pedonal	0,105
Rácio de acessibilidade de deficientes	0,132
Oferta de estacionamento	0,132
Transportes públicos	0,105
Nível de serviço do eixo campus-cidade	0,079
Segurança	
Combate a incêndios	0,500
Exercícios de segurança	0,500
Espaço Urbano	
Zonamento funcional	0,417
Mobiliário urbano	0,333
Sinalização interna	0,25
Serviços de apoio	
Restauração	0,250
Comércio	0,100
Serviços	0,250
Lazer e cultura	0,200
Desporto	0,200

Para a dimensão segurança, os dois temas disponibilizados foram considerados igualmente importantes. No espaço urbano, o zonamento funcional recebe o maior peso, enquanto que a sinalização interna é considerada como a menos relevante. O mobiliário urbano ocupa a posição intermédia. Quanto aos serviços de apoio, a restauração e os serviços são os temas considerados mais importantes. Logo a seguir, surgem lazer e cultura com o mesmo peso do que desporto, destacando-se o comércio como o tema menos relevante.

A Tabela 5.3 mostra os pesos atribuídos aos indicadores afectos à dimensão ambiente. O que se constata é que o utilizador decidiu não distinguir nenhum indicador em particular, considerando que, em cada um dos temas, os indicadores são igualmente relevantes.

Tabela 5.3 – Pesos dos indicadores da dimensão Ambiente

	Pesos
Ruído Ambiental	
Média do Leq(A) diurno em pontos centrais	1
Qualidade do Ar	
Média de concentração de partículas suspensas em pontos centrais	0,25
Média de concentração de compostos orgânicos voláteis em pontos centrais	0,25
Média de concentração de NOx em pontos centrais	0,25
Média de concentração de CO em pontos centrais	0,25
Recolha de Resíduos	
Número total de papeleiras	0,25
Número total de papeleiras, por hectare	0,25
Número total de ecopontos	0,25
Número total de ecopontos, por hectare	0,25

Quanto aos indicadores da dimensão mobilidade e estacionamento (Tabela 5.4), de todos os temas considerados, a oferta de estacionamento é o único que justifica uma observação mais atenta, uma vez que os restantes ou apenas possuem um único indicador ou foram sempre atribuídos pesos idênticos. O indicador considerado menos importante é o número de lugares condicionados, precedido pelo número de lugares pagos. Os restantes indicadores partilham a posição de maior relevância para o tema.

Tabela 5.4 – Pesos dos indicadores da dimensão mobilidade e estacionamento

	Pesos
Nível de acessibilidade no campus	
Somatório ponderado de distâncias a destinos-chave	1
Nível de acessibilidade no campus para deficientes	
Somatório ponderado de distâncias a destinos-chave, para deficientes	1
Rede rodoviária interna	
Extensão total de vias	0,5
Extensão total de vias, por hectare	0,5
Rede pedonal interna	
Extensão total de caminhos pedonais	0,5
Extensão total de caminhos pedonais, por há	0,5
Rácio de acessibilidade pedonal	
Extensão da rede pedonal/extensão da rede rodoviária	1
Rácio de acessibilidade de deficientes	
Extensão da rede para deficientes/extensão da rede rodoviária	1
Oferta de estacionamento	
Número total de lugares	0,156
Número total de lugares, por 1000 utentes	0,156
Número de lugares para deficientes	0,156
Número de lugares para deficientes, por 1000 utentes	0,156
Número de lugares condicionados	0,094
Número de lugares não condicionados	0,157
Número de lugares pagos	0,125
Transportes públicos	
Número de carreiras diárias entre o campus e o centro da cidade, das 8h às 20h	0,5
Número de carreiras diárias entre o campus e as residências universitárias, das 8h às 20h	0,5
Nível de serviço do eixo campus-cidade	
Indicador de nível de serviço do percurso pedonal campus-centro, relativo às dimensões físicas	0,5
Indicador de nível de serviço do percurso campus-centro, relativo ao ambiente pedonal	0,5

No caso da dimensão segurança (Tabela 5.5), constituída por dois temas em que um deles apenas inclui um indicador, apenas suscita reparo o facto de todos os indicadores do tema combate a incêndios possuírem pesos iguais, isto é, foram lhes concedidos importâncias relativas iguais.

Tabela 5.5 – Pesos dos indicadores da segurança

	Pesos
Combate a incêndios	
Número de bocas-de-incêndio exteriores	0,333
Número de bocas-de-incêndio exteriores, por hectare	0,333
Número de bocas-de-incêndio exteriores, por 1000 m ² de construção (implantação)	0,333
Exercícios de segurança	
Número de exercícios de segurança por ano	1

A Tabela 5.6 apresenta os pesos dos indicadores da dimensão *espaço urbano*. No tema *zonamento funcional*, o utente acabou apenas considerar dois grupos de indicadores no que toca à importância relativa. Assim, indicou como sendo mais relevantes o *índice de construção*, a *área verde utilizável*, a *área verde utilizável por utente*, a *percentagem de área verde*, a *área verde de enquadramento*, a *área de circulação rodoviária*, a *área de circulação rodoviária por utente* e a *área de estacionamento*.

Tabela 5.6 – Indicadores da dimensão espaço urbano

	Alunos
Zonamento funcional	
Área construída (implantação)	0,052
Área construída (pavimentos)	0,052
Área construída (pavimentos), por utente	0,052
Percentagem de área construída	0,052
Índice de construção	0,066
Área verde utilizável	0,066
Área verde utilizável, por utente	0,066
Percentagem de área verde	0,066
Área verde de enquadramento	0,066
Área verde de enquadramento, por utente	0,053
Área de circulação rodoviária	0,066
Área de circulação rodoviária, por utente	0,066
Percentagem de área de circulação	0,053
Área de estacionamento	0,066
Área de estacionamento, por utente	0,053
Percentagem de área de estacionamento	0,053
Média do Factor de Visualização do Céu em pontos centrais	0,052
Mobiliário urbano	
Número de candeeiros de iluminação pública	0,132
Número de candeeiros de iluminação pública, por hectare	0,132
Número de monumentos/peças artísticas	0,079
Número de monumentos/peças artísticas, por 1000 utentes	0,079
Número de marcos de correio	0,079
Número de marcos de correio, por 1000 utentes	0,079
Extensão de bancos exteriores	0,105
Extensão de bancos exteriores, por 1000 utentes	0,105
Número de árvores	0,105
Número de árvores, por hectare	0,105
Sinalização interna	
Número de mapas de orientação exteriores	0,267
Número de mapas de orientação exteriores, por hectare	0,267
Número de placas sinalizadoras exteriores	0,267
Número de placas sinalizadoras exteriores, por hectare	0,199

Num patamar inferior, ficaram reunidos a *área construída (implantação)*, a *área construída (pavimentos)*, a *área construída (pavimentos)*,

por utente, a percentagem de área construída, a área verde de enquadramento, por utente, a percentagem de área de circulação, a área de estacionamento, por utente, a percentagem de área de estacionamento e a média do Factor de Visão do Céu em pontos centrais. Para o tema mobiliário urbano, dois indicadores foram considerados mais importantes: o *número de candeeiros de iluminação pública* e o *número de candeeiros de iluminação pública, por hectare*. Em segundo plano ficaram a *extensão de bancos exteriores, a extensão de bancos exteriores, por 1000 utentes*, o *número de árvores* e o *número de árvores, por hectare*. Com menor importância relativa, foram considerados o *número de monumentos/peças artísticas*, o *número de monumentos/peças artísticas por 1000 utente*, o *número de marcos de correio* e o *número de marcos de correio, por 1000 utentes*.

No que diz respeito à dimensão *serviços de apoio* (Tabela 5.7), observa-se que para o tema *restauração* que os indicadores relativos à *capacidade de bares* e à *capacidade de restaurantes* partilham, ao ser-lhes atribuídos um peso maior, o estatuto de indicador de maior importância. Os dois indicadores restantes, alusivos ao *número de máquinas de venda de bebidas e snacks*, receberam um peso inferior, ficando assim num patamar inferior em termos de importância relativa. Quanto ao tema *comércio*, também apenas foram utilizados dois valores na atribuição de pesos. Os dois indicadores relativos à *área de quiosques de jornais e revistas* foram considerados menos importantes, enquanto que os indicadores alusivos à *área de livrarias* e à *área de outras lojas comerciais* foram indicados como mais importantes. Para o tema *serviços*, o indicador considerado mais importante foi o *apoio médico*. A seguir situam-se os indicadores *número de postos de telefone público* e *número de postos de telefone público, por 1000 utentes*. Os indicadores relativos à *área de bancos, número de ATM* e *área de outros serviços* receberam pesos idênticos mas inferiores aos indicadores já citados, sendo-lhes assim concedido uma importância menor. Por fim, os indicadores *área de agências de viagens, área de agências de viagens, por 1000 utentes* e *percentagem de cobertura da rede wireless* foram considerados os menos importantes, sendo-lhes atribuído o menor peso.

Tabela 5.7 – Pesos dos indicadores de serviços de apoio

	Pesos
Restauração	
Capacidade de bares (zona de clientes)	0,18
Capacidade de bares (zona de clientes), por 1000 utentes	0,18
Capacidade de restaurantes (zona de clientes)	0,18
Capacidade de restaurantes (zona de clientes), por 1000 utentes	0,18
Número de máquinas de venda de bebidas e snacks	0,14
Número de máquinas de venda de bebidas e snacks, por 1000 utentes	0,14
Comércio	
Área de quiosques de jornais e revistas	0,14
Área de quiosques de jornais e revistas, por 1000 utentes	0,14
Área de livrarias	0,18
Área de livrarias, por 1000 utentes	0,18
Área de outras lojas comerciais	0,18
Área de outras lojas comerciais, por 1000 utentes	0,18
Serviços	
Número de postos de telefone público	0,11
Número de postos de telefone público, por 1000 utentes	0,11
Área de agência de viagens	0,05
Área de agência de viagens, por 1000 utentes	0,05
Área de bancos	0,08
Área de bancos, por 1000 utentes	0,08
Número de ATM	0,08
Número de ATM, por 1000 utentes	0,08
Área de outros serviços	0,08
Área de outros serviços, por 1000 utentes	0,08
Percentagem de cobertura da rede <i>wireless</i>	0,05
Apoio médico	0,14
Lazer e cultura	
Número de lugares em auditórios (com capacidade superior a 100 lugares)	0,18
Número de lugares em auditórios (com capacidade superior a 100 lugares), por 1000 utentes	0,18
Número de eventos culturais por ano	0,14
Número de eventos culturais por ano, por 1000 utentes	0,14
Número de eventos desportivos por ano	0,18
Número de eventos desportivos por ano, por 1000 utentes	0,18
Desporto	
Área de equipamento desportivo coberto	0,17
Área de equipamento desportivo coberto, por 1000 utentes	0,13
Área de equipamento desportivo descoberto	0,13
Área de equipamento desportivo descoberto, por 1000 utentes	0,13
Número de modalidades oferecidas para prática	0,17
Número de utentes praticantes registados	0,13
Percentagem de utentes praticantes registados	0,13

No tema *lazer e cultura*, mais uma vez os indicadores encontram-se agrupados em dois conjuntos: *número de lugares em auditórios (com capacidade superior a 100 lugares)*, *número de lugares em auditórios (com capacidade superior a 100 lugares) por 1000 utentes*, *número de eventos desportivos por ano*

e número de eventos desportivos por ano por 1000 utentes como sendo os mais importantes, enquanto que número de eventos culturais por ano e número de eventos culturais por ano por 1000 utentes como os menos importantes. Este tipo de agrupamento volta a acontecer para o tema desporto. Assim, os indicadores área de equipamento desportivo coberto e número de modalidades oferecidas para prática foram considerados os mais importantes. Pelo seu turno, área de equipamento desportivo coberto, por 1000 utentes, área de equipamento desportivo descoberto, área de equipamento desportivo descoberto por 1000 utentes, número de utentes praticantes registados e percentagem de utentes praticantes registados.

A aplicação dos pesos anteriormente apresentados no cálculo de um índice de avaliação da qualidade de vida (do ponto de vista de um utente), resultou neste caso num índice cujo valor é 107. Por este valor ser relativo a um ano base de comparação (2006), o seu significado será o seguinte: caso seja igual a 100, isto indica que não ocorreu variação na qualidade de vida, se for maior do que 100 então existiu uma variação positiva, mas se for inferior a 100 então essa variação será negativa. Dado que o valor obtido (107) é superior ao índice de referência (100) é possível concluir que, pelas opções tomadas pelo utente, existiu uma variação positiva da qualidade de vida. De forma a fornecer outros elementos de comparação, o sistema fornece igualmente índices de variação para cada grupo de utentes, bem como para a comunidade global. Isto corresponde a adoptar para o cálculo de cada um dos índices as mesmas opções tomadas pelo indivíduo, isto é, os mesmos pesos. A Tabela 5.8 mostra os índices obtidos para cada grupo.

Tabela 5.8 – Índices por grupo de utentes

Grupos	Índice
Alunos	117
Docentes	118
Funcionários	118
Comunidade	117

Como se pode observar, os índices obtidos também correspondem a uma variação positiva da qualidade de vida. No entanto, constata-se que estes valores são superiores ao obtido pelo utente. Pode-se assim considerar que a percepção deste utente no que toca à variação de qualidade de vida, apesar de positiva, não é tão positiva como a dos diversos grupos de utentes e comunidade, para opções idênticas às suas.

5.2.6 Avaliação da variação da qualidade vida (grupo de utentes)

Trata-se de uma opção que realiza o cálculo e a apresentação de resultados no que diz respeito à avaliação de variação da qualidade de vida por grupo de utentes. Esta operação consiste no tratamento dos dados fornecidos pelos utilizadores ao realizar o exercício descrito na secção 5.2.1.3 (avaliação personalizada) e são apresentados um índice de variação por grupo de utentes, gráficos ilustrando a variação ao nível das dimensões e um quadro resumo de pesos adoptados por dimensão, tema e indicador, bem como índice de variação de cada indicador.

Para iniciar este processo, o utilizador deverá numa primeira instância indicar quais são o ano base e o ano alvo sobre os quais incidirá a avaliação (Figura 5.45). Para tal, bastar-lhe-á seleccionar os dados que pretende utilizar nas listas disponibilizadas em cada um dos campos. Para o ano alvo, como já se referiu na secção anterior, existe a particularidade de poderem surgir valores com o símbolo “*” no seu final (por exemplo, “2007*”): estes são referentes a um cenário. Clicando no botão *Calcular*, é despoletado o processo de cálculo que culmina com o aparecimento da página de resultados (Figuras 5.46, 5.47 e 5.48).

S M Q V C
Sistema de Monitorização da Qualidade de Vida no Campus

utilizador:
password: [Log In](#)

Se ainda não se registou, pode fazê-lo [aqui](#).

Anos a comparar - Resultados

ANOS A COMPARAR

Neste passo, deve indicar qual o ano base (ano referência) e qual o ano alvo de comparação. Para tal, basta que seleccione de entres os dados disponíveis.

Ano base

Ano alvo (onde * indica tratar-se de um cenário hipotético)

[Continuar](#)

 Universidade do Minho - Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia Civil [Voltar](#)

Figura 5.45 – Escolha dos anos a comparar

S M Q V C
Sistema de Monitorização da Qualidade de Vida no Campus

Utilizador actual: [Log Out](#)

Anos a comparar - Resultados

O índice de variação de Qualidade de Vida no Campus para: [Voltar](#)

- ♦ os alunos é: **117,204**
- ♦ os docentes: **118,371**
- ♦ os funcionários é: **117,764**
- ♦ toda a comunidade é: **117,396**

Todos os valores apresentados correspondem a valores normalizados. Sendo que o valor 100 corresponde ao índice de referência atribuído aos valores do ano base, sempre que um índice seja superior, isto significa que existiu um incremento da qualidade de vida segundo os indicadores escolhidos, o caso contrário corresponde a um decréscimo. Se o valor 100 se mantiver, isto equivale a não variação da qualidade de vida.

Figura 5.46 – Resultados: índices.

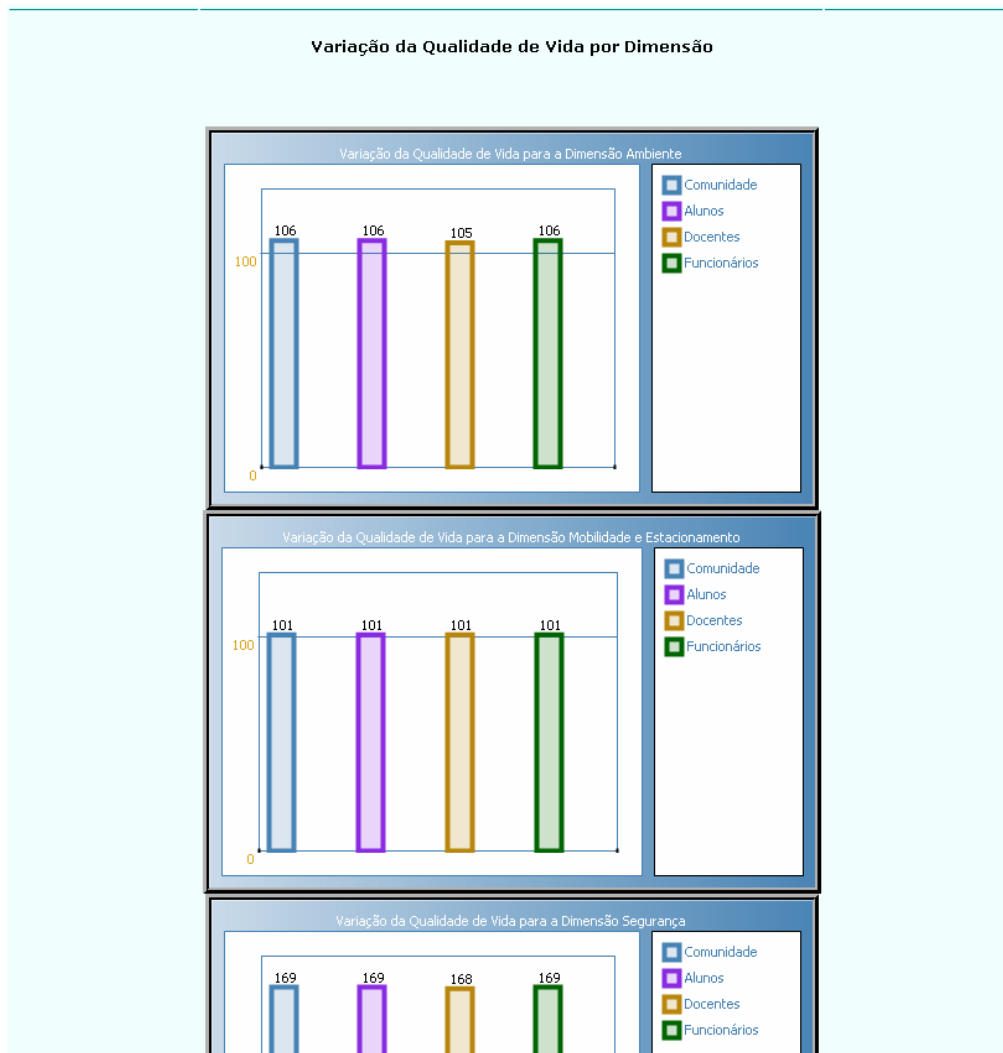


Figura 5.47 - Resultados: gráficos por dimensão.

Quadro resumo de pesos das dimensões, temas e indicadores					
Dimensão/Tema/Indicador	Pesos (Al./Doc./Fun./Com.)				Score
Ambiente	0,21	0,21	0,22	0,21	106
Ruído Ambiental	0,3	0,37	0,33	0,32	100
Média do Leq(A) diurno em pontos centrais	1	1	1	1	100
Qualidade do Ar	0,35	0,32	0,35	0,35	100
Média de concentração de partículas suspensas em pontos centrais	0,25	0,25	0,25	0,25	100
Média de concentração de compostos orgânicos voláteis em pontos centrais	0,25	0,25	0,25	0,25	100
Média de concentração de NO _x em pontos centrais	0,24	0,25	0,25	0,24	100
Média de concentração de CO em pontos centrais	0,26	0,25	0,25	0,26	100
Recolha de Resíduos	0,34	0,31	0,32	0,33	118
Número total de papelarias	0,25	0,2	0,25	0,25	100
Número total de papelarias, por hectare	0,23	0,3	0,24	0,24	100
Número total de ecopontos	0,27	0,2	0,26	0,26	133
Número total de ecopontos, por hectare	0,24	0,3	0,24	0,25	135
Mobilidade e Estacionamento	0,2	0,21	0,19	0,2	101
Nível de acessibilidade no campus	0,12	0,12	0,11	0,12	100
Somatório ponderado de distâncias a destinos-chave	1	1	1	1	100
Nível de acessibilidade no campus para deficientes	0,13	0,13	0,13	0,13	100
Somatório ponderado de distâncias a destinos-chave, para deficientes	1	1	1	1	100
Rede rodoviária interna	0,1	0,08	0,1	0,1	100
Extensão total de vias	0,51	0,56	0,5	0,51	100
Extensão total de vias, por hectare	0,49	0,44	0,5	0,49	100
Rede pedonal interna	0,12	0,11	0,11	0,11	100
Extensão total de caminhos pedonais	0,51	0,48	0,5	0,51	100
Extensão total de caminhos pedonais, por há	0,49	0,52	0,5	0,5	100
Rácio de acessibilidade pedonal	0,11	0,1	0,11	0,11	100
Extensão da rede pedonal/extensão da rede rodoviária	1	1	1	1	100
Rácio de acessibilidade de deficientes	0,11	0,11	0,11	0,11	100
Extensão da rede para deficientes/extensão da rede rodoviária	1	1	1	1	100
Oferta de estacionamento	0,12	0,12	0,11	0,12	100
Número total de lugares	0,17	0,12	0,15	0,16	100

Figura 5.48 – Resultados: quadro resumo de pesos.

5.2.7 Definição de um cenário

A opção “Definir cenário” permite, como a expressão indica, gerar um cenário que consiste em atribuir novos valores a indicadores. Fala-se em cenário porque os valores introduzidos não são o reflexo da realidade, isto é, representam situações hipotéticas que podem ou não vir a concretizar-se. Este *link* encaminha para uma página introdutória que descreve sucintamente a sua funcionalidade e em que moldes o utilizador poderá intervir. Ao invés do processo anterior, o utilizador necessita estar identificado perante o sistema, uma vez que um cenário fica associado ao seu proponente. Cumprido este requisito, é possível iniciar a criação de um cenário, carregando no botão “Continuar”. O primeiro dado solicitado é o nome que se pretende atribuir ao cenário (Figura 5.49). Para além do seu preenchimento, é imperativo que a designação escolhida nunca tenha sido

utilizada anteriormente pelo utilizador para a criação de um outro cenário. Esta exigência advém do facto desta informação ser utilizada noutro processo (avaliação personalizada) para identificar o cenário, procurando-se assim evitar ambiguidades. Uma tabela com todos os indicadores disponíveis e onde, à frente de cada um, surge um campo editável com os respectivo valor a atribuir. Este já se encontra preenchido previamente com um valor idêntico ao do último ano com dados disponíveis, neste caso o ano de 2006. Cabe então ao utilizador alterar esse dado nos indicadores para os quais assim entender. Como referência, é igualmente disponibilizado para cada indicador o valor limite para além do qual uma variação será considerada de efeito nulo no acréscimo de QvC, isto é, como já se encontre no patamar de valor máximo, o seu crescimento não se reflecte na melhoria das condições de QvC. Dado que a lista de indicadores é relativamente extensa, o utilizador deverá percorrer (*scroll*) a página até ao seu final para visualizar todas as linhas da tabela e encontrar o botão “Guardar” (Figura 5.50), que permite armazenar a informação introduzida no sistema, materializando a criação do cenário. Caso o utilizador entenda disponibilizar esse cenário para que as outras pessoas o possam utilizar em processos de avaliação da variação da qualidade de vida, poderá manifestar essa intenção assinalando um visto à frente da expressão “Permitir a outros utilizadores visualizar este cenário”.

Utilizador actual: user_1
Log Out

Criação de um cenário

CRIAÇÃO DE UM CENÁRIO

Indique o nome do cenário:

Altere os valores dos indicadores para os valores pretendidos:

Média do Leq(A) diurno em pontos centrais	<input type="text" value="56,15"/>	0
Média de concentração de partículas suspensas em pontos centrais	<input type="text" value="0"/>	0
Média de concentração de compostos orgânicos voláteis em pontos centrais	<input type="text" value="0"/>	0
Média de concentração de NOx em pontos centrais	<input type="text" value="0"/>	0
Média de concentração de CO em pontos centrais	<input type="text" value="0"/>	0
Número total de papelarias	<input type="text" value="65"/>	0
Número total de papelarias, por hectare	<input type="text" value="4,48"/>	0
Número total de ecopontos	<input type="text" value="4"/>	0
Número total de ecopontos, por hectare	<input type="text" value="0,28"/>	0

Figura 5.49 – Criação de cenário (início de página)

Número de eventos desportivos por ano, por 1000 utentes	5,22	0
Área de equipamento desportivo coberto	3600	0
Área de equipamento desportivo coberto, por 1000 utentes	313,34	0
Área de equipamento desportivo descoberto	2350	0
Área de equipamento desportivo descoberto, por 1000 utentes	204,54	0
Número de modalidades oferecidas para prática	54	0
Número de utentes praticantes registados	4514	0
Porcentagem de utentes praticantes registados	39,29	0

Permitir a outros utilizadores visualizar este cenário

Universidade do Minho - Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia Civil

Figura 5.50 – Criação de cenário (fim de página)

5.2.7.1 Contactos

Com o propósito de alargar a participação da comunidade, é disponibilizado um formulário para envio de sugestões e opiniões acerca de qualquer assunto relacionado com o sistema e seu funcionamento (Figura 5.51). Sugere-se a indicação de um nome e e-mail do autor da mensagem para acompanhar o comentário a enviar. O envio para o gestor do sistema acontece assim que se carregar no botão “Enviar”.

S M Q V C
Sistema de Monitorização da Qualidade de Vida no Campus

Deixe a sua contribuição/opinião através deste espaço.

Nome:

email:

Comentário:

Universidade do Minho - Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia Civil

Figura 5.51 – Formulário para envio de comentários

5.2.8 *Formulação do problema*

De forma a validar o modelo e o sistema apresentado e descrito nos anteriormente, solicitou-se a um conjunto de membros da comunidade académica que avaliasse individualmente a variação de qualidade de vida entre o ano base de 2006 e um cenário para o ano 2007. Para tal, através do sistema desenvolvido e conforme descrito na secção 5.2.5, cada utente do campus escolheu os indicadores a considerar e respectivos pesos a aplicar.

Os dados referentes ao ano de 2006 serviram de base para a criação do cenário referido, isto é, atribuíram-se novos valores a alguns indicadores enquanto que os restantes, que se consideraram inalterados, mantiveram o mesmo valor do ano base. A alteração do valor de um indicador não resulta simplesmente de um acto de inserção de um novo valor, mas antes da consideração de algum evento ou intervenção no campus. Assim sendo, esta assunção pode levar à alteração de vários indicadores directamente afectados por um acontecimento estipulado. Por exemplo, caso se considere a possibilidade de plantação de novas árvores, esta acção reflectir-se-á na atribuição de novos valores no ano cenário a indicadores como, por exemplo, número de árvores e número de árvores por hectare. Tem-se assim que um ano cenário procura representar possíveis intervenções no campus que possam provocar variação na qualidade de vida pela actualização de valores dos indicadores afectados, levando em linha de conta os limites considerados previamente.

Enumeram-se de seguida as alterações consideradas ao ano base reflectidas no cenário proposto para 2007:

- instalar um novo ecoponto com o intuito de melhorar a cobertura (diminuir as distâncias a percorrer) do campus. Isto leva à atribuição de um novo valor aos indicadores *número total de ecopontos* e *número total de ecopontos por hectare*;
- aumentar em 14 o *número de carreiras diárias entre o campus e o centro da cidade*, das 8h às 20h com reflexo no indicador respectivo;

- instalar 6 novas bocas-de-incêndio exteriores de forma a reforçar a rede existente. São assim afectados os indicadores *número de bocas-de-incêndio exteriores*, *número de bocas-de-incêndio exteriores por hectare* e *número de bocas-de-incêndio exteriores por 1000 m² de construção (implantação)*;

- plantar 50 árvores, procurando melhorar o ambiente físico e natural do campus, recebendo os indicadores *número total de árvores* e *número total de árvores por hectare* valores que reflectam essa alteração;

- construir um novo edifício, anunciado no jornal UMDicas (jornal publicado pelos serviços de acção social da universidade), que incluirá um novo pavilhão desportivo, uma sala de cardio fitness e um centro médico; o que afecta vários indicadores e abrange mais do que uma dimensão. Com uma área aproximada de 782 m², este valor acrescenta-se ao valor existente de *área de equipamento desportivo coberto*, levando conseqüentemente a um novo valor de *área de equipamento desportivo coberto por 1000 utentes*. Dado que parte desse edifício (179 m²) ocupará uma porção de espaço dedicada à prática de desporto no exterior, esse facto far-se-á sentir nos respectivos indicadores, a saber, *área de equipamento desportivo descoberto* e *área de equipamento desportivo descoberto por 1000 utentes*. Se até agora apenas a dimensão serviços de apoio, tema desporto, foi alvo de atenção, este tipo de intervenção no campus também tem impacto na dimensão espaço urbano, nomeadamente no tema zonamento funcional. Assim, existe um acréscimo de área construída, quer de implantação, quer de pavimentos. Conseqüentemente, o valor de outros indicadores deve ser recalculado, uma vez que estão directamente relacionados com os anteriores. Nesta situação encontra-se a área construída (pavimentos) por utente, a percentagem de área construída e o índice de construção;

- instalar mais uma caixa Multibanco que permitiria melhorar a cobertura do campus por este tipo de equipamentos, nomeadamente no pavilhão desportivo onde os serviços prestados requerem pagamentos;

- aumento de apoio médico para 10 horas, permitindo desta forma que este, ainda que por curtos espaços de tempo – 2 horas, esteja disponível de Segunda à Sexta-feira;

- reforçar a cobertura da rede *wireless*, sobretudo a nível exterior que actualmente não se encontra contemplado directamente (apenas por abrangência da cobertura interna dos edifícios).

Na Tabela 5.9, são apresentados os novos valores dos indicadores que reflectem as considerações descritas anteriormente. A título de referência, é indicado igualmente o valor referente ao ano de 2006.

Tabela 5.9 - Indicadores do cenário com novos valores

Ambiente/recolha de resíduos	2006	cenário	Limite
Número total de ecopontos	3	4	5
idem, por hectare	0,21	0,28	0,35
Mobilidade e estacionamento/ transportes públicos			
Número de carreiras diárias entre o campus e o centro da cidade, das 8h às 20h	66	80	108
Segurança/ combate a incêndios			
Número de bocas-de-incêndio exteriores	14	20	51
idem, por hectare	0,97	1,38	3,52
idem, por 1000 m2 de construção (implantação)	0,4	0,57	1,45
Espaço Urbano/ zonamento funcional			
Área construída (implantação)	35300	36082	42360
Área construída (pavimentos)	85327	86109	102392
Idem, por utente	7,43	7,5	8,91
Percentagem de área construída	24,3	24,9	29,2
Índice de construção	0,59	0,59	0,71
Espaço Urbano/ mobiliário urbano			
Número de árvores	661	711	990
Serviços de apoio / Serviços			
Número de ATM	5	6	8
Apoio médico	4	10	35
Percentagem de cobertura da rede <i>wireless</i>	24	40	100
Serviços de apoio/ Desporto			
Área de equipamento desportivo coberto	3600	4382	4320
Idem, por 1000 utentes	313	381	376
Área de equipamento desportivo descoberto	2350	2171	2820
Idem, por 1000 utentes	205	189	245

5.2.9 Os pesos

Como já referido, todos os dados inseridos pelos utilizadores ao longo do processo de avaliação personalizada da qualidade de vida são armazenados pelo sistema. Um desses dados é o peso que cada um atribuiu aos diversos

indicadores, temas e dimensões. Para efectuar a avaliação da variação da qualidade de vida por grupos de utentes, o sistema necessita tratar essa informação para obter o peso a adoptar na avaliação para cada grupo. Esta acção consiste em, para cada grupo, recolher todos os dados referentes ao grupo a tratar. É então possível calcular um peso para cada indicador, tema e dimensão, adoptando-se a média dos pesos atribuídos pelos diversos utilizadores pertencentes ao grupo. Uma vez que foi dada a liberdade aos participantes de escolher apenas alguns indicadores para realizarem suas avaliações, adoptou-se então que a avaliação por grupos seja realizada recorrendo à toda a carteira de indicadores. Assim, a todos os itens não seleccionados nas avaliações personalizadas é atribuído o peso zero.

A Tabela 5.10 mostra os pesos obtidos para as dimensões e para cada grupo de utentes. Estes valores correspondem à participação de 45 alunos, 8 docentes e 10 funcionários. Reuniu-se assim um painel de participantes para que os diferentes grupos de utilizadores que integram a comunidade académica estivessem representados, nomeadamente na fase de teste do sistema. Observa-se então que foram atribuídas preponderâncias distintas às dimensões. Se para os alunos, o mais importante são os serviços de apoio, para os docentes essa escolha recai sobre a segurança, enquanto que os funcionários dividem esse protagonismo pelo ambiente e a segurança. Constata-se também que duas dimensões, o ambiente e a segurança, conseguem uma posição de algum destaque para os três grupos, a mobilidade e estacionamento merece reparo por ter sido destacada pelo grupo dos docentes como segunda mais importante. No entanto, o espaço urbano reuniu consenso em seu torno ao ser designado como a dimensão menos relevante. Obtido pelo tratamento de todas as avaliações efectuadas, os pesos obtidos para a comunidade revelaram que a segurança é a dimensão que recebe maior peso, seguida do ambiente, serviços de apoio, mobilidade e estacionamento e finalmente espaço urbano.

Tabela 5.10 – Pesos das dimensões para os grupos de utentes

	Alunos	Docentes	Funcionários	Comunidade
Ambiente	0,206	0,206	0,218	0,208
Mobilidade e estacionamento	0,197	0,212	0,194	0,198
Segurança	0,206	0,230	0,218	0,211
Espaço Urbano	0,181	0,164	0,181	0,179
Serviços de apoio	0,210	0,188	0,190	0,204

Consultando a Tabela 5.11, os três temas inseridos na dimensão ambiente apresentam pesos com valores muito próximos uns dos outros. A qualidade do ar é o tema mais pontuado pelos alunos e funcionários, enquanto que os docentes elegeram o ruído ambiental como tema mais importante no âmbito da dimensão. No entanto, para os alunos o mesmo tema é o menos importante dos três, sendo que essa posição é ocupada pela recolha de resíduos para os docentes e funcionários. Pela conjunção de todas as avaliações, obteve-se em termos de comunidade que o tema com maior peso é a qualidade do ar, seguido pela recolha de resíduo e finalmente o ruído ambiental, pese embora os valores atribuídos serem muito próximos.

No que diz respeito à dimensão mobilidade e estacionamento, existe um consenso quanto ao tema mais importante: nível de acessibilidade no campus para deficientes. Esta escolha pode traduzir uma preocupação por parte dos participantes acerca da forma como por vezes a movimentação dessas pessoas é dificultada pela não inclusão de infra-estruturas adequadas para o efeito. Atribuíram também menor preponderância à rede rodoviária interna (note-se que no caso dos alunos este tema não é o que detém menor peso, mas o seu valor é muito próximo). Os alunos deram algum destaque à oferta de estacionamento e ao nível de acessibilidade no campus. Os docentes, para além desses, ainda consideraram um pouco mais importante os transportes públicos e o nível de serviço do eixo campus-centro. Em contrapartida, os funcionários revelaram um certo equilíbrio na atribuição de pesos. Para a comunidade, em função do descrito, não restariam dúvidas que o tema com maior importância é o nível de acessibilidade no campus para deficientes. Também surgem com algum destaque o nível de acessibilidade no campus e a oferta de estacionamento. Mantém-se como menos

relevante a rede rodoviária interna, o que poderá demonstrar que o seu nível de serviço é o adequado às exigências.

Tabela 5.11 – Pesos dos temas por grupos de utentes

Dimensão/Tema	Alunos	Docentes	Funcionários	Comunidade
Ambiente				
Ruído Ambiental	0,304	0,369	0,331	0,317
Qualidade do Ar	0,354	0,320	0,353	0,350
Recolha de Resíduos	0,342	0,311	0,317	0,333
Mobilidade e Estacionamento				
Nível de acessibilidade no campus	0,120	0,116	0,111	0,118
Nível de acessibilidade no campus para deficientes	0,129	0,130	0,127	0,129
Rede rodoviária interna	0,098	0,084	0,095	0,096
Rede pedonal interna	0,115	0,109	0,114	0,114
Rácio de acessibilidade pedonal	0,105	0,102	0,109	0,105
Rácio de acessibilidade de deficientes	0,114	0,105	0,111	0,112
Oferta de estacionamento	0,120	0,116	0,111	0,118
Transportes públicos	0,105	0,119	0,111	0,108
Nível de serviço do eixo campus-cidade	0,094	0,119	0,109	0,100
Segurança				
Combate a incêndios	0,525	0,550	0,537	0,530
Exercícios de segurança	0,475	0,450	0,463	0,470
Espaço Urbano				
Zonamento funcional	0,353	0,360	0,325	0,349
Mobiliário urbano	0,322	0,270	0,316	0,314
Sinalização interna	0,326	0,371	0,359	0,337
Serviços de apoio				
Restauração	0,215	0,245	0,223	0,220
Comércio	0,168	0,109	0,157	0,159
Serviços	0,213	0,204	0,208	0,211
Lazer e cultura	0,207	0,218	0,203	0,207
Desporto	0,198	0,224	0,208	0,202

Em termo de segurança, existiu um consenso entre os grupos de utentes que designaram como mais importante o tema combate a incêndios em detrimento dos exercícios de segurança, embora de forma pouco expressiva.

Para o espaço urbano, o tema que reuniu pesos menores foi o mobiliário urbano. Os alunos consideraram mais importante o zonamento funcional, enquanto que os docentes e funcionários preferiram a sinalização interna. Em termos de comunidade, resultaram pesos com valores próximos uns dos outros,

sendo que o maior valor coube ao zonamento funcional e o menor ao mobiliário urbano.

No que toca a serviços de apoio, existe novamente consenso na atribuição do maior peso, para a restauração, e do menor peso, para o comércio. Se os funcionários não destacam claramente nenhum outro tema, os alunos dão relevância igualmente aos serviços, enquanto que os docentes o fazem com o desporto. Para a comunidade, resulta como tema com maior peso a restauração e destaca-se claramente como menos pontuado o comércio.

Observando os pesos associados aos indicadores da dimensão ambiente (Tabela 5.12), conclui-se que na globalidade não forma destacados claramente, quer positiva ou negativamente, nenhum indicador. O único caso que se considera mais vincado é no tema recolha de resíduos, para os docentes, onde uma diferença de pesos mais apreciável foi obtida: os indicadores que se exprimem em unidades por hectare mereceram maior preferência do que aqueles apenas exprimidos em unidades.

Tabela 5.12 – Pesos dos indicadores da dimensão Ambiente

	Alunos	Docentes	Funcionários	Comunidade
Ruído Ambiental				
Média do Leq(A) diurno em pontos centrais	1,000	1,000	1,000	1,000
Qualidade do Ar				
Média de concentração de partículas suspensas em pontos centrais	0,249	0,246	0,254	0,250
Média de concentração de compostos orgânicos voláteis em pontos centrais	0,247	0,254	0,249	0,249
Média de concentração de NOx em pontos centrais	0,242	0,246	0,249	0,244
Média de concentração de CO em pontos centrais	0,262	0,254	0,249	0,258
Recolha de Resíduos				
Número total de papelarias	0,253	0,200	0,250	0,248
Número total de papelarias, por hectare	0,232	0,300	0,244	0,241
Número total de ecopontos	0,273	0,200	0,262	0,264
Número total de ecopontos, por hectare	0,241	0,300	0,244	0,248

A Tabela 5.13 apresenta os pesos dos indicadores referentes à dimensão mobilidade e estacionamento. Observa-se que mais uma vez a distribuição de pontuação pelos indicadores resultou em pesos bastante homogêneos. Para os temas onde estão inseridos dois ou três indicadores, os pesos atribuídos surgem com valores praticamente iguais. No caso da oferta de estacionamento,

denotam-se opções diferentes tomadas pelos diversos grupos de utilizadores, existindo no entanto consenso quanto ao indicador menos importante: número de lugares pagos. Esta posição talvez possa ser explicada pelo facto do acesso a este tipo de lugares estar sujeito a uma tarifa, taxada por períodos de quinze minutos. Tratam-se se assim de lugares procurados por utentes esporádicos do campus que normalmente permanecem por períodos não muito alargados ou, ainda, por utentes usuais que não encontraram outro tipo de lugar (por exemplo, leccionação de aulas por parte dos docentes).

Tabela 5.13 – Pesos dos indicadores da dimensão mobilidade e estacionamento

	Alunos	Docentes	Funcionários	Comunidade
Nível de acessibilidade no campus				
Somatório ponderado de distâncias a destinos-chave	1,000	1,000	1,000	1,000
Nível de acessibilidade no campus para deficientes				
Somatório ponderado de distâncias a destinos-chave, para deficientes	1,000	1,000	1,000	1,000
Rede rodoviária interna				
Extensão total de vias	0,509	0,556	0,500	0,512
Extensão total de vias, por hectare	0,491	0,444	0,500	0,488
Rede pedonal interna				
Extensão total de caminhos pedonais	0,510	0,481	0,500	0,505
Extensão total de caminhos pedonais, por há	0,490	0,519	0,500	0,495
Rácio de acessibilidade pedonal				
Extensão da rede pedonal/extensão da rede rodoviária	1,000	1,000	1,000	1,000
Rácio de acessibilidade de deficientes				
Extensão da rede para deficientes/extensão da rede rodoviária	1,000	1,000	1,000	1,000
Oferta de estacionamento				
Número total de lugares	0,169	0,124	0,150	0,160
Número total de lugares, por 1000 utentes	0,158	0,172	0,153	0,159
Número de lugares para deficientes	0,169	0,134	0,146	0,161
Número de lugares para deficientes, por 1000 utentes	0,152	0,151	0,146	0,151
Número de lugares condicionados	0,118	0,161	0,142	0,127
Número de lugares não condicionados	0,141	0,140	0,146	0,142
Número de lugares pagos	0,093	0,118	0,117	0,100
Transportes públicos				
Número de carreiras diárias entre o campus e o centro da cidade, das 8h às 20h	0,514	0,508	0,512	0,513
Número de carreiras diárias entre o campus e as residências universitárias, das 8h às 20h	0,486	0,492	0,488	0,487
Nível de serviço do eixo campus-cidade				
Indicador de nível de serviço do percurso pedonal campus-centro, relativo às dimensões físicas	0,500	0,500	0,449	0,492
Indicador de nível de serviço do percurso campus-centro, relativo ao ambiente pedonal	0,500	0,500	0,551	0,508

Para os alunos, os indicadores mais importantes são o número total de lugares e número de lugares para deficientes, sendo o menos importante o número de lugares pagos. Para os docentes, a preferência recaiu sobre o número total de lugares por 1000 utentes, destacando também o número de lugares condicionados. O grupo dos funcionários distribuiu as pontuações praticamente de forma equitativa entre os indicadores, exceção feita para o número de lugares pagos, destacando ligeiramente o número de lugares por 1000 utentes. Para a comunidade, resultaram pesos que mostram uma maior importância para os indicadores número de lugares para deficientes, número total de lugares e número total de lugares por 1000 utentes e que destacaram como menos importante o número de lugares pagos.

No caso da dimensão segurança (Tabela 5.14), à exceção do grupo dos docentes que destacou claramente como mais importante o indicador número de bocas-de-incêndio exteriores por 1000 m² de construção (implantação), os alunos e funcionários optaram mais uma vez por uma atribuição praticamente equitativa da pontuação, que se reflectiu igualmente nos pesos obtidos para a comunidade.

Tabela 5.14 – Pesos dos indicadores da segurança

	Alunos	Docentes	Funcionários	Comunidade
Combate a incêndios				
Número de bocas-de-incêndio exteriores	0,348	0,267	0,328	0,336
Número de bocas-de-incêndio exteriores, por hectare	0,321	0,307	0,343	0,324
Número de bocas-de-incêndio exteriores, por 1000 m ² de construção (implantação)	0,331	0,427	0,328	0,340
Exercícios de segurança				
Número de exercícios de segurança por ano	1,000	1,000	1,000	1,000

Consultando a Tabela 5.15, no que toca ao tema zonamento funcional, destacam-se os quatro indicadores relativos às áreas verdes. Se para os alunos os quatro têm sensivelmente a mesma importância, para os funcionários a percentagem de área verde obteve um peso um pouco maior e, para os docentes, tanto esse como a área de verde utilizável por utente mereceram especial destaque (com um peso superior a duas vezes o do indicador de menor peso). Os

docentes valorizaram também a percentagem de área de estacionamento. Merece ainda referência que os três grupos também consideraram importante a área de estacionamento e desvalorizaram os indicadores área de circulação por utente e área construída (pavimentos) por utente. Para comunidade, os indicadores que obtêm maiores pesos são percentagem de área verde, área utilizável e área utilizável por utente, enquanto que os menores pesos recaíram sobre Área construída (pavimentos), por utente e Área de circulação rodoviária, por utente.

Tabela 5.15 – Indicadores da dimensão espaço urbano

	Alunos	Docentes	Funcionários	Comunidade
Zonamento funcional				
Área construída (implantação)	0,055	0,049	0,052	0,054
Área construída (pavimentos)	0,056	0,053	0,055	0,056
Área construída (pavimentos), por utente	0,052	0,040	0,056	0,051
Percentagem de área construída	0,054	0,065	0,050	0,055
Índice de construção	0,055	0,053	0,047	0,054
Área verde utilizável	0,068	0,067	0,064	0,067
Área verde utilizável, por utente	0,065	0,080	0,067	0,067
Percentagem de área verde	0,065	0,080	0,073	0,068
Área verde de enquadramento	0,065	0,053	0,068	0,064
Área verde de enquadramento, por utente	0,061	0,051	0,065	0,061
Área de circulação rodoviária	0,053	0,053	0,056	0,054
Área de circulação rodoviária, por utente	0,055	0,036	0,049	0,052
Percentagem de área de circulação	0,056	0,058	0,058	0,057
Área de estacionamento	0,062	0,069	0,062	0,063
Área de estacionamento, por utente	0,058	0,056	0,059	0,058
Percentagem de área de estacionamento	0,059	0,073	0,061	0,061
Média do Factor de Visualização do Céu em pontos centrais	0,060	0,062	0,056	0,060
Mobiliário urbano				
Número de candeeiros de iluminação pública	0,116	0,088	0,118	0,113
Número de candeeiros de iluminação pública, por hectare	0,109	0,127	0,113	0,112
Número de monumentos/peças artísticas	0,089	0,092	0,086	0,088
Número de monumentos/peças artísticas, por 1000 utentes	0,081	0,057	0,081	0,078
Número de marcos de correio	0,087	0,092	0,086	0,087
Número de marcos de correio, por 1000 utentes	0,073	0,092	0,083	0,076
Extensão de bancos exteriores	0,103	0,114	0,089	0,101
Extensão de bancos exteriores, por 1000 utentes	0,097	0,083	0,091	0,094
Número de árvores	0,127	0,105	0,124	0,124
Número de árvores, por hectare	0,120	0,149	0,129	0,124
Sinalização interna				
Número de mapas de orientação exteriores	0,262	0,233	0,268	0,259
Número de mapas de orientação exteriores, por hectare	0,235	0,243	0,236	0,236
Número de placas sinalizadoras exteriores	0,268	0,252	0,261	0,265
Número de placas sinalizadoras exteriores, por hectare	0,235	0,272	0,236	0,239

Para o mobiliário urbano, os indicadores que dizem respeito ao número de árvores foram, no cômputo geral, mais pontuados pelos três grupos. Seguiram-se, com algum destaque, os indicadores referentes a iluminação pública. Os restantes não suscitaram tanta consideração por parte dos participantes.

Quanto ao tema sinalização interna, denota-se uma situação de uma certa equidade na atribuição de pesos aos indicadores. Mesmo assim, é possível descortinar que alunos e funcionário pontuaram menos os indicadores exprimidos em unidades por hectare, enquanto os docentes destacaram o número de placas sinalizadoras exteriores por hectare.

Olhando agora para a dimensão serviços de apoio (Tabela 5.16), em particular para o tema restauração, observa-se que os alunos atribuíram mais importância aos quatro indicadores relativos à capacidade de bares e de restaurantes, sendo que os dois indicadores que se exprimem por 1000 utentes receberam pesos um pouco menores. Os dois indicadores alusivos às máquinas de venda de bebidas e snacks foram as menos pontuadas. Os docentes, em contrapartida, privilegiaram os indicadores com unidades expressas por 1000 utentes no que toca à capacidades de bares e restaurantes. Os funcionários voltaram a evidenciar uma postura de distribuição mais equitativa das pontuações, tendo ligeiramente destacado o indicador capacidade de restaurantes.

No caso do tema comércio, os três grupos escolheram como mais importantes os dois indicadores relativos à área de livraria, com peso iguais para os funcionários, com maior peso para o indicador que se exprime por 1000 utentes por parte dos docentes e o inverso por parte dos alunos. Alunos e docentes, estes de forma mais expressiva, consideraram menos importantes os dois indicadores alusivos às áreas de outras lojas comerciais, enquanto que essa opção por parte dos funcionários recaiu sobre os dois indicadores relativos à área de quiosques de jornais e revistas. Em termos de comunidade, resultaram pesos que caracterizam como mais importantes os dois indicadores relativos à área de livraria, sendo que os menos pontuados são os dois que fazem alusão à área de

outras lojas comerciais, em particular o indicador que se exprime por 1000 utentes.

Tabela 5.16 – Pesos dos indicadores de serviços de apoio

	Alunos	Docentes	Funcionários	Comunidade
Restauração				
Capacidade de bares (zona de clientes)	0,185	0,148	0,164	0,069
Capacidade de bares (zona de clientes), por 1000 utentes	0,173	0,181	0,164	0,075
Capacidade de restaurantes (zona de clientes)	0,186	0,155	0,172	0,279
Capacidade de restaurantes (zona de clientes), por 1000 utentes	0,174	0,180	0,164	0,268
Número de máquinas de venda de bebidas e snacks	0,141	0,155	0,172	0,155
Número de máquinas de venda de bebidas e snacks, por 1000 utentes	0,140	0,181	0,164	0,154
Comércio				
Área de quiosques de jornais e revistas	0,172	0,165	0,149	0,168
Área de quiosques de jornais e revistas, por 1000 utentes	0,157	0,165	0,137	0,155
Área de livrarias	0,193	0,216	0,196	0,195
Área de livrarias, por 1000 utentes	0,177	0,227	0,196	0,185
Área de outras lojas comerciais	0,155	0,103	0,161	0,151
Área de outras lojas comerciais, por 1000 utentes	0,146	0,124	0,161	0,146
Serviços				
Número de postos de telefone público	0,086	0,069	0,082	0,081
Número de postos de telefone público, por 1000 utentes	0,084	0,080	0,079	0,082
Área de agência de viagens	0,059	0,069	0,064	0,061
Área de agência de viagens, por 1000 utentes	0,056	0,073	0,062	0,058
Área de bancos	0,091	0,084	0,084	0,088
Área de bancos, por 1000 utentes	0,084	0,069	0,079	0,081
Número de ATM	0,094	0,076	0,082	0,089
Número de ATM, por 1000 utentes	0,085	0,102	0,082	0,085
Área de outros serviços	0,085	0,076	0,084	0,083
Área de outros serviços, por 1000 utentes	0,080	0,062	0,084	0,077
Percentagem de cobertura da rede <i>wireless</i>	0,102	0,113	0,104	0,108
Apoio médico	0,094	0,127	0,114	0,107
Lazer e cultura				
Número de lugares em auditórios (com capacidade superior a 100 lugares)	0,172	0,150	0,174	0,172
Número de lugares em auditórios (com capacidade superior a 100 lugares), por 1000 utentes	0,166	0,177	0,170	0,164
Número de eventos culturais por ano	0,174	0,190	0,165	0,172
Número de eventos culturais por ano, por 1000 utentes	0,157	0,163	0,161	0,164
Número de eventos desportivos por ano	0,173	0,170	0,170	0,172
Número de eventos desportivos por ano, por 1000 utentes	0,158	0,150	0,161	0,156
Desporto				
Área de equipamento desportivo coberto	0,138	0,139	0,140	0,149
Área de equipamento desportivo coberto, por 1000 utentes	0,127	0,162	0,136	0,142
Área de equipamento desportivo descoberto	0,145	0,139	0,140	0,142
Área de equipamento desportivo descoberto, por 1000 utentes	0,134	0,156	0,136	0,135
Número de modalidades oferecidas para prática	0,139	0,156	0,154	0,151
Número de utentes praticantes registados	0,163	0,092	0,143	0,135
Percentagem de utentes praticantes registados	0,154	0,156	0,151	0,146

No que diz respeito a serviços, os alunos elegeram como mais importante a percentagem de cobertura da rede *wireless*, seguido pelo número de ATM e apoio médico. Os docentes e funcionários também mostraram que esse indicador é importante para eles, no entanto, pontuaram ainda mais o apoio médico. Os docentes ainda destacaram o número de ATM por 1000 utentes. Observa-se também que alunos e funcionários consideraram menos importante os dois indicadores alusivos à área de agências de viagem, enquanto que os docentes relegaram para essa posição a área para outros serviços por 1000 utentes. Para a comunidade, resultaram pesos que mostram que os indicadores considerados mais importantes foram a percentagem de cobertura *wireless* e o apoio médico, e os menos importantes os dois indicadores relativos à área de agência de viagens.

Em termos de lazer e cultura, os alunos consideraram o indicador número de eventos culturais por ano como sendo o mais importante, seguido muito de perto pelo número de eventos desportivos por ano e pelo número de lugares em auditórios (com capacidade superior a 100 lugares). Os docentes indicaram mais vincadamente o mesmo indicador como o mais importante, enquanto que os funcionários optaram por pontuar melhor o número de lugares em auditórios (com capacidade superior a 100 lugares). De salientar que este aparece como menos relevante para os docentes juntamente com o número de eventos desportivos por ano por 1000 utentes. Alunos e funcionários atribuíram essa posição ao número de eventos culturais por ano, por 1000 utentes e ao número de eventos desportivos por ano, por 1000 utentes. Para a comunidade, resultou em pesos que conferem uma maior importância repartida entre os indicadores número de lugares em auditórios (com capacidade superior a 100 lugares), número de eventos culturais por ano e número de eventos desportivos por ano, enquanto que o número de eventos desportivos por ano por 1000 utentes ocupa menor importância.

5.2.10 *Percepção de variação de qualidade de vida por grupo*

O último passo do processo de avaliação da variação da qualidade de vida, que consiste no cálculo de índices para cada um dos grupos considerados, inclui, no cálculo, à aplicação dos pesos anteriormente apresentados. Foram assim obtidos índices de variação da qualidade de vida para cada grupo, que são apresentados na Tabela 5.17.

Tabela 5.17 - Índices de variação de qualidade de vida por grupo

Grupos	Índice
Alunos	107,4
Docentes	108,0
Funcionários	107,7
Comunidade	107,5

Como se pode observar no quadro anterior, a concretização do cenário avaliado originaria uma variação positiva da qualidade de vida para todos os grupos, isto é, os índices obtidos são todos superiores ao valor 100 (ao valor base). Os diversos valores apresentados não são muito distintos, justifica tal facto pela escolha de pesos ter sido bastante similar. Apesar de reduzida, a maior diferença existe entre o índice dos alunos e dos docentes. Este último grupo foi aquele que tomou algumas opções ao nível dos pesos um pouco diferentes dos restantes grupos (ver secção 5.2.9).

Tendo em consideração o cenário descrito na secção 5.2.8, a Tabela 5.18 mostra de que forma se traduz numericamente a variação para cada um dos indicadores afectados, através do processo de normalização. Optou-se por não exibir os restantes uma vez que, por não terem sido sujeitos a qualquer alteração, os seus índices de variação são iguais a 100, isto é ao valor de referência.

O sistema também apresenta os resultados sob a forma de gráficos, onde são ilustradas as variações de qualidade de vida por dimensão. Desta forma, é possível observar de que forma contribuiu cada dimensão para os índices finais.

Tabela 5.18 - Normalização de valores dos indicadores afectados para 2007*

Número total de ecopontos	133
Número total de ecopontos, por hectare	135
Número de carreiras diárias entre o campus e o centro da cidade, das 8h às 20h	121
Número de bocas-de-incêndio exteriores	143
Número de bocas-de-incêndio exteriores, por hectare	142
Número de bocas-de-incêndio exteriores, por 1000 m ² de construção (implantação)	140
Área construída (implantação)	98
Área construída (pavimentos)	99
Área construída (pavimentos), por utente	99
Percentagem de área construída	96
Número de árvores	108
Número de árvores, por hectare	107
Número de ATM	120
Número de ATM, por 1000 utentes	118
Percentagem de cobertura da rede <i>wireless</i>	167
Apoio médico	250
Área de equipamento desportivo coberto	122
Área de equipamento desportivo coberto, por 1000 utentes	122
Área de equipamento desportivo descoberto	92
Área de equipamento desportivo descoberto, por 1000 utentes	92

Observando as Figuras 5.52, 5.53, 5.54, 5.55 e 5.56, alusivas à variação de qualidade de vida em cada dimensão considerada, umas das particularidades que ressalta é a grande homogeneidade existente nos resultados. As diferenças de variação entre grupos de utentes, quando existem, nunca ultrapassam um ponto. Para as dimensões espaço urbano e mobilidade e estacionamento, a variação não existe ou é de apenas um ponto positivo. As restantes, conhecem variações positivas, destacando-se a dimensão segurança com uma variação de 22 pontos positivos para os docentes e 23 para os restantes grupos.

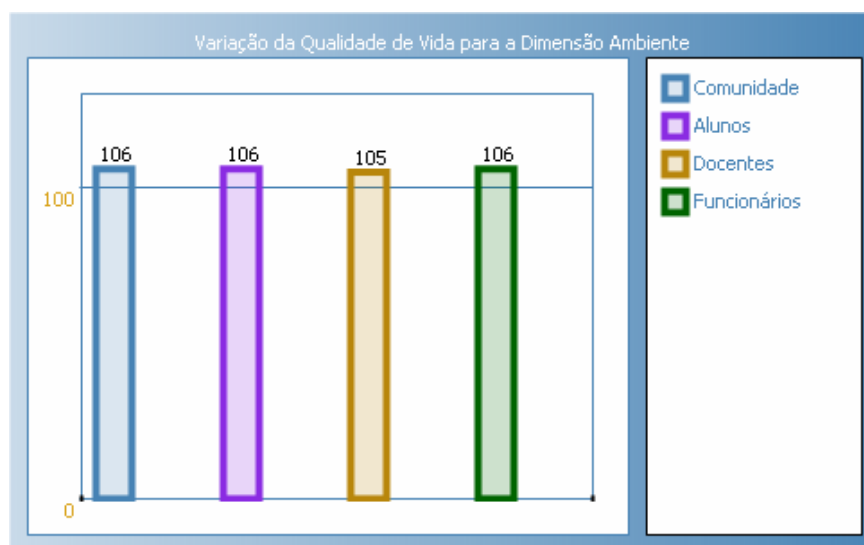


Figura 5.52 – Variação da qualidade de vida para a dimensão ambiente

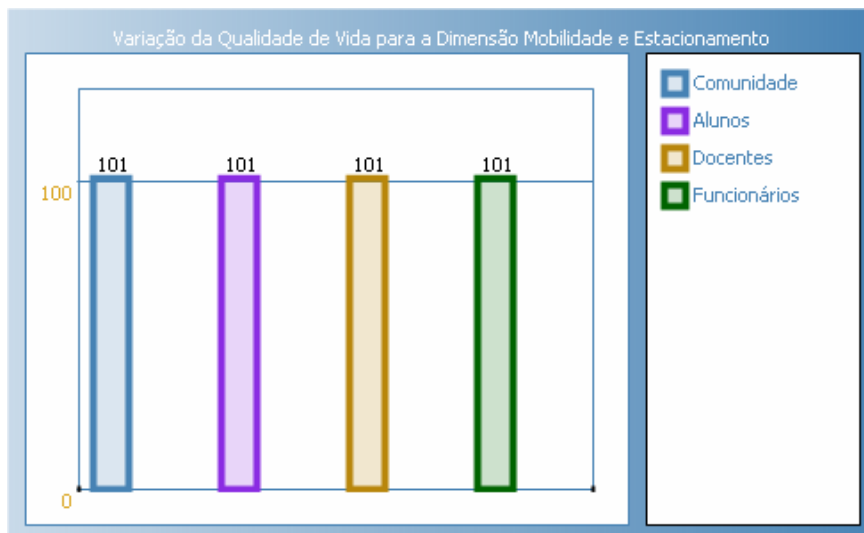


Figura 5.53 – Variação da qualidade de vida para a dimensão mobilidade e estacionamento

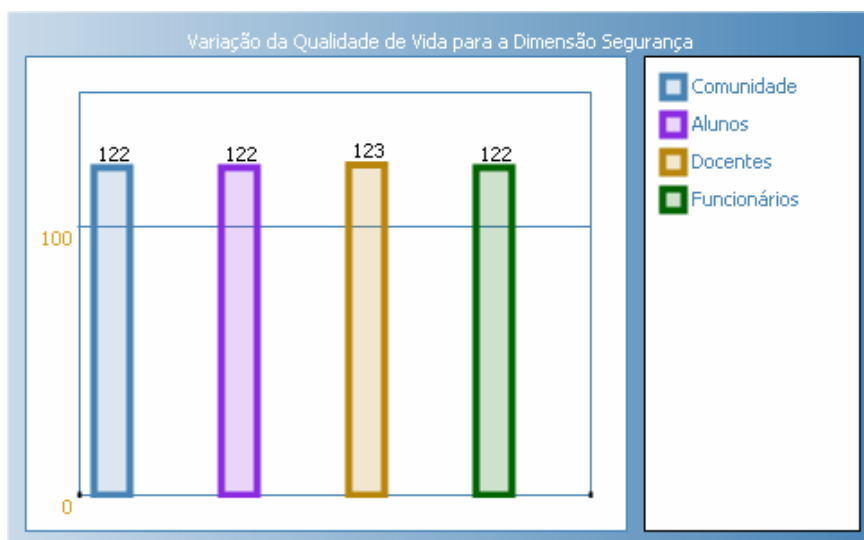


Figura 5.54 – Variação da qualidade de vida para a dimensão segurança

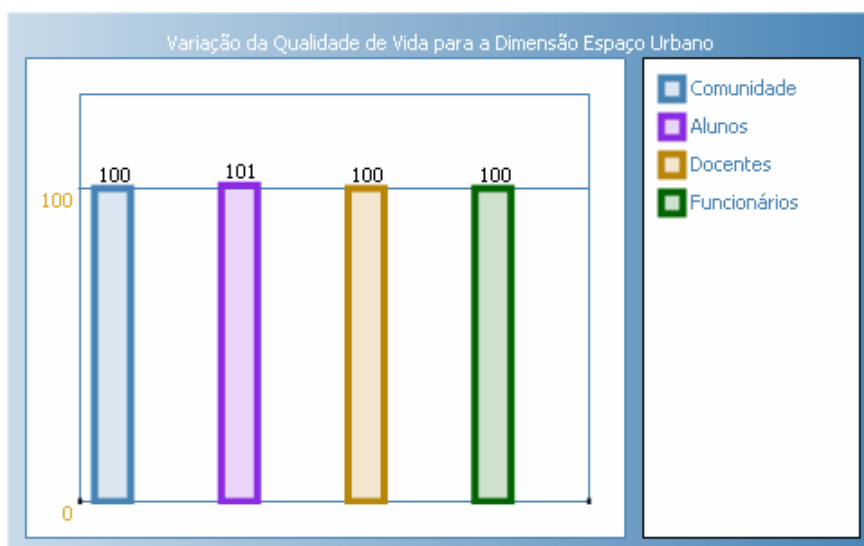


Figura 5.55 – Variação da qualidade de vida para a dimensão espaço urbano

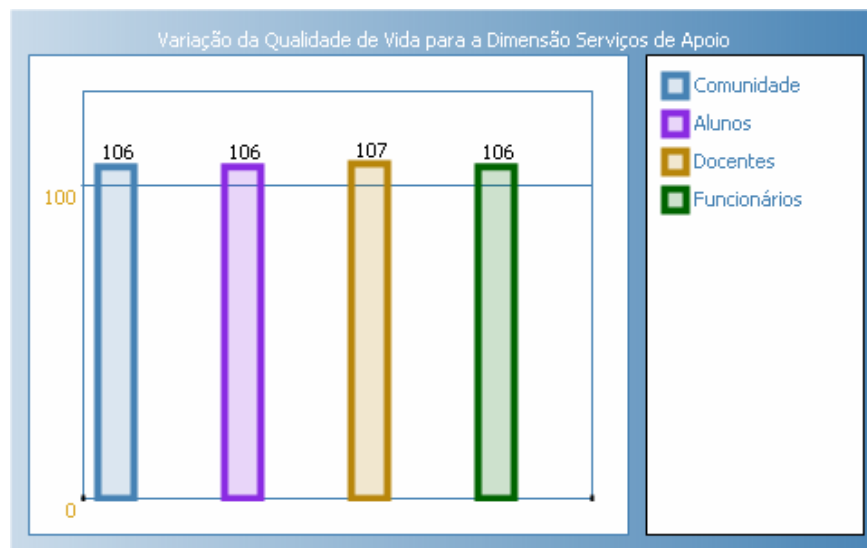


Figura 5.56 – Variação da qualidade de vida para a dimensão serviços de apoio



Capítulo 6

Conclusões e desenvolvimentos futuros

Às Universidades já foi reconhecido de variadas formas um papel preponderante no seio da sociedade. Um dos marcos incontornáveis nesse reconhecimento terá sido a redacção da Magna Carta das Universidades (The Magna Charta Observatory, 1988) e sua ratificação pelos reitores presentes no 900º aniversário do Alma Mater em Bolonha. Nesse documento é assumido que as Universidades devem continuar a ser promotoras do desenvolvimento cultural, científico e técnico, não só das novas gerações mas também alargando a sua acção ao conjunto da sociedade através da formação permanente, proporcionando ainda às gerações futuras educação e formação que lhes permita contribuir para o respeito dos grandes equilíbrios do ambiente natural e da vida. Nesse documento são enumerados alguns meios que contribuem para garantir esses objectivos: no ponto três do documento é referido que “Cada Universidade deve garantir aos estudantes, respeitando a especificidade das situações, a salvaguarda das liberdades e as condições necessárias para atingirem os seus objectivos em matéria de cultura e de formação”. Enquadra-se neste contexto de condições necessárias, a procura de garantir uma melhor qualidade de vida no campus, não somente para os alunos mas para todos os utentes. Nomeadamente, a comunidade universitária aspira, entre outros, a um ambiente saudável, seguro, de boa qualidade urbanística e arquitectónica, a instalações em bom estado de conservação, a níveis de mobilidade e acessibilidade aceitáveis.

Para além da sua vertente específica ligada ao ensino superior, os campi universitários afiguram-se, por diversas razões, como espaços urbanos (que podem ser todas ou em parte verificadas): pela sua localização, ocupando zonas de cariz fortemente urbano ou, em alguns casos, fundindo-se mesmo no tecido urbano; pela sua dimensão física, à qual se associam, por exemplo, preocupações

relacionadas com a mobilidade interna; pela sua dimensão humana, que sugere a tomada de precauções e medidas no acolhimento e albergamento de um número de utentes apreciável; e organização, em parte influenciada pelos itens anteriores, com o delinear de espaços funcionais distintos, fornecendo suporte a todo o tipo de actividades e funções extra lectivas, mas cujo papel não deixa de ser preponderante no dia-a-dia das pessoas.

Dado este enquadramento, o presente trabalho aponta como objectivo geral o desenvolvimento de um sistema de informação para avaliação e monitorização da qualidade de vida em campi universitários. Este sistema deve responder em duas vertentes: uma informativa, aberta a toda comunidade, permitindo a qualquer utente tomar conhecimento de qual é a evolução da qualidade de vida no campus; e outra, de apoio à decisão, principalmente na gestão das infra-estruturas, preservando as avaliações individuais para gerar avaliações globais que englobem as opções dos utentes.

6.1 Breve descrição do trabalho

Após uma introdução que serviu também de enquadramento, foi efectuado uma revisão bibliográfica no que concerne a dois conceitos basilares para este trabalho: a qualidade de vida e os sistemas de apoio à decisão. O capítulo 2 aborda a temática da qualidade de vida, apresentando abordagens, definições e estudos realizados por diversos autores. É possível descortinar a falta de consenso que predomina no que diz respeito à avaliação deste conceito. Este debate centra-se sobretudo em volta do uso de indicadores subjectivos e objectivos. Se alguns são defensores do recurso de um tipo em desfavor a outro, surgiram mais recentemente alguns autores que procuraram conferir a cada um uma importância não dissociável ao contexto onde se possa inserir o estudo da qualidade de vida. De forma a contornar este dilema, considera-se fundamental seguir as recomendações de Mendes (2004) que indica ser necessário explicitar convenientemente todos os pontos centrais, sejam eles objectivos ou subjectivos,

de um estudo de avaliação de qualidade de vida de forma a fornecer as bases para uma correcta interpretação dos resultados.

No que toca aos sistemas de apoio à decisão (SAD), capítulo 3, foram apresentadas algumas definições que têm sido indicadas por diversos autores. Sempre numa óptica de revisão bibliográfica, foram igualmente enumeradas algumas características destes sistemas. A secção deste capítulo que maior influencia teve no desenvolvimento do sistema proposto foi a descrição das componentes de um SAD. Está assim estabelecido que a concepção de um SAD envolve a articulação de vários componentes, mais comumente designados por subsistemas. É referido que um SAD deverá possuir um subsistema de gestão de dados, um subsistema de gestão de modelos e um subsistema de interface. Poderá ainda tirar partido, quando adequado, de um subsistema de gestão baseado no conhecimento. Foram ainda apresentadas classificações de SAD encontradas na literatura. Igualmente com relevância na projecção e desenvolvimento do sistema, foi abordada a importância da adopção de um ambiente *web* como interface entre o utilizador e o SAD.

O capítulo 4 explana os aspectos envolvidos no desenvolvimento do Sistema de Monitorização de Qualidade de Vida no Campus. Num primeiro passo, é revelada a opção pela adopção e adaptação de um modelo para a avaliação da qualidade de vida urbana. Fundamenta-se essa escolha pela equiparação de um campus universitário a um território urbano, numa óptica de planeamento e gestão. Apresenta-se a estrutura do sistema que serviu de base à sua concretização e explicitasse a congregação de quatro subsistemas: um subsistema de base de dados; um subsistema de base de modelos; um gestor de relatórios; e uma interface. Sendo o elo de ligação entre os utilizadores e o sistema, a interface deverá ser o mais “amigável” possível. Nesse sentido, opta-se por desenvolvê-la num ambiente considerado como generalizado e acessível a todos os utilizadores, seja qual for a sua perícia no domínio da informática. A disponibilização de processos *standard* (onde o utilizador é guiado passo-a-passo) e não *standard* (consultas livres) também é coberto. Tendo um papel primordial na gestão, manutenção e manipulação de dados, a base de dados foi

igualmente alvo de especial atenção. São enumerados todos os elementos relevantes para o problema que ficou encarregue de armazenar, a saber, os indicadores, os dados de base, os parâmetros de agregação multicritério, os parâmetros de normalização, os metadados, os cenários e os utilizadores. A estrutura das tabelas que se adoptou para seu armazenamento também é exposta. Todos os modelos integrados no sistema também são alvos de abordagem. Por fim, descrevem-se as funcionalidades oferecidas pelo gestor de relatórios, numa óptica de oferecer diversas formas de apresentar os resultados. De forma a não sobrecarregar este capítulo, optou-se por colocar a informação relativa ao modelo 3DSkyView em anexo.

O caso de estudo, abordado no capítulo 5, consiste em concretizar com uma aplicação prática os conceitos e orientações apresentados no capítulo 4. Foi escolhido o Campus de Gualtar da Universidade do Minho, não só pelas possibilidades que oferecia na recolha de dados, mas igualmente pela suas características assim o justificarem. No que diz respeito à base de dados, são descritos os indicadores adoptados, apresentando informação relevante para o estudo, tendo por referência o ano de 2006. Essa selecção derivou de uma lista fornecida no capítulo 4, forçosamente limitada pela disponibilidade de dados. De seguida, é exemplificada e explicada a forma como os utilizadores interagem com o sistema. São explanadas funcionalidades mais básicas como a entrada, registo de um utilizador no sistema ou de que forma efectuar consultas *ad-hoc* à base de dados, bem como as mais complexas que permitem efectuar avaliações da variação da qualidade de vida no campus. De forma a explorar uma das vertentes do sistema, definiu-se um cenário de possíveis alterações futuras no campus com implicações ao nível dos valores dos indicadores. Um grupo de utentes deu o seu contributo realizando uma avaliação da variação da qualidade de vida deste cenário em relação ao ano base disponibilizado (2006). A título de exemplo, foi adoptada a intervenção de um dos utentes, apresentando as escolhas (indicadores e respectivos pesos) e índice obtido. Finalmente, foi mostrada como se processa a obtenção de um índice de variação da qualidade de vida por grupo de utentes. Recorrendo aos dados introduzidos pelos participantes, apresentam-se

os valores dos pesos obtidos para cada indicador e os decorrentes índices para cada um dos grupos considerados (alunos, docentes, funcionários e toda a comunidade). Conclui-se o capítulo com uma apreciação dos resultados obtidos nesse exercício.

6.2 Conclusões do caso de estudo

De forma a transmitir as funcionalidades do sistema desenvolvido, foram cobertos ao longo de algumas secções do capítulo 5 dois exercícios que visam avaliar a variação da qualidade de vida no campus de Gualtar por comparação entre o ano base de 2006 e um cenário com alterações possíveis nos valores dos indicadores. Um dos exercícios, permite exemplificar a participação de um indivíduo que, ao efectuar uma avaliação personalizada, contribuiu igualmente para uma avaliação global, uma vez que as suas escolhas são registadas para posterior processamento. A participação exposta resultou na obtenção de um índice que indica existir uma variação positiva da qualidade de vida no campus. Essa leitura resulta de se admitir que ao ano de referência corresponde o valor 100 e, portanto, sempre que um índice for superior identifica um incremento na qualidade de vida, enquanto que um valor inferior indicará um decréscimo. Adoptando as mesmas escolhas (selecção de indicadores) desse utilizador, foram igualmente apresentados os índices de variação calculados para cada um dos grupos de utentes. Tornou-se assim possível constatar que todos eles, com valores muito próximos, indicaram que a variação de qualidade de vida será positiva. Merece ainda nota de reparo o facto dos valores serem superiores ao índice obtido pelo participante isoladamente, denotando que, para ele, a variação de qualidade não é tão elevada quanto para os restantes membros da comunidade.

No exercício de avaliação da variação de qualidade de vida por grupo de utentes, são exploradas todas as participações registadas no sistema. Procura-se desta forma averiguar de que forma a concretização do cenário avaliado contribuiria para a qualidade de vida no campus. Atendendo aos índices obtidos, constata-se que originaria uma variação positiva da qualidade de vida para todos

os grupos, isto é, os índices obtidos foram superiores a 100. Os diversos valores apresentados não são muito distintos, justificando-se tal facto pela escolha de pesos ter sido bastante similar em muitos casos. Apesar de reduzida, a maior diferença existe entre o índice para os alunos e para os docentes. Na secção 5.2.9, foi possível observar que o grupo dos docentes tomou algumas opções ao nível dos pesos um pouco diferentes dos restantes grupos, privilegiando em diversas situações os indicadores que se exprimem sob a forma de rácios.

6.3 Conclusões gerais

Pelos resultados expostos, considera-se que o principal objectivo que consistia em desenvolver um sistema de informação para avaliação e monitorização da qualidade de vida no campus e sua implementação para o campus de Gualtar foi atingido. Na sua essência, o modelo, apresentado no capítulo 4 e que lhe serve de base, visa determinar um índice global da variação da Qualidade de Vida no Campus (QvC) para um dado ano em relação a um ano de referência. Através de uma comparação directa de um conjunto de indicadores, este índice permite avaliar de que forma evoluiu a QvC em termos gerais. Se o resultado for avaliado à escala do indicador, isto é, estudando as variações de cada indicador, é possível procurar identificar quais foram os que contribuíram mais significativamente para o sentido em que se deu a variação da QvC.

De forma a reunir dados necessários, o sistema necessita registar todas as avaliações individuais. Como já referido, a participação de um conjunto de alunos, docentes e funcionários foi fundamental. A recolha de informação e opiniões foi profícua e permitiu validar o seu funcionamento.

Graças ao registo das opções individuais, a validação do processo de cálculo de índices de variação da QvC por grupos de utentes tornou-se possível. Materializa-se assim a forma que se preconizara de fornecer uma perspectiva desagregada ao nível da comunidade utente da variação da QvC. Com esta funcionalidade, considera-se que o sistema pode efectivamente funcionar como

uma ferramenta de apoio à decisão no planeamento e gestão de um campus, na procura da satisfação das necessidades dos utentes. Por outro lado, também foi possível envolver a comunidade e transmitir-lhe informação que até ao momento apenas estava na posse da entidade gestora ou era disponibilizada de forma avulsa, como por exemplo os dados dos Serviços de Acção Social.

Pela adopção de um ano base para a construção de índices gerais da variação da QvC, torna-se possível reunir informação com o intuito de efectuar uma análise ao longo do tempo. Assim, é possível efectuar comparações de diversos anos em relação a um mesmo ano base, mostrando os índices obtidos e a tendência seguida. Para um intervalo de tempo onde estejam disponíveis dados referentes a distintos anos, é possível realizar uma avaliação da variação da QvC e do comportamento da mesma adoptando sucessivamente cada um dos anos como ano base e comparando com o ano imediatamente posterior na ordem cronológica. Os índices referem-se a comparações de pares de anos que cobrem todo o intervalo estudado.

Pode-se recorrer também ao sistema para analisar o perfil da variação da qualidade de vida com base nas dimensões adoptadas. Este tipo de análise é indicado para desvendar de que forma as diversas dimensões contribuem para o índice de variação da qualidade de vida.

Por fim, também ficou demonstrado que o sistema possui uma vertente informativa, através da possibilidade oferecida de realizar consultas *ad-hoc*. Um utilizador pode percorrer a base de dados e visualizar toda a informação disponível acerca dos indicadores considerados. De forma a completar a informação descritiva, recorreu-se à geração de mapas num sistema de informação geográfica, quando os elementos a retratar assim o exigiam.

6.4 Desenvolvimentos futuros

Uma aplicação futura do sistema desenvolvido poderia consistir em estabelecer uma plataforma de comparação na avaliação da QvC em diversos campi. Este processo passaria num primeiro momento pela sua implantação em

cada campus, recorrendo à participação dos membros de cada comunidade. Assim, seria possível recolher o índice de variação da QvC entre um determinado ano e ano de referência para cada campus. Será contudo necessário garantir que a carteira de indicadores a adoptar será a mesma para tornar comparáveis os índices obtidos, ou não, por estarmos a contemplar a percepção dos utentes que formam experiências diversas. Neste aspecto, pode-se tornar relevante os resultados obtidos tendo como comparação intervenções idênticas em campi diferentes.

Em virtude de este estudo se ter centrado na avaliação da qualidade de vida numa vertente relativa à vivência em espaço urbano, será igualmente de ponderar a contemplação de outros aspectos da vivência no campus. Um exemplo seria considerar a qualidade do ambiente no interior de edifícios. Esta abordagem implicaria a inclusão de indicadores referentes às novas dimensões a serem tratadas, à recolha de mais dados de base, a geração de novos mapas, etc.

Para facilitar a participação dos utentes, a disponibilização do sistema numa plataforma que o torne acessível através da Internet afigura-se relevante. Desta forma seria possível efectuar um apelo à comunidade no sentido de contribuir com as suas escolhas, evitando a mobilização de meios para que tal aconteça. Os interessados estariam em condições de o fazer a partir de qualquer computador com acesso à Internet. No entanto, numa fase mais adiantada, a criação de pontos dispersos pelo campus, como quiosques multimédia, poderiam constituir uma alternativa interessante aos computadores pessoais, assim como funcionar por si só como uma forma de captar novas participações e divulgar a informação sobre o campus.

Se na actual versão, os utentes podem enviar as suas sugestões e opiniões através de um formulário criado para o efeito, a ideia de associar ao sistema um fórum de discussão afigura-se de alguma pertinência. O espaço a criar permitiria à comunidade iniciar debates sobre aspectos considerados por ela relevante para a qualidade de vida, contando com o contributo das instâncias de gestão não só para o esclarecimento de eventuais dúvidas, mas também para o levantamento de novas questões e recolha de novas opiniões.

Por fim, por se tratar de um protótipo, reconhece-se que a estética das páginas *web* apresentadas pode ser melhorada. O recurso a um *web designer* seria uma opção claramente a ponderar, uma vez que também pela apresentação do produto se consegue cativar os seus utilizadores.



Capítulo 7

Referências bibliográficas

- AFNOR. (1991). *NF S 31-085 - Acoustique - Caractérisation et mesurage du bruit du trafic routier*, Association Française de Normalisation, Saint-Denis La Plaine, France.
- Agosta, L. (2002). *The Essential Guide to Data Warehousing*, Prentice Hall PTR, Upper Saddle River, NJ.
- Alter, S. L. (1980). *Decision Support Systems: Current Practices and Continuing Challenges*, Addison-Wesley, Reading, MA.
- American Planning Association. (2006). *Planning and Urban Design Standards*, John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
- Andrews, F. H., and Withey, S. B. (1976). *Social Indicators of Well-being Americans Perceptions of Life Quality*, Plenum Press, New York.
- Andrews, F. M., and Withey, S. B. (1974). "Developing Measures of Perceived Life Quality: Results from several National Surveys." *Social Indicators Research*, 1, 1-26.
- Andrienko, G., Andrienko, N., and Jankowski, P. (2002) "Building Spatial Decision Support Tools for Individuals and Groups." *DSIage 2002*, Cork, Ireland.
- Audit Commission e Improvement and Development Agency. (2003). *Library of local performance indicators*, http://www.local-pi-library.gov.uk/LIBRARY_ALL_PIS.ASP?MENUID=799.
- Bailly, A. (1981). *La géographie du Bien-être*, PUF, Paris.
- Bailly, A. (1987). "Les indicateurs sociaux, des mesures objectives des sciences dures aux évaluations subjectives des sciences molles." *Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik*, 3, 341-351.
- Bailly, A., Cunha, A., and Racine, J. B. (1987). *Vivre en Suisse: Bien-être et Qualité de la Vie*, Université de Lausanne.
- Bärring, L., Mattson, J. O., and Lindqvist, S. (1985). "Canyon geometry, street temperatures and urban heat island in Malmo, Sweden." *Journal of Climatology*, 5, 433-444.

-
- Becker, R. A., Denby, L., McGill, R., and Wilks, A. R. (1987). "Analysis of data from the Places Rated Almanac." *The American Statistician*, 41, 169–186.
- Benyon, D. (1990). *Information and Data Modelling*, Blackwell Scientific Publications.
- Berengier, M., and Garai, M. (2000) "Propagazione del Rumore da Traffico Veicolare." *Atti Convegno Nazionale Traffico e Ambiente 2000*, Progetto Trento Ambiente, Trento, Italia, 49-62.
- Bertellino, F., and Licitra, G. (2000) "I Modelli Previsionali per il Rumore da Traffico Stradale." *Atti Convegno Nazionale Traffico e Ambiente 2000*, Progetto Trento Ambiente, Trento, Italia, 63-82.
- Bishop, F. T., Jr. (1991). "Automated Airline Control Systems: Existing Methodology, Technology Review, and Suggested Solution Mothed," Master's thesis, University of Georgia, Athens.
- Blumenfeld, H. (1969). "Criteria for Judging the Quality of Urban Environment." *Urban Affaires Annual Reviews (SAGE Publications)*, 137-164.
- Bonczek, R. H., Holsapple, C. W., and Whinston, A. B. (1980). "The Evolving Roles of Models in Decision Support Systems." *Decision Sciences*, 11(2).
- Bossard, E. G. (1999). "Envisioning neighborhood quality of life using conditions in the neighborhood, access to and from conditions in the surrounding region." in *Urban Planning and Urban Management on the Edge of the Millenium*, P. R. (ed.), ed., Franco Angeli, Venice.
- Brown, L. R. (1999). *State of the World '99*, Worldwatch Institute, Washington.
- Brown, R. I., Brown, P. M., and Mayer, M. B. (1993). "A quality of life model: New challenges arising from a six year study." *Quality of Life*, D. G. (ed.), ed., Brookline, New York.
- Buehlmann, U., Ragsdale, C. T., and Gfeller, B. (2000). "A Spreadsheet-Based Decision Support System for Wood Panel Manufacturing." *Decision Support Systems*, 29.
- Calvert-Handerson. (2000). *Calvert-Handerson Quality of Life Indicators*, <http://www.calvert-henderson.com>.
- Campbell, A. (1981). *The Sense of Well-Being in America*, McGraw-Hill, New York.
- Campbell, A., Converse, P. W., and Rogers, W. (1976). *The Quality of American Life. Perceptions, Evaluations and Satisfactions*, Russel Sage, New York.
- Carp, F. M., and Carp, A. (1984). "A Complementary/Congruence Model of Well-being or Mental Health for the Community Elderly." *Elderly People and the*

- Environment, I. Altman, M. P. Lawton, and J. F. Wohlwill, eds., Plenum Press, New York, 279-336.
- Castelli, V., and Bergman, L. D. (2002). *Image Databases: Search and Retrieval of Digital Imagery*, John Wiley, New York.
- City of Glendale. (2002). Quality of Life Indicators 2002, http://www.ns.ci.glendale.ca.us/qol_indicators.pdf.
- Comissão das Sociedades Europeias. (2003). *The role of the universities in the Europe of knowledge*, Comissão Europeia, Bruxelas.
- Comissão Europeia. (2003). Evaluating Socio Economic Development, SOURCEBOOK 2: Methods & Techniques, Multicriteria analysis, <http://www.evaled.info/page.aspx?id=mth196>.
- Cork County Development Board. (2002). Integrated Strategy for the Economic, Social & Cultural Development of County Cork, 2002-2011, http://www.cdbcorkco.ie/integrated%5Fstrategy/SEC8.7_1.htm.
- COST8. Case Study: Urban Space Zoning, <http://www.cardiff.ac.uk/archi/programmes/cost8/case/transport/urbanspace.html>.
- Councils of North Shore, Waitakere, Auckland, Manukau, Hamilton, Wellington, Christchurch e Dunedin. (2003). Quality of life in large cities of New Zealand, <http://www.bigcities.govt.nz/indicators.htm>.
- Cramer, V., Torgersen, S., and Kringlen, E. (2004). "Quality of life in a city: the effect of population density." *Social Indicators Research*, 69, 103-116.
- CSTB. (2001). *Mithra Technical Manual*, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Paris, France.
- CUD - Commission Universitaire pour le Développement. "L'université est un acteur essentiel de développement."
- Cummins, A. R. (2000). "Objective and subjective quality of life: an interactive model." *Social Indicators Research*, 52, 55-72.
- Cummins, R. A. (1998) "The comprehensive quality of life scale-fifth Edition." *The First International Conference on Quality of Life in Cities.*, National University of Singapore, Singapore, 67-77.
- Dale, B. (1980). "Subjective and Objective Social Indicators in Studies of Regional Social Well-being." *Regional Studies*, 14, 503-515.

-
- Dalkey, N. C., and Rourke, D. L. (1972). "Experimental assessment of Delphi procedures with group value judgement." *Studies in the quality of life*, N. C. Dalkey, Rourke, D.L, Lewis, R., & Snyder, D. (Eds.), ed., Massachusetts: Lexington Books, Lexington.
- Dansereau, F., and Wexler, M. (1989). "Nouveaux espaces résidentiels Types d'espaces et indicateurs de qualité." INRS-Urbanisation, Montréal.
- Delhey, J., Bohnke, P., Habich, R., and Zapf, W. (2002). "Quality of life in a european perspective: the EUROMODULE as a new instrument for comparative welfare research." *Social Indicators Research*, 58, 163-176.
- Diener, E., and Fujita, F. (1995). "Resources, personal strivings, and subjective well-being: A nomothetic and idiographic analysis." *Journal of Personality and Social Psychology*, 47, 71-75.
- Diener, E., and Suh, E. (1997). "Measuring quality of life: economic, social, and subjective indicators." *Social Indicators Research. Kluwer*(40), 189-216.
- Donovan, J. J., and Madnick, S. E. (1977). "Institutional and Ad Hoc DSS and Their Effective Use." *Data Base*, 8(3).
- Eastman, J. R. (1997). *IDRISI for Windows: User's Guide. Version 2.0*, Clark University, Graduate School of Geography, Worcester.
- Easton, A. (1973). *Complex managerial decision involving multiple objectives*, John Wiley & Sons, New York.
- European Commission. (1997). *Urban Audit: Assessing the Quality of Life of Europe's Cities*,
http://ec.europa.eu/regional_policy/urban2/urban/audit/src/indicator_domian.htm
- European Environment Agency. (1995). *Europe's Environment. The Dobris Assessment*, EEA, Copenhagen.
- European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions. (2003). *Monitoring quality of life in Europe*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Fadda, G. (2003) "Urban Sustainability, Quality of Life Gender." *City and Gender - International Discourse on Gender, Urbanism and Architecture*, Opladen, Germany, 177-190.
- Felce, D., and Perry, J. (1995). "Quality of life: Its definition and measurement." *Research in Development Disabilities*, 16, 51-74.

- Findlay, A., Morris, A., and Rogerson, R. (1988). "Where to live in Britain in 1988: Quality of life in British cities." *Cities*, 5(3), 268-276.
- Fontes, A. C. (2003). "Ambiente Pedonal nas Cidades," Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho, Braga, Portugal.
- Fontes, A. C. (2005) "Qualidade Pedonal Urbana - o caso de Braga." *Pluris*, São Carlos, SP, Brasil.
- Fourer, R., and Goux, J.-P. (2001). "Optimization as an Internet Resource." *Interfaces*, 31(2), 130-150.
- Gachet, A. (2002) "A New Vision for Distributed Decision Support Systems." *DSIage 2002*, Cork, Ireland.
- Genestier, P. (1991). "L'Université et la cité." L'habitat des étudiants en France, P. Merlin, ed., Laboratoire Théorie des Mutations Urbaines, Marne-la-Vallée.
- Gregg, D. G., Goul, M., and Philippakis, A. (2002). "Distributing Decision Support Systems in the WWW: The Verification of a DSS Metadata Model." *Decision Support Systems*, 32(3), 233-245.
- Gurin, G., Veroff, J., and Feld, S. (1960). *Americans View of Their Mental Health*, Basic Books, New York.
- Hackathorn, R. D., and Keen, P. G. W. (1981). "Organizational Strategies for Personal Computing in Decision Support Systems." *MIS Quarterly*, 5(3).
- Harland, D. (1972). "Social indicators and the measurement of quality of life." Département d'Expansion Régionale, Ottawa.
- Hendricks, L. (2002). "Customers in Sight: Supporting Corporate Accommodation Decisions with Real Estate Data." *Journal of Corporate Real Estate*, 4(3).
- Holsapple, C. W., and Whinston, A. B. (1996). *Decision Support Systems: A Knowledge-Based Approach*, West Publishing, St Paul.
- Huttman, J. P., and Liner, J. N. (1978). "Les indicateurs économiques et sociaux de qualité de vie. Définition du problème et satisfaction des besoins." *Travail et Société*, 3(1), 47-65.
- ICF - Consulting. (2003). *The Role of Universities Today: Critical Partners in Economic Development and Global Competitiveness*.
- Inmon, W. H. (2002). *Building the Data Warehouse*, John Wiley, New York.
- Inmon, W. H., Imhoff, C., and Sousa, R. (2002). *Corporate Information Factory*, John Wiley, New York.

-
- Inmon, W. H., Tederman, R. H., Norris-Montanarri, J., and Meers, D. (2001). *Data Warehousing for E-Business*, John Wiley, New York.
- Inmon, W. H., Terdeman, R. H., and Imhoff, C. (2000). *Exploration Warehousing: Turning Business Information into Business Opportunity*, John Wiley, New York.
- International Institute for Sustainable Development. (1997). *City of Winnipeg Quality of Life Indicators*, <http://www.iisd.org/pdf/wpg.qoli.pdf>.
- Jarochowska, M. (1975). "Quality of Life: a New Subject of Geography." *Revue de Géographie de Montréal*, 29(3), 263-267.
- Johnson, G. T., and Watson, I. D. (1984). "The determination of view-factors in urban canyons." *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 23, 329-335.
- Juras, P. E. (1989). "The next generation of decision support. (decision support computer systems)." *The CPA Journal Online*, <http://www.nysscpa.org/cpajournal/old/07505724.htm>.
- Keen, P. G. W. (1980). "Adaptive Design for Decision Support Systems." *Data Base*, 12(1 e 2).
- Knox, P. L., and Scarth, A. (1977). "The quality of Life in France." *Geography*, 1, 9-16.
- Land, K. C. (1996). "Social indicators and the quality of life: Where do we stand in the mid-1990s?" *SINET*, 45, 5-8.
- Langlois, A., and Anderson, D. E. (2002). "Resolving the Quality of Life/Well-being Puzzle: Toward a New Model." *Canadian Journal of Regional Science*, 25(3).
- LeBlanc, L. J., Randalls, D. R., and Swann, T. K. (2000). "Heery International's Spreadsheet Optimization Model for Assigning Managers to Construction Projects." *Interfaces*, 30(6), 95-106.
- Ley, D. (1983). "The Quality of Urban Life." *A Social Geography of the City*, D. Ley, ed., Harper and Row, New York, 327-367.
- Little, J. D. C. (1970). "Models and Managers: The Concept of a Decision Calculus." *Management Science*, 16(8).
- Liu, B. (1973). *Quality of Life in the United States 1970: Index, Rating and Statistics*, Midwest Research Institute, Kansas City.
- Liu, B. (1976). *Quality of Life Indicators in the United States Metropolitan Areas: a Statistical Analysis*, Praeger, New York.

- Liu, B.-C. (1975). "Quality of Life: Concept, Measure and Results." *American Journal of Economics and Sociology*, 34(1).
- Malczewski, J. (1999). *GIS and Multicriteria Decision Analysis*, John Wiley & Sons, NY, USA.
- Marakas, G. M. (2003). *Modern Data Warehousing, Mining, and Visualization: Core Concepts*, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Mendes, J. F. G. (1999). *Onde Viver em Portugal - Uma Análise da Qualidade de Vida nas Capitais de Distrito, Ordem dos Engenheiros, Coimbra*.
- Mendes, J. F. G. (2000). "Decision Strategy Spectrum for the Evaluation of Quality of Life in Cities." *Planning for a Better Quality of Life in Cities*, L. L. Y. a. G. W. K. M. e. Foo Tuan Seik, ed., School of Building and Real Estate, NUS, Singapore, 35-53.
- Mendes, J. F. G. (2001). "Multicriteria Accessibility Evaluation using GIS as applied to Industrial Location in Portugal." *Earth Observation Magazine*, 10(2), 31-35.
- Mendes, J. F. G. (2004) "Avaliação da Qualidade de Vida em Cidades: Fundamentos e Aplicações." *Planeamento Integrado: em busca de desenvolvimento sustentável para cidades de pequeno e médio portes*, Universidade do Minho, Braga.
- Mendes, J. F. G., Rametta, F., Giordano, S., and Torres, L. (1999a). "A GIS atlas of environmental quality in major Portuguese cities." *Computers in Urban Planning and Urban Management on the Edge of the Millenium*, P. Rizzi, ed., FrancoAngeli, Venice.
- Mendes, J. F. G., Silva, J., Rametta, F., and Giordano, S. (1999b). "Mapping urban quality of life in Portugal: a GIS approach." *EPMESEC VII: Computacional Methods in Engineering and Science*, J. Bento, E. Arantes, E. Oliveira, and E. Pereira, eds., Elsevier, Macao, 1107-1115.
- Meredith, J. R. (2002) "Design of Multimedia, Internet-Enabled Decision Support System for Patients and Physicians." *DSLage 2002*, Cork, Ireland.
- Merlin, P. (1994). *La croissance urbaine*, PUF, Paris.
- Merlin, P. (1995). *L'urbanisme universitaire à l'étranger et en France*, Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, Paris.
- Michalos, A. C., Zumbo, B. D., and Hubley, A. (2000). "Health and quality of life." *Social Indicators Research*, 51, 245-286.

-
- Moore, J. H., and Chang, M. G. (1980). "Design of Decision Support Systems." *Data Base*, 12(1 e 2).
- Morrison Institute for Public Policy. (2004). What Matters. The maturing of Greater Phoenix, <http://www.asu.edu/copp/morrison/QOL2004.pdf>.
- Myers, D. (1987). "Community-Relevant Measurement of Quality of Life. A Focus on Local Trends." *Urban Affairs Quarterly*, 23(1), 108-125.
- Nações Unidas. (2004). "Multi-Criteria / Dimensions in Decision-Making." <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/idsd/methodologies/criteria.htm>.
- Newcastle City Council. (2004). Sustainable Community Indicators: Report Card 2004, <http://www.ncc.nsw.gov.au/about/sustainable/reportcard.pdf>.
- OCDE. (1978). Indicateurs d'environnement urbain, Paris.
- OCDE. (1997). Better understand our cities. The role of urban indicators, Paris.
- OECD. (1995). *Roadside Noise Abatement*, Organisation for Economic Co-operation and Development Publications, Paris, France.
- Oke, T. R. (1981). "Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations." *Journal of Climatology*, 1, 237-254.
- Oke, T. R. (1988). "Street design and urban canopy layer climate." *Energy and Buildings*, 11, 103-113.
- Osgood, C. E., Suci, G. J., and Tannenbaum, P. H. (1957). *The Measurement of Meaning*, University of Illinois Press, Urbana.
- Partidário, M. R. (1993). "Ambiente Urbano: a necessidade de identificação e controlo dos seus parâmetros de qualidade." *Sociedade e Território*(18), 62-71.
- Pereira, J. L. (1998). *Tecnologia de bases de dados*, FCA, Lisboa.
- Perloff, H. S. (1969). *The Quality of Urban Environment*, The Johns Hopkins Press, Baltimor.
- Queiró, J. F. (1995). *A Universidade Portuguesa. Uma Reflexão*, Gradiva, Lisboa.
- Racine, J. B. (1986). "Qualité de la vie, bien-être et changement social: vers une nouvelle géographie des espaces vécus et des rapports de l'homme au territoire." *Esistere e abitare. Prospettive umanistiche nella geografia francofona*, a cura de C. Copeta, F. Angeli, Milan.
- Ramos, R. A. R. (2000). "Localização Industrial: Um Modelo para o Noroeste de Portugal," Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, Braga.

- Rees, W. (1992). "Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out." *Environment and Urbanisation*, 4(2), 121-30.
- Respicio, A. M., Captivo, M. E., and Rodrigues, A. J. (2002) "A DSS for Production Planning and Scheduling in the Paper Industry." *DSIage 2002*, Cork, Ireland.
- Rodrigues, D. S. (2001). "Avaliação Multicritério da Acessibilidade em Ambiente SIG," Mestrado, Universidade do Minho, Braga, Portugal.
- Rogerson, R. J., Findlay, A. M., and Morris, A. S. (1989). "Indicators of quality of life: some methodological issues." *Environment and Planning A*, 21(12), 1655-1666.
- Roysamb, E., Harris, J. R., Magnus, P., Vitterso, J., and Tambs, H. (2002). "Subjective well-being, sex-specific effects of genetic and environmental factors." *Personality and Environmental Differences*, 32(2), 211-223.
- Saaty, T. L. (1977). "A scaling method for priorities in hierarchical structures." *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), 234-281.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytical Hierarchy Process: planning, priority setting, resource allocation*, McGraw-Hill, New York.
- Saaty, T. L. (1987). "Concepts, theory, and techniques: rank generation, preservation, and reversal in the analytic hierarchy decision process." *Decision Sciences*, 18(2), 157-177.
- Savageau, D., and Loftus, G. (1997). *Places Rated Almanac. Your guide to finding the best places to live in North America*, Macmillan, New York.
- Sawicki, D., and Flynn, P. (1996). "Neighborhood indicators: A review of the literature and an assesment of conceptual and methodological issues." *Journal of the American Planning Association*, 62(2), 165-183.
- SCB. (1987). *Rapport levnadssorhallanden 1975-1985 (Relatório sobre as condições de vida entre 1975 e 1985)*.
- Schneider, M. (1975). "The Quality of Life in Large American Cities: Objective and Subjective Social Indicators." *Social Indicators Research*, 1, 495-509.
- Schneider, M. (1976). "The Quality of Life and Social Indicators Research." *Public Administration Review*, 36, 297-305.
- Sénécal, G. (2002). "Urban Spaces amd Quality of Life: Moving Beyond Normative Approaches." *Horizons. Policy Research Initiative*, 5(1), 20-22.
- Silva, L. T., and Mendes, J. F. G. (2005) "Monitorização do ruído ambiente na zona de intervenção polis da cidade de viana do castelo." *Pluris*, São Carlos, SP, Brasil.

-
- Silva, L. T., Silva, J. F., and Mendes, J. F. G. (2002) "TRÁFEGO RODOVIÁRIO E RUÍDO AMBIENTAL: O CASO DUM PARQUE URBANO." XVI ANPET, Natal, Brasil.
- Silverman, B. G. (1995). "Knowledge-Based Systems and Decision Sciences." *Interfaces*, 25, 67-82.
- Simon, H. (1977). *The New Science of Management Decision*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Smith, D. (1973). *The Geography of Social Well-Being in the United States*, Mc Graw-Hill, New York.
- Soft Expérience. "Métadonnées : une initiation." <http://peccatte.karefil.com/Software/Metadata.htm>.
- Souza, L. C. L. (1996). "Influência da geometria urbana na temperatura do ar ao nível do pedestre," Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Souza, L. C. L., Rodrigues, D. S., and Mendes, J. F. G. (2003) "A 3D-GIS extension for sky view factors assessment in urban environment." *8th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management*, Sendai, Japan.
- Souza, L. C. L., Rodrigues, D. S., and Mendes, J. F. G. (2004) "Enhancing 3dskyview Extension Performance." *7th International Conference on Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning*, Holanda.
- Souza, L. C. L., Rodrigues, D. S., LEME, F. T., and PEDROTTI, F. S. (2005) "Incorporating sunpaths for solar analysis in the 3DSkyView Extension." *CUPUM 2005*, Londres.
- Sprague, R. H., Jr., and Carlson, E. D. (1996). *Decision Support Systems*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Steyn, D. G. (1980). "The calculation of view factors from fisheye-lens photographs." *Atmosphere-Ocean*, 18(3), 254-258.
- Stillwell, W. G., Seaver, D. A., and Edwards, W. (1981). "A comparison of weight approximation techniques in multiattribute utility decision making." *Organizational Behavior and Human Performance*, 28(1), 62-77.
- Tellegen, A., Lykken, T. D., Bouchard, T. J., Wilcox, K. J., Segal, N. L., and Tich, S. (1988). "Personality similarity in twins reared apart and together." *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(6), 1031-1039.

- The Magna Charta Observatory. (1988). "Magna Charta Universitatum."
<http://www.magna-charta.org/magna.html>.
- The UK National Air Quality Information Archive. (2006). "What cause air pollution?"
http://www.airquality.co.uk/archive/what_causes.php.
- Tobelem-Zanin, C. (1995). *La qualité de la vie dans les villes françaises*, Université de Rouen, Rouen.
- Truckee Meadows Tomorrow. (2005). TMT's 2005 Report on Community Well-being in the Truckee Meadows, <http://www.quality-of-life.org/main.php?choice=indicators>.
- Turban, E., Aronson, J. E., and Liang, T.-P. (2005). *Decision Support Systems and Intelligent Systems*, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Turner, J. M. "O que são os metadados?"
<http://www.mapageweb.umontreal.ca/turner/meta/portugues/metadados.html>.
- UNESCO. (1979). "Indicateur de la qualité de l'Environnement et de la qualité de la vie." *Rapports et documents de sciences sociales*, Paris.
- Virginia Department Of Planning And Budget. (2004). Statewide Quality of Life Indicators, <http://www.dpb.virginia.gov/VAResults/Societal/Societal.cfm>.
- Voogd, H. (1983). *Multicriteria Evaluation For Urban And Regional Planning*, Pion, London.
- Whitten, J. L., Bentley, L. D., and Dittman, K. C. (2001). *System Analysis and Design Methods*, McGraw-Hill, Columbus, OH.
- Wilson, J. (1967a). *The Quality of Life in America*, Midwest Research Institute, Kansas City.
- Wilson, W. (1967b). "Correlates and avowed Subjective well-being." *Psychological Bulletin*, 67, 294–306.
- Winterfelt, D. V., and Edwards, W. (1986). *Decision Analysis and Behavioural Research*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Zadeh, L. A. (1965). "Fuzzy sets." *Information and Content*, 8(3), 338-353.



Anexo

A extensão 3DSkyView

Como já referido no capítulo 4, um modelo permite efectuar análises à realidade sem no entanto recorrer directamente a ela. Isto é possível pela utilização de uma representação ou abstracção simplificada da realidade, que procura ter apenas em atenção as características relevantes na resolução dos problemas. Por essa razão, a inclusão e utilização de modelos é relevante para os sistemas de apoio à decisão.

Este anexo descreve em detalhe uma das aplicações desenvolvidas no âmbito do trabalho de doutoramento, cujo modelo de base integra o SMQVC. Trata-se da extensão 3DSkyView, disponível na secção de *downloads* do *site* da ESRI, cuja pesquisa e criação resultou de uma colaboração estreita com a pesquisadora Professora Léa Cristina Lucas de Souza, durante o seu Pós-Doutoramento realizado na Universidade do Minho.

O 3DSkyView constituiu uma ferramenta de simulação numérica que pode ser acoplada ao software de SIG *ArcView GIS*, da ESRI. O seu principal objectivo é substituir o método tradicional de cálculo do factor de Visão do Céu, que passa por tirar uma fotografia com um ângulo de visão de cerca de 180 graus recorrendo a uma lente do tipo “olho de peixe” (ver fig. A1) e processando manualmente a imagem obtida, por um processo automático baseado em dados geográficos que caracterizam a área em estudo.

Após concluída e testada uma primeira versão desta aplicação foi possível comparar os respectivos resultados com o método tradicional. Os valores obtidos mostraram ser muito próximos, concluindo-se assim pela validade do modelo e sua implementação computacional. Mais tarde, surgiram duas versões evolutivas da extensão. O surgimento destas actualizações teve por motivação o cumprimento de dois novos objectivos: primeiro, otimizar o algoritmo de implementação de forma a melhorar o seu desempenho

(principalmente minorar o tempo de processamento); segundo, acomodar novas funcionalidade para tornar a ferramenta mais versátil.



(Fonte: Santos, 1999, retirado de

http://www.usp.br/fau/docentes/deprojeto/c_deak/AUP823/6t-alun/2004/santos/index.html)

Figura A1 – Factor de Visão do Céu – Praça Sete - Belo Horizonte – MG, Brasil. Utilizando uma máquina fotográfica com lente especial (olho de peixe), voltada verticalmente para o céu exactamente sobre o ponto de avaliação, é possível registar num círculo a expressão visual do céu acima do ponto, definindo o índice de “obstrução do céu”, ou seja, o “Sky View Factor”

No que toca ao segundo aspecto, refira-se que um dos grandes progressos foi a introdução da possibilidade de cálculo para diversos pontos (observadores) numa única execução da rotina. Também merece menção que passou a ser facultado ao utilizador a possibilidade de escolher qual o tipo de resultados que pretende, bem como limitar o espaço a considerar no processo de cálculo, de forma a otimizar o tempo de processamento.

De seguida, incluem-se três comunicações a congressos internacionais que se consideram relevantes para um melhor entendimento do trabalho associado ao desenvolvimento da extensão, que apresentam uma descrição detalhada da mesma, os pressupostos adoptados na sua criação e melhoramentos e resultados alcançados.

Por ordem cronológica, os eventos são *Computers in Urban Planning and Urban Management* (CUPUM) 2003, *Design & Decision Support Systems* (DDSS) 2004 e *Computers in Urban Planning and Urban Management* (CUPUM) 2005. Justifica-se referir que no primeiro congresso a comunicação recebeu um Prémio de Excelência em Artigo Publicado pela sua originalidade e resultados alcançados. Os três eventos correspondem a reuniões científicas

internacionais dedicadas predominantemente à apresentação de projectos e resultados científicos relacionados com ferramentas computacionais orientadas ao planeamento e gestão no contexto de espaço urbano.

A 3D-GIS EXTENSION FOR SKY VIEW FACTORS ASSESSMENT IN URBAN ENVIRONMENT

Lea Cristina Lucas de SOUZA
Professor
Department of Architecture, Urbanism and
Landscape
Faculty of Architecture, Arts and
Communication
São Paulo State University
Vargem Limpa, Bauru, SP
17.440-330 Brasil
Tel: +55-14-221-6059
Fax: +55-14-221-6054
E-mail: leacrist@faac.unesp.br
Jose Fernando Gomes MENDES
Professor
Department of Civil Engineering
School of Engineering
University of Minho
Campus de Gualtar, Braga
4710-057 - Portugal
Tel: +351-253-60-4720
Fax: +351-253-60-4721
E-mail: jmendes@civil.uminho.pt

Daniel Souto RODRIGUES
Lecturer
Department of Civil Engineering
School of Engineering
University of Minho
Campus de Gualtar, Braga
4710-057 Portugal
Tel: +351-253-60-4727
Fax: +351-253-60-4721
E-mail: dsr@civil.uminho.pt

Abstract: This paper presents a Geographic Information System (GIS) 3D extension that is a tool to simulate the representation of sky view factors (SVF) while calculating their values. The sky view factor (SVF) is a climatological parameter used to characterize radiation properties on urban areas and to express the relationship between the visible area of the sky and the portion of the sky covered by buildings viewed from a specific point of observation. The implementation of this tool in a 3D GIS is useful not only because it allows straight and quick urban geometry analysis from several points of observation, but also because it can help to predict sky view factors due to future buildings without the usual associated costs of cameras and image processing. The algorithm was developed by applying the software *ArcView GIS*¹ and its *3D Analyst* extension, allowing an automatic delineation of the visible sky and obstructions.

Keywords: sky view factor, 3D-GIS extension, urban canyon geometry

1. INTRODUCTION

As the sky usually presents lower temperatures than earth surface, it has an important role on the energy balance. In the process of the earth heating loss and its consequent earth temperature reduction, the sky is an element that receives long wave radiation oozed up from earth surface. Therefore the urban radiation loss has a straight relationship with the obstruction a building or any other urban element can cause to the sky surface, when considering an earth viewing point. Long waves are not only trapped by the warm earth surfaces, but also released into the cold sky. So, the surfaces relationship due to urban geometry influences the radiation exchange between the Earth and the sky. This relationship can be estimated by a parameter called Sky View Factor (SVF), as once studied by Steyn (1980), Oke (1981), Johnson and Watson (1984), Barring, Mattsson and Lindqvist (1985),

¹ *ArcView GIS* is a trademark of ESRI

Souza (1996), Ratti and Richens (1999), Chapman (2000), and Chapman *et al.* (2001). The SVF is one of the main causes of the urban heat island phenomena, therefore required as a parameter on its modelling.

The SVF represents an estimation of the visible area of the sky from an earth viewpoint, being defined as the ratio between the total amount of radiation received from a plane surface and that received from the whole radiant environment. It is thus a dimensionless parameterisation of the quantity of visible sky at a location. In this way the sky area results from the limits of urban canyons generated by the tri-dimensional characteristics of urban elements and their mutual relationships.

There are some software for architectural purposes, as ECOTECT (Ecotect), or decision support system for urban planning, as CITYZOOM (Cityzoom), which deal with the visualization of buildings obstruction on the sky vault in order to simulate solar access or sunlight availability. These tools are centered on buildings performance rather than on urban thermal environment performance, hence not developed for determining SVF values.

On the other hand, there are many methods of estimating SVF values, including mathematical models, fisheye-lens photographs analysis, image processing, diagrams or graphical determination. The calculation is, however, not straightforward and these methods are usually time and money-consuming. In addition, the main problem of these methods is the delineation of the sky from buildings in the graphic representation. This delineation is often a task that has to be done by hand. In this matter, the work of Chapman (2000) must be remarked, since it develops a technique to enable direct calculation from a digital fish-eye image, by delineating sky pixels from the non-pixels in the image.

Besides the facts above mentioned, nowadays the use of Geographical Information Systems (GIS) as a tool to understand and analyze urban areas is wide spread. Based on a technology that allows spatial and non-spatial data storage, analysis and treatment, GIS are able to optimize calculations and tasks, while reducing decision-making time. Achieving successful results is although a technology dependent matter, while also related to the quality of the available data. The latter also shows strong relationship to technology. Therefore, as developing countries sometimes experience a very different technological level than developed ones, it is important to highlight that the following aspects can limit the use of GIS: a lack in equipments and in qualified human workforce. Although, in the last decade even developing *countries* are experiencing advances on GIS matters. That is certainly the case of Brazil. This fact leads to believe that, since information are accessible for researchers and institutions of education its use should be also consolidated in developing countries. Moreover, GIS should constitute as an alternative to substitute tasks that can represent dependence on high-cost technologies and not simply to repeat methodologies and procedures that have been developed for a different reality.

The approach of this paper suggests the use of a GIS environment for simulating a spatial representation of urban canyons obstructions to sky vault, in place of many other high cost-equipment methods for determining Sky View Factors (SVF). The tool here presented, named 3DSkyView, has the purpose of replacing the use of a 180° fisheye-lens camera with an algorithm of calculation and visualization that has been developed by the authors for enhancing functions of a three-dimensional GIS. The 3DSkyView was conceived in *Avenue* scripting language in an *ArcView GIS 3.2* software environment with its *3D Analyst* extension switched on (all ESRI - Environmental Systems Research Institute products). The results here obtained represent a cooperation effort between the São Paulo State University at Bauru, in Brazil, and the University of Minho at Braga, in Portugal.

The 3DSkyView extension is presented in this paper. At first the Sky View Factor (SVF) parameter is discussed, considering its geometrical process of determination. The importance

of 3D GIS for this research is also remarked. After pointing out the advantages a 3D GIS could bring to the process of determining SVF, the 3DSkyView extension is described. That topic explains which variables are considered to get a representation and calculation of the SVF in the 3D GIS here used. For demonstration of the 3DSkyView use, results and complementary functions, the extension is applied to a hypothetical scene. Some limitations and conclusions are presented along with suggestions for the future development in the final part of the paper.

2. LINKING SKY VIEW FACTORS (SVF) AND 3D GIS

The GIS geo-referencing capability, which is nowadays available in many software GIS packages, each one having its own potentialities and functions, is unique. Among the applications it can be used for are: as a data processing system to visualize maps, as spatial analysis systems, as decision making systems, and so on. In this research the main feature explored is its potentiality as a tri-dimensional geometry tool and as an urban geometry predictor for ends of thermal analysis.

According to Batty (2002) representation in the third dimension is at the cutting edge on GIS research. He adds that there are many reasons why GIS will embrace CAD in the architectural domain, as it has stronger functional power than CAD. There are many potential applications of a 3D GIS suggested by Janosch *et al.* (2000) and also in Ratti *et al.* (1999). In the latter, some urban geometry studies and surface modelling are discussed. On the other hand, although 3D GIS is a powerful modelling tool the applications available are still restricted to some areas. Furthermore, usually the tri-dimensional capability is most used for esthetical functions than to represent and to visualize scenes.

2.1 The Issue in Determining SVF

The issue of SVF determination is constituted of an identification of angular dimensions between the observer and the urban element obstructions caused to the sky vault. These angles allow the urban canyon to be projected in a bi-dimensional plane, in a process where the stereographic projection is a very useful tool. The stereographic projection of an urban canyon is an azimuthal projection, in which points of urban elements are projected to the sky vault surface (which is a spherical surface) and then transferred to the equatorial plane of the same sphere. This transference is possible by the union of each point on the upper sphere surface to the Nadir vanishing point, as shown in Figure 1. In this way any point on the sphere is projected into the circle representing the sky vault on the plane projection.

In order to estimate the SVF value, the sphere can be homogeneously divided and its parts projected stereographically to the equatorial plane, creating a stereonet (Figure 2). For the stereonet showed in Figure 2, a regular spacing of 5 degrees for both altitude and latitude angles was kept for the whole sky vault. Next, overlaying this stereonet on the equatorial plane projection of the obstructions, their parts (i.e., sky and obstruction areas) can be compared to the total area of the whole sky available, determining their ratio.

As described above, the determination of SVF is an angular identification issue that takes place in a tri-dimensional environment. A 3D GIS is thus a promising tool for such a calculation, since it works as a (X, Y, Z) coordinates database manager. Therefore, an extension was naturally created in a 3D GIS to visualize and calculate SVF, playing not only the role of a representation tool, but also as a calculation tool.

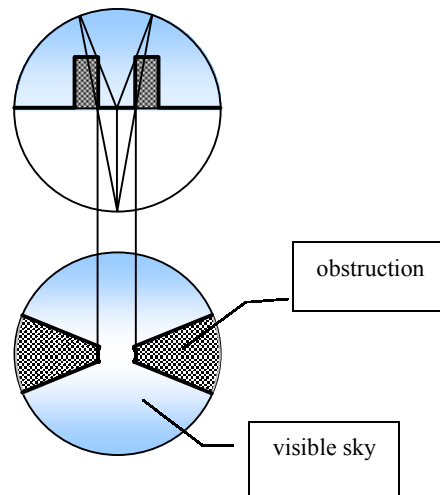


Figure 1 Stereographic Projection of an Urban Canyon

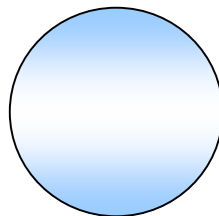


Figure 2 Stereonet on Equatorial Plane

3. THE 3DSKYVIEW EXTENSION

3.1 An Overview

The 3DSkyView extension is mainly a tool to calculate sky view factors of urban canyons, which works in an environment created by *ArcView GIS version 3.2* with its *3D Analyst* extension switched on. *ArcView GIS* is a flexible software GIS package that uses *Avenue* as a scripting language, allowing the development of extensions and plug-ins to enhance its functionality.

In practical terms, the aim of the 3DSkyView is to identify a new coordinate system for the tri-dimensional urban elements, so that they could be represented in a stereographic projection on a bi-dimensional plane, in this way allowing the calculation of the SVF parameter. Here attention is drawn to the fact that the stereographic projection of maps available in *ArcView GIS* does not produce by itself the results desired here. That *ArcView GIS* function was developed to allow two dimension maps representation, in which the viewer is above the earth surface with the focus centred on earth surface. In 3DSkyView extension the viewing point position is movable for all three dimensions and it can be fixed inside the urban canyon level with its focus point centred on the urban canyon level. The bi-dimensional representation of this view is dependent on the tri-dimensionality of the canyon.

This new coordinate system of a stereographic projection refers to the tri-dimensional relationships in the canyon. There are three important angles in the canyon determining the

scene, as it is shown in Figure 3. First is the horizontal angle α created between the viewer North-South axes, on viewer horizontal plane, and the point of interest. Second is the vertical angle β between the viewer plane and the point of interest. And third, is the Nadir vanishing point angle θ between the vertical plane that contains the Nadir point and the projected line from the point of interest to the vanishing point.

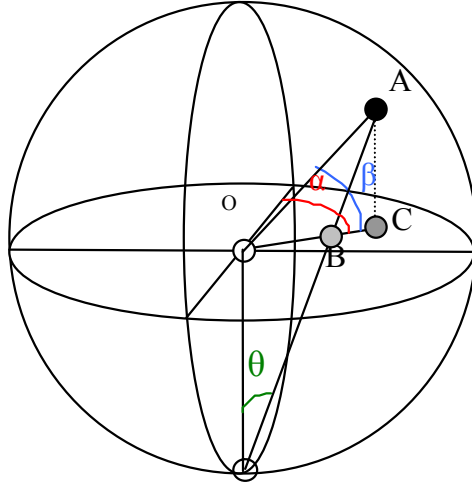


Figure 3 Stereographic Projection and Angles

Considering that the viewer is in a movable position and regarding the particularities that α should always be related to the vertical plane that contains the viewer (point O in Figure 3) and that β should always be related to the viewer horizontal plane, those angles are comparable to the azimuth and altitude angles that can be easily determined. The angle θ can be calculated by Equation 1, as it belongs to an isosceles triangle.

$$\theta = \frac{90 - \beta}{2} \quad (1)$$

The stereographic projection on the equatorial plane determines a segment (\overline{OB}), from the viewing point O to the projected point B on Figure 3, being calculated by Equation 2. The r variable is the radius of the circle on the equatorial plane that was considered for the stereographic projection representation.

$$\overline{OB} = r \cdot \tan \theta \quad (2)$$

The new coordinates can then be expressed by Equations 3 and 4, composing the new coordinate system on a stereographic projection. Here α angle was submitted to an adjustment in order to have the same origin of the trigonometric relationships. This is done because α was calculated based on the north side corresponding to 0° , while the same angle for trigonometric calculation corresponds to east side. This rotation is the reason for the subtraction of the α value from 90° in Equations 3 and 4.

$$x = \cos(90 - \alpha) \cdot \overline{OB} \quad (3)$$

$$y = \sin(90 - \alpha) \cdot \overline{OB} \quad (4)$$

With the new coordinates of the points of interest it is possible to have the stereographic projection by plotting them on the horizontal plane in *ArcView* GIS. The determination of SVF is then just a question of spatial manipulation of layers by overlaying a stereonet of equal radius on the stereographic projection of the scene. The value of SVF is calculated by Equation 5, where q is the visible area of the sky and Q is the total area of the sky defined by

the area of the circle applied on the stereographic projection.

$$\varphi = \frac{q}{Q} \quad (5)$$

3.2 Applying the extension

Given a circle radius into which the urban canyon will be projected, one must specify a polygon theme containing height and elevation of urban elements combined in it, in order to start an application. An observer point theme with height and elevation attributes must also be defined (Figure 4). Besides calculating SVF values, the 3DSkyView provides a visualization of a 2D stereographic projection view, a 2D orthographic projection view and a 3D scene view of the urban canyon selected by the user.

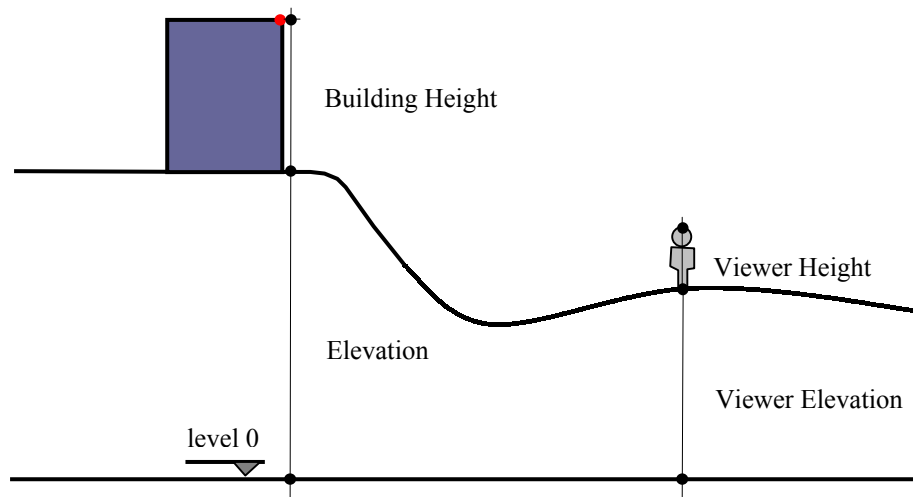


Figure 4 Height and Elevation Variables

The simulation process follows the steps described below:

- Based on the input themes containing the viewer point and urban elements polygon, the XY coordinates of the observer and of the vertices of the polygons are identified;
- According to the observer coordinates, the XY coordinates of the polygons are transformed into stereographic and orthographic projections;
- The new coordinates are unified by arcs or lines, depending on their original characteristics;
- The boundaries resulting from the new projections system are the limits of two new themes for each projection: the first one represents the obstruction caused to the sky, and the second one represents the visible sky;
- By applying GIS tools, a netpoint of the whole sky stereonet is compared to each one of these new themes, allowing the calculation of their areas and the sky view factor;
- A scene simulating the reflection of the urban canyon on the hemisphere is presented

in a 3D environment.

4. AN APPLICATION

In order to show the results that can be obtained with the 3DSkyView extension, a hypothetical scenario was created, as shown in Figure 5. This scenario is composed of polygons with different heights representing buildings. These can be visualized on a 3D Scene that was generated just applying common tools of the *3DAnalyst* (Figure 6).

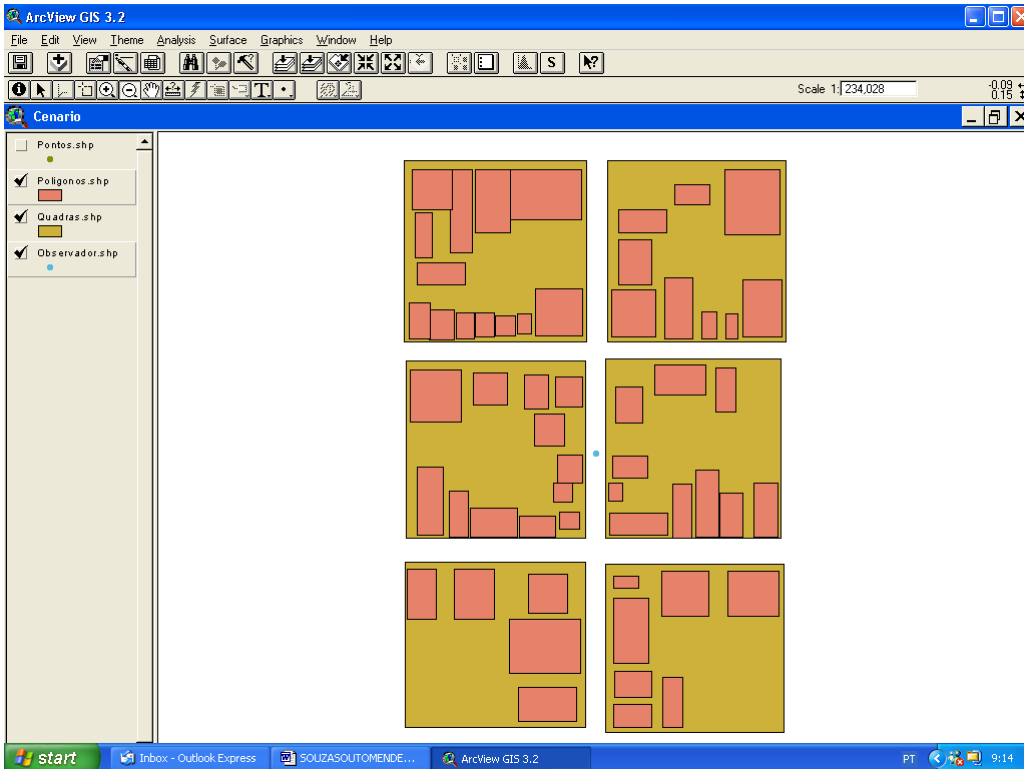


Figure 5 An hypothetical input scenario developed with the observer position

By means of the dialog window of the 3DSkyView extension, which is shown in Figure 7, the 2D view of the stereographic projection in Figure 8 is provided. Next the boundaries of these buildings are delineated in order to edit two themes, the visible sky vault theme and the obstruction buildings theme, as shown in Figure 9. Here is then possible to eliminate the hand delineation of the sky obstruction, often necessary in other methods. So this extension allows a step not previously possible, except from digital image processing.

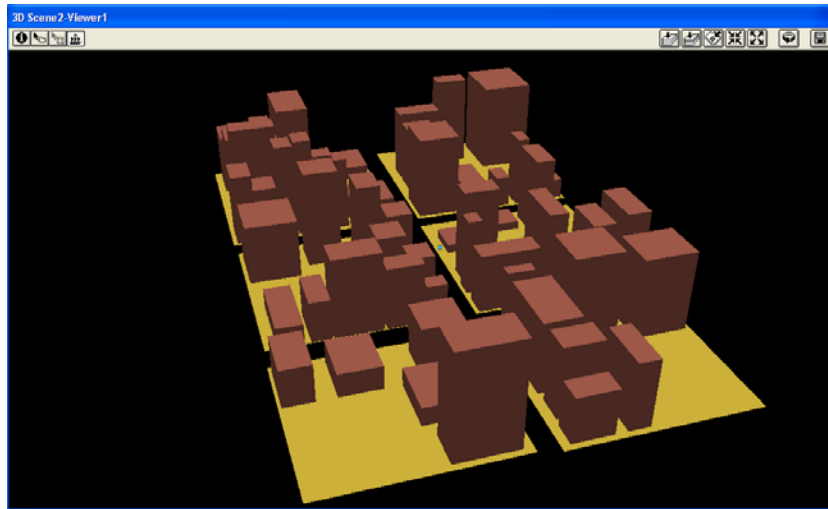


Figure 6 The hypothetical scenario in a 3D Scene of the *3D Analyst*

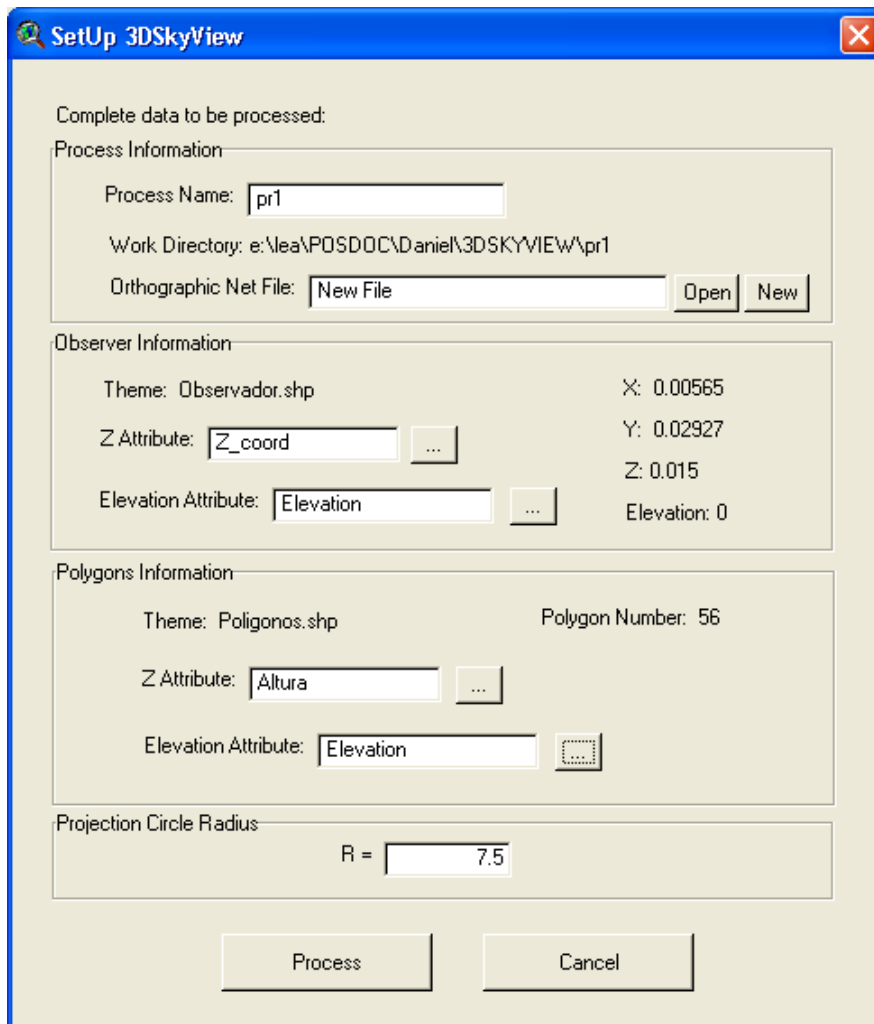


Figure 7 The dialog window of the 3DSkyView Extension

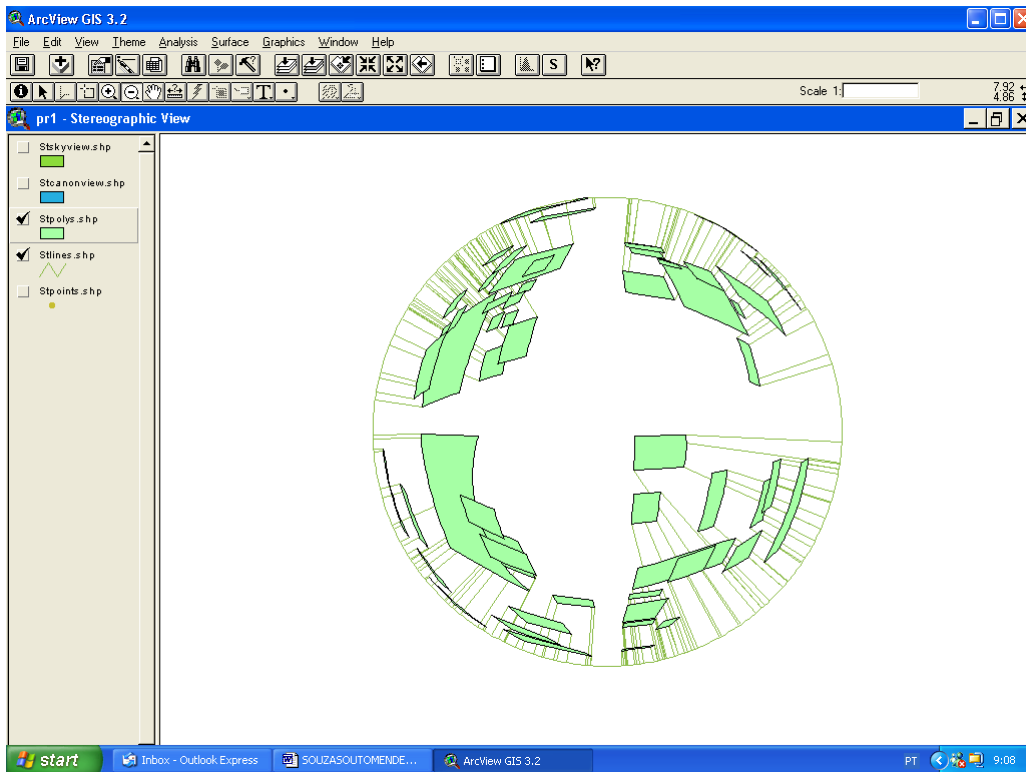


Figure 8 The 2D Stereographic Projection Result

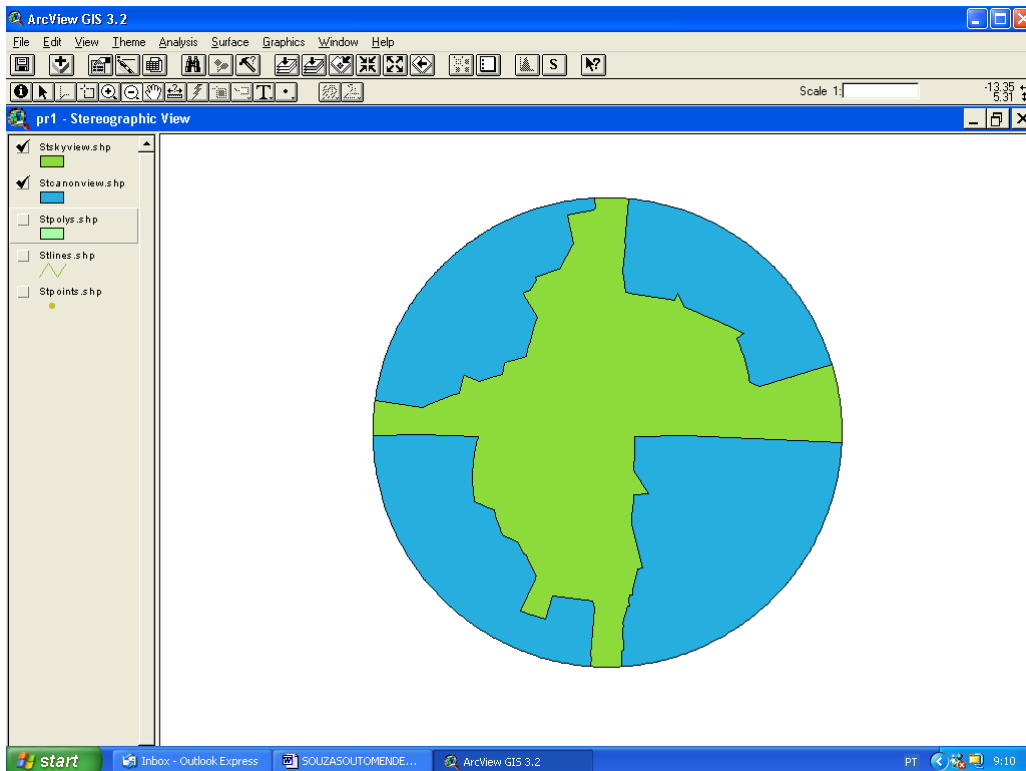


Figure 9 The resulting polygon themes of visible sky and obstructions

Complementary, the same kind of result of a 2D view on the observer plan is obtained for orthographic projection, as one can see in Figure 10. Although the results of SVF values obtained with the 3DSkyView method are based on the stereographic projection, which is the most widely used projection for this purpose, orthographic projection is a side result also available. We remark here that a comparison between those two projections (Figures 9 and 10) reveals that for the orthographic projection there is a poor resolution for buildings situated in low altitudes in relation to the observer position. This happens because in this kind of projection, altitude of equal increments are spaced very close together near the horizon and widely spaced nearer the zenith.

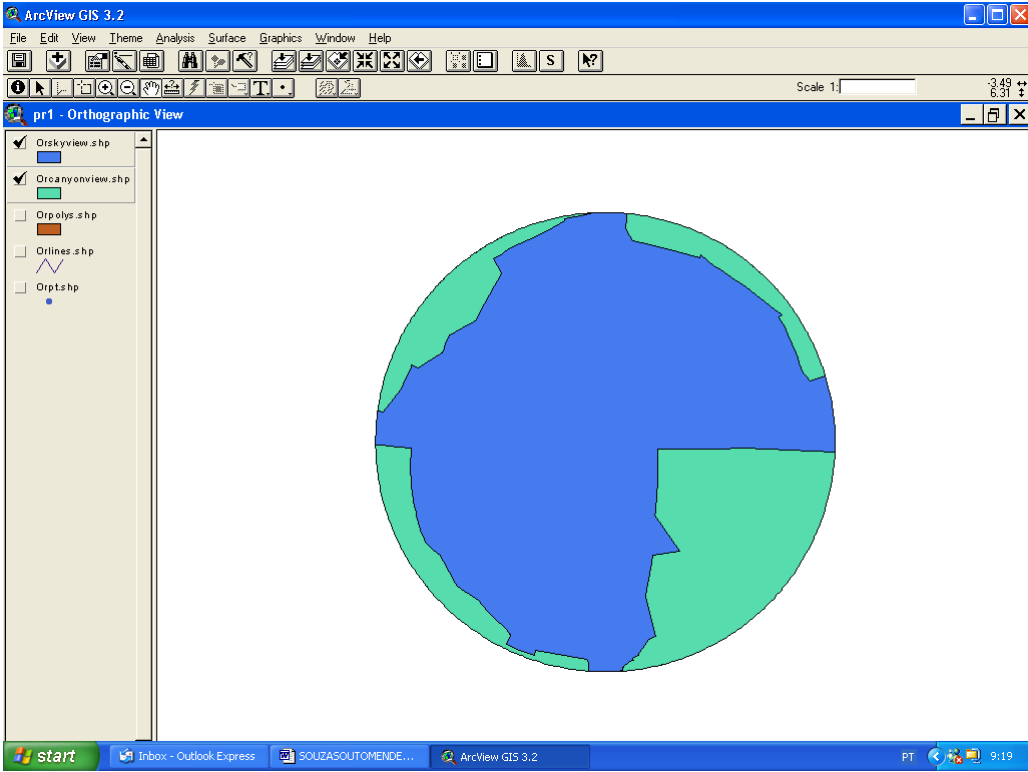


Figure 10 The resulting polygons theme for an orthographic projection

The internal overlaying of stereonet and stereographic projection of the scenario allows the spatial calculation of the sky area and obstruction areas. In this example, the resulting SVF value is equal to 66%, as shown below by the following table produced by the software for the example under consideration (Table 1). Units are dependent on the units the user adopts for the projection.

Table 1 Resulting table generated by the 3DSkyView extension

SKYAREA	CANYONAREA	VISISKY	SVF
353.25000	118.98723	234.26277	0.66316

Finally, as an additional means, the 3DSkyView Extension generates the 3D scene presented in Figure 11 for better understanding of the whole scene. This is a simulation of the reflection of the urban canyon on a hemispherical surface. Depending on the radius used for this

representation, this hemispherical scene can be plotted together with the whole scenario in a 3D representation, what gives an idea of the urban geometry around the viewer.

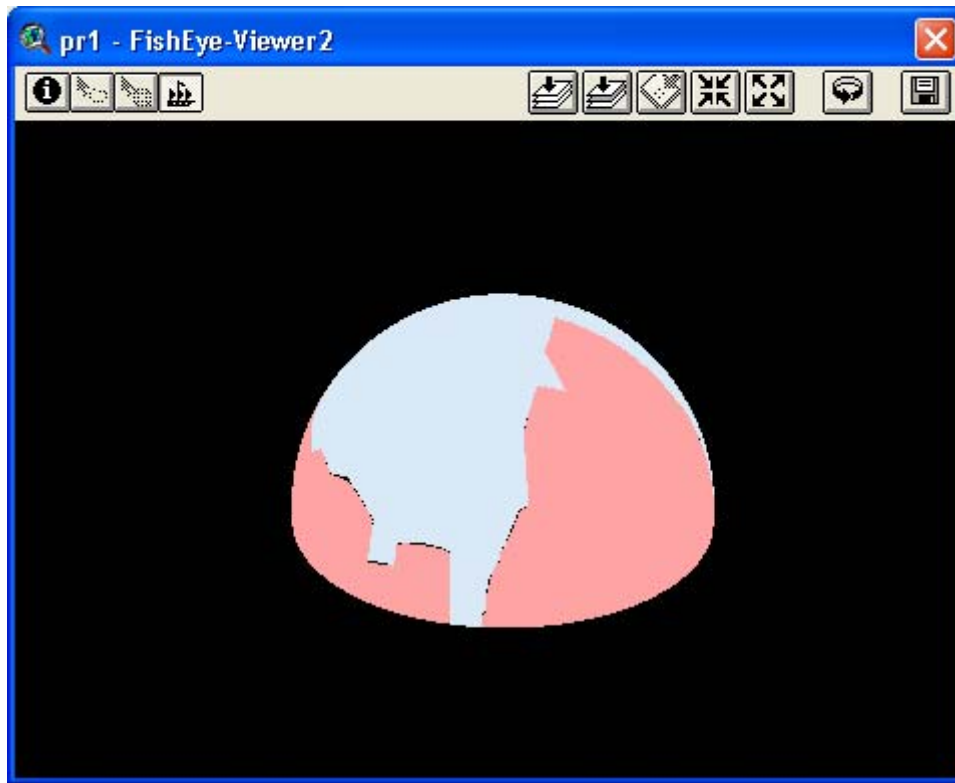


Figure 11 The scenario reflected on a 3D hemispherical surface

The 3DSkyView extension can also work as a simulator tool for future urban canyon geometries and SVF values. So, new buildings design could be tested in their future location before the actual implementation of the building takes place, therefore allowing the verification of its influence on their obstruction to the sky. This is then a way to gather information about the urban thermal environment, which together with many other urban heat island data that can be available as attributes in the input file, indicates the suitability of a new building on particular urban areas. So, the method here developed might enable the incorporation of the SVF as a parameter in an urban thermal model.

5. CONCLUSIONS AND FUTURE DEVELOPMENTS

One of the main contributions of this work is the automatic delineation of the visible sky and obstructions, not previously possible except from image processing methods.

This version of 3DSkyView can be a useful tool for developing countries, while working as an alternative solution for the estimation of SVF. Once an urban basis with information about the third dimension is available, it results in optimization of time for the estimation of SVF. It has here the advantage of being a low cost tool, if compared to some photographic accessories usually applied for the same purpose.

On the other hand, the representation and calculation of SVF values are strongly related to the

quality of the geometrical basis of the input file. For trees, for instance, a good simulation of the SVF would probably lead to a file of numerous points, so that the tree canopy could be more realistically represented.

This 3DSkyView is the first version implemented on *ArcView GIS*, what suggests that the tool can still be improved. One of the improvements already in process is the provision of sun-paths diagrams and solar variables information. Also in the 3D visualization a complementary south hemisphere containing the information under the viewer plan - the ground view - is another module to be incorporated to the 3DSkyView extension. Other important improvement is the development of this extension in a new recent version of *ArcView GIS*.

The quality of the *ArcView GIS* environment working nearly as an open GIS gives it the possibility of its application for many environmental analyses purposes. Taking this advantage of *ArcView GIS* and the possibilities of the 3DSkyView Extension into account, one might now incorporate the SVF as a parameter in an urban thermal model, by applying the model in an *ArcView GIS* environment.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors acknowledge support from FAPESP, CAPES and CNPq in Brazil and ICCTI in Portugal.

REFERENCES

- Bärring, I.; Mattsson, J.O.; Lindqvist, S. (1985) Canyon geometry, street temperatures and urban heat island in Malmö, Sweden. **Journal of Climatology**, Vol. 5, 433-444.
- Batty, Michel; Dodge, Martin; Jiang, Bin; Smith, Andy. (1999) Geographical information systems and urban design, in Stillwell, J.; Geertman, S; Openshaw, S. (eds.) **Geographical Information and Planning**. Berlin, Springer. 43-65.
- Chapman, L., Thornes, J.E.; Bradley, A.V. (2001) Rapid determination of canyon geometry parameters for use in surface radiation budgets. **Theoretical and Applied Climatology**, Vol. 69, 81-89. (www.cert.bham.ac.uk/research/urgent/canyongeometry.pdf).
- Chapman, L. (2000) Improved one dimensional energy balance modeling utilizing sky-view factors determined from digital imagery. **Proceedings of the 10th SIRWEC Conference**, Davos-Switzerland, March 2000. (www.sirwec.org/conferences/davos2000.html).
- CityZoom. (no date) Cityzoom: Ambiente de apoio a decisão em projetos de arquitetura e urbanismo. <<http://www.cityzoom.net>>
- ECOTECT. (no date) Ecotect – Design & Analysis v4 <http://www.squ1.com/site.html>.
- Janosch, U.; Coors, V.; Kretschmer, U. (no date) Applications of 3D-GIS. (<http://www.giscience.org/GIScience2000/posters/125-Jasnoch.pdf>).
- Johnson, G.T.; Watson, I.D. (1984) The determination of view-factors in urban canyons. **Journal of Climate and Applied Meteorology**, Vol. 23, 329-335.
- Oke, T.R. (1981) Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations, **Journal of Climatology**, Vol.1, No.1-4, 237-254.
- Ratti, C.; Di Sabatino, S; Britter, R.; Brown, M.; Caton, F.; Burian, S. (1999) **Analysis of 3-D Urban databases with respect to pollution dispersion for a number of European and American cities**. (www.dmu.dk/AtmosphericEnvironment/trapos/abstracts/CERC_2.pdf).

Ratti, C.F.; Richens, P. (1999) Urban texture analysis with image processing techniques. **Proceedings of the CAAD Futures 99**, Atlanta, GE. 1999.

Souza, L.C.L. (1996) **Influência da geometria urbana na temperatura do ar ao nível do pedestre**. PhD Thesis in Science of Environmental Engineering, University of São Paulo, São Carlos, Brazil.

Steyn, D.G. (1980) The calculation of view factors from fisheye-lens photographs. **Atmosphere-Ocean, Vol. 18, No. 3**, 254-258.

Enhancing 3DSkyView Extension Performance

A Multi-Observer Determination of Sky View Factors

Daniel S. Rodrigues¹, Léa C.L. Souza² and José F.G. Mendes¹

¹*University of Minho - Department of Civil Engineering, University of Minho, Braga, Portugal*

²*State University of São Paulo – Department of Architecture, Urbanism and Landscape, Bauru, São Paulo, Brazil*

Key words: Sky view factor, Urban geometry, GIS extension, Urban heat island

Abstract: This paper presents a second version of the 3DSkyView extension. The purpose of that extension was to implement a calculation algorithm for assessment and visualization of sky view factors (SVF) by means of tools available in a Geographical Information System (GIS). The sky view factor is a thermal and geometric parameter pointed out in the specialized literature as one of the main causes of urban heat islands. A 3D-GIS is a powerful tool for reaching the goal of this research because it allows the storage, treatment and analysis of tri-dimensional urban data, in addition to a high level of flexibility for incorporating calculation algorithms. The objective in the 3DSkyView extension is to optimize the determination of that factor, not only reducing its demanding calculation and graphical representation time, but also generating a simplified tool for replacing expensive photographic equipment usually applied on this matter. Enhancing functions of *ArcView GIS 3.2*, the first version of that extension showed a very good performance allowing the automatic delineation and determination of SVF. That performance was although limited to a single observer point. The simulation of SVF for several view points in urban canyons was only possible by applying the extension as many times as the number of observers considered. Therefore, this second version was now developed in order to allow simultaneous determination of SVF for many view points. In addition, the 3DSkyView new interface is more flexible, in a way that the user may choose the kind of output wanted (graphical and/or tabular). With this new feature it is then easier to create a continuous SVF map for an entire area.

1. INTRODUCTION

1.1 About the general goals of the tool

The approach of this paper suggests the use of a GIS environment for simulating obstructions that urban canyons can cause to the sky vault. Nowadays, the use of Geographical Information Systems (GIS) as a tool to understand and analyze urban areas is wide spread. Based on a technology that allows spatial and non-spatial data storage, analysis and treatment, GIS are able to optimize calculations and tasks, while reducing decision-making time. Therefore, the potential of GIS is here explored, showing its potentiality to help not only environment specialists, but also urban architects in deciding shapes and configurations for healthier cities.

In order to achieve this purpose, a tool named 3DSkyView was developed as an extension of a three-dimensional GIS, promoting the calculation and visualization of sky view factors (SVF). The 3DSkyView was conceived in Avenue scripting language in an *ArcView GIS 3.2* software with its *3D Analyst* extension switched on (all ESRI - Environmental Systems Research Institute products).

The first version of that extension (Souza, Rodrigues, et al., 2003) showed a very good performance allowing the automatic delineation and determination of SVF. That was, although, limited to a single observer point. The simulation of SVF for several view points in urban canyons was only possible by applying the extension as many times as the number of observers considered. Enhancing the performance of that tool, in this paper a second release of it is presented. This second version allows simultaneous determination of SVF for many view points. In addition, the 3DSkyView new interface is more flexible, in a way that the user may choose the kind of output wanted (graphical or tabular). With these new features it is then easier to create a continuous SVF map for an entire area.

1.2 Defining Sky View Factors (SVF)

The SVF represents an estimation of the visible area of the sky from an Earth viewpoint, being defined as the ratio between the total amount of radiation received from a plane surface and that received from the whole radiant environment. It is thus a dimensionless parameterization of the quantity of visible sky at a location. In this way the sky area results from the limits of urban canyons generated by the tri-dimensional characteristics of urban elements and their mutual relationships. As once studied by Steyn (1980), Oke (1981), Johnson and Watson (1984), Barring, Mattsson, et al. (1985), Souza (1996), Ratti and Richens (1999), Chapman (2000), and

Chapman, Thornes, et al. (2001), the SVF is one of the main causes of the urban heat island phenomenon, therefore required as a parameter for modelling it.

As the sky usually presents lower temperatures than the Earth surface, it has an important role on the energy balance. In the process of the Earth heating loss and its consequent temperature reduction, the sky is an element that receives the long wave radiation from Earth surface. Therefore, the urban radiation loss has a straight relationship with the obstruction buildings or any other urban element can cause to the sky, when considering an Earth viewing point. Long waves are not only trapped by the warm urban surfaces during the day, but also released into the cold sky at night. So, the geometry of urban surfaces influences the radiation exchange between the Earth and the sky.

There are many methods of estimating SVF values, including mathematical models, fisheye-lens photographs analysis, image processing, diagrams or graphical determination. The calculation is, however, not straightforward and these methods are usually time demanding. In addition, the main problem of these methods is the delineation of the sky from buildings in the graphic representation. This delineation is often a task that has to be done by hand. In this matter, the work of Chapman (2000) must be remarked, since it develops a technique to enable direct calculation from a digital fish-eye image, by delineating sky pixels from the non-pixels in the image.

A more simplified method was although developed and automatized by Souza, Rodrigues, et al. (2003) in the 3DSkyView extension, whose principles are presented in the next section.

2. PRINCIPLES OF THE 3DSKYVIEW EXTENSION

The issue of SVF lies on an identification of angular dimensions between the observer and the urban element obstructions caused to the sky vault. These angles allow the urban canyon to be projected in a bi-dimensional plane, in a process where the stereographic projection is very useful. The stereographic projection of an urban canyon is an azimuthal projection, in which points of urban elements are projected to the sky vault surface (which is a hemispherical surface) and then transferred to the equatorial plane of the same sphere. This transference is possible by the union of each point on the upper sphere surface to the Nadir vanishing point, as shown in Figure 1. In this way any point on the sphere is projected into the circle representing the sky vault on the plane projection.

In order to estimate the SVF value, the sphere can be homogeneously divided and its parts projected stereographically onto the equatorial plane, creating a stereonet (Figure 2). By overlaying this stereonet on the equatorial plane projection of the obstructions, their parts (i.e., sky and obstruction areas) can be compared to the total area of the whole sky, determining their ratio (i.e., the SVF).

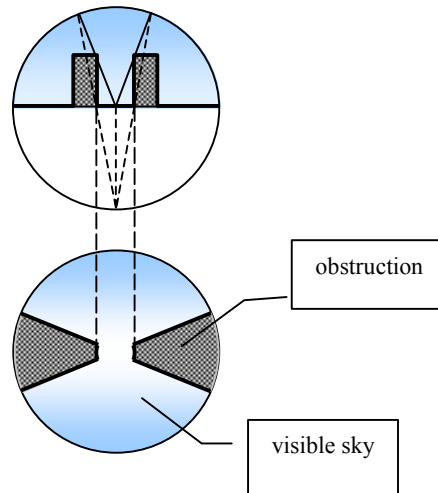


Figure 1 – Stereographic Projection

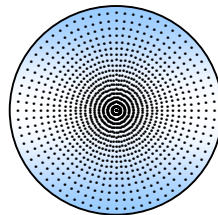


Figure 2 - Stereonet

This method of calculation is automatic in the 3DSkyView extension. In practical terms, the aim of the 3DSkyView is to identify a new coordinate system for the tri-dimensional urban elements, so they could be represented in a stereographic projection on a bi-dimensional plane, in this way allowing the calculation of the SVF parameter. In the 3DSkyView extension the

viewing point position is movable for all three dimensions and it can be fixed inside the urban canyon level with its focus point centred at the urban canyon level. This new coordinate system of a stereographic projection refers to the tri-dimensional relationships in the canyon. There are three important angles in the canyon determining the scene, as it is shown in Figure 3.

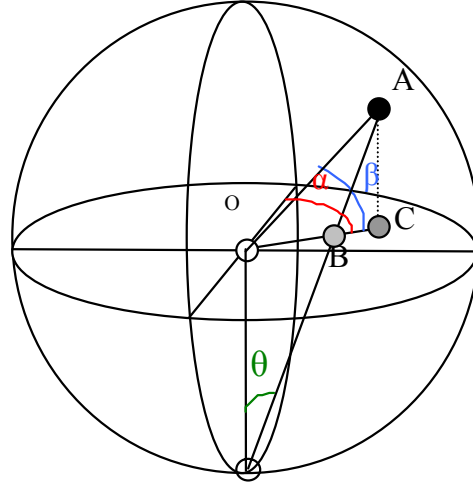


Figure 3 – Important angles in the stereographic projection determination

The first one is the horizontal angle α created between the viewer North-South axes, on viewer horizontal plane, and the point of interest. The second one is the vertical angle β between the viewer plane and the point of interest. And the third one is the Nadir vanishing point angle θ between the vertical plane that contains the Nadir point and the line projected from the point of interest to the vanishing point. Considering that the viewer is in a movable position, and regarding the particularities that α should always be related to the vertical plane that contains the viewer (point O in Figure 1) and that β should always be related to the viewer horizontal plane, those angles are comparable to the azimuth and altitude angles that can be easily determined. The angle θ can be calculated by Equation 1, as it belongs to an isosceles triangle.

$$\theta = \frac{90 - \beta}{2} \tag{1}$$

The new coordinates can then be expressed by Equations 2 and 3, which define the new coordinate system on a stereographic projection, where r is the radius adopted for the projection. Here, the α angle was submitted to an adjustment in order to have the same origin of the trigonometric

relationships. This is done because α was calculated based on the North side corresponding to 0° , while the same angle for trigonometric calculation corresponds to East side. This rotation is the reason for the subtraction of α value from 90° in Equations 2 and 3.

$$x = \cos(90 - \alpha)r \cdot \tan \theta \quad (2)$$

$$y = \sin(90 - \alpha)r \cdot \tan \theta \quad (3)$$

With the new coordinates of the points of interest it is possible to have the stereographic projection by plotting them on the horizontal plane in *ArcView* GIS. The determination of SVF is then just a question of spatial manipulation of layers by overlaying a stereonet of equal radius on the stereographic projection of the scene. The value of SVF is calculated by Equation 4, where q is the visible area of the sky and Q is the total area of the sky defined by the area of the circle applied on the stereographic projection.

$$\varphi = \frac{q}{Q} \quad (4)$$

The simulation process of the 3DSkyView follows the steps described below:

- Based on the input themes containing the viewer point and urban elements polygons, the XY coordinates of the observer and of the vertices of the polygons are identified;
- According to the observer coordinates, the XY coordinates of the polygons are transformed into a stereographic projection. As a side product, they are also transformed into an orthographic projection;
- The polygons vertices on new coordinates are linked, depending on their original characteristics, shaping a 2D plan of the scene;
- The boundaries resulting from the new projection system are the limits of two new themes for each projection: one represents the obstruction caused to the sky and the other represents the visible sky;
- By applying GIS tools, a netpoint of the whole sky stereonet is compared to each one of these new themes, allowing the calculation of their areas and therefore the sky view factor;
- A scene simulating a projection of the urban canyon on the hemisphere is presented in a 3D environment.

As one can draw from the steps above, shapefiles containing polygons, which represent the buildings in urban areas, are required for the operation to be successful. These files can be either imported from CAD and any other

compatible extension accepted by the *ArcView GIS 3.2*, or also generated in that GIS environment.

In Figure 4, the user interface of the first 3DSkyView version is presented.

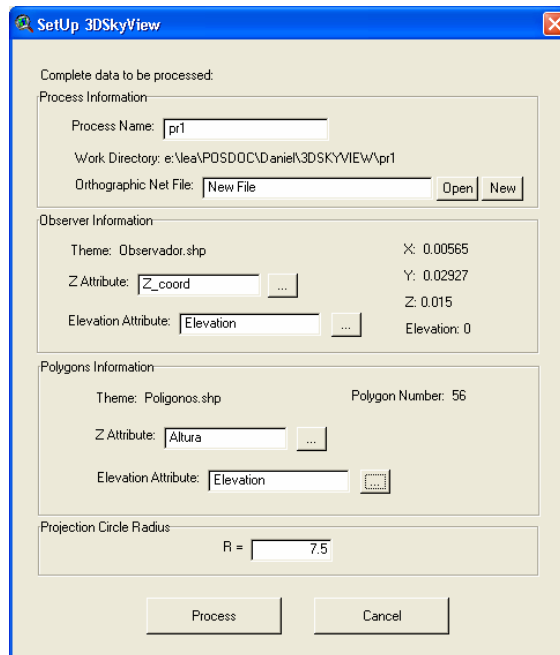


Figure 4 – User interface of the 3DSkyView first version

3. 3DSKYVIEW RELEASE 2

3.1 Description an Options

Here the potentiality of the second 3DSkyView version is highlighted, demonstrating its advantages in relation to the first version. The principles of that original version in determining SVF and presented in the previous section are exactly the same. However, the ability of applying the algorithm in a simultaneous and automatic way for multi-observer points is unique. This is the main feature of version 2. The development of this new capability was the aim of the whole process now implemented. Furthermore, in version 2 the simulation time has also been taken care of.

The new users' interface presented in Figure 5 has six input data groups so that the process can be started. They are the process information,

orthographic net data, information about the observer points, polygons information, radius of the circle projection, and the desired outputs.

Figure 5 – User Interface of 3DSkyView version 2

The process information refers to the name the user designates the process. The directory, where the resulting data (tables, shapefiles) will be stored, appears automatically next to that field.

For the generation of the skynet (the orthonet) created in this calculation, the user must supply the information about the increment of alpha and beta angles. The values of this increment have influence on the 3D model resolution. The lower the increment, the better the resolution shapes.

As the user should select both, the theme (layer) containing the observer points and the buildings (polygons) theme before running the routine, the software identifies the number of observers and the name of those themes. The observer information group requires the user identification of input data fields in the table of contents of the observers theme. Therefore, the fields on the input data table must include a unique identifier for each observer point. Also the height of the buildings and their elevations (contour line levels) are fields that ought to be available on that table of contents. The identifier will be then associated to the resulting data. For the polygons information group, these requirements are the same, except for the identifier field, which is useless here.

The projection circle radius group allows the user to choose a radius for the graphical representation of the SVF in stereographic and orthographic projections.

At last, the outputs group highlights the flexibility of this new version in allowing the user to make choices of outputs. That means that the user can optimize the time of simulation getting only the outputs of interest. (note: the interface of 3DSkyView version 2 presented in Figure 6 does not yet allow the generation of the 3D model as a result because this option is still under construction).

These input data, followed by the click on the *Process* button, starts the process without any further user intervention.

The user' *outputs* selection is one of the advantages of version 2. It makes possible, for example, to use the extension only to get tabular results, without the graphical outputs. If the user selects only the *SVF Table* option that will create a table as shown in Figure 6. By means of the identifier number, its structure adds to each observer point the values of the sky area, the obstructed area (*CanyonArea*), and the relative area of visible sky (*SVF*).

It is then important to highlight that the simulation time is dependent on the number of observers in the input data. This happens because the final values are stored point by point in the table. This facet assures the availability of partial results, even if there is any sudden interruption on the process.

<i>ObsID</i>	<i>SkyArea</i>	<i>CanyonArea</i>	<i>VisiSky</i>	<i>SVF</i>
3236	353.25000	57.68043	295.56957	0.83671
3294	353.25000	97.82636	255.42364	0.72307
3342	353.25000	43.94293	309.30707	0.87560
2586	353.25000	97.82636	255.42364	0.72307
2595	353.25000	115.06223	238.18777	0.67428

Figure 6 – Resulting table with sky view factor values

In comparison to the first 3DSkyView version the other results are basically the same. Only for demonstration purposes, a stereographic projection is presented in Figure 7, in which the visible sky area (*Stsky2586.shp*) and the obstructed area (*Stcanon2586.shp*) can be observed. In addition, Figure 8 shows the stereographically projected points that generated both themes of Figure 7.

In other words, this extension now called 3DSkyView2 allows the determination of urban geometry by calculating and representing sky view factors simultaneously viewed from multi-observer points. Thus, as the

outputs are already stored in a GIS software, these data can be handled and plotted to create new databases and maps.

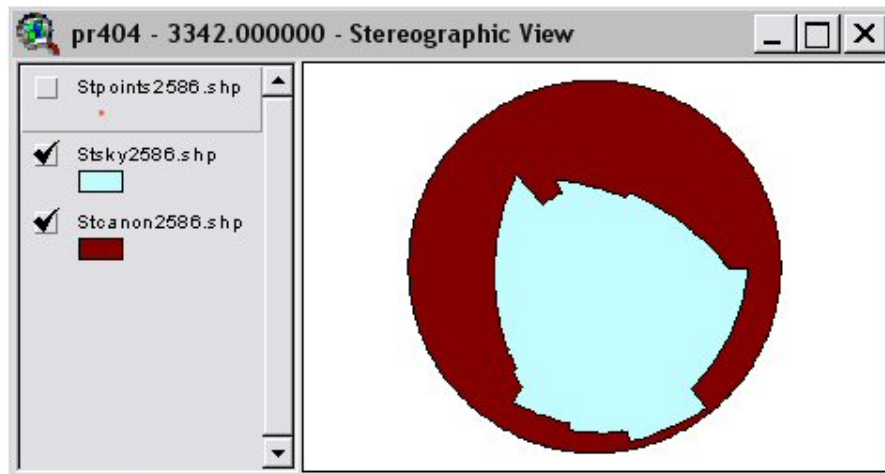


Figure 7 – Example of Stereographic Projection

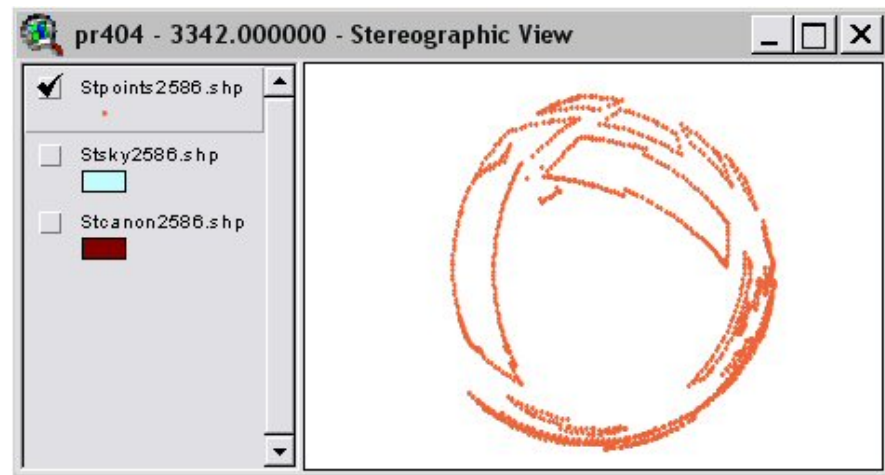


Figure 8 - Points stereographically projected that allowed the delineation showed on Figure 7

4. APPLYING AND GETTING RESULTS

An application of the extension has been carried out in order to validate the main feature of 3DSkyView2, which is the multi-observer simultaneous input. This application has taken into account the University of Minho – Campus de Gualtar as the study area. That Campus lays on a peripheral area of the city of Braga, between the east side of the city and the former village of Gualtar. It occupies an area of twelve hectares. The community of the Campus has about 13000 users, with 12000 students, 800 lecturers and 300 staff employees. The buildings support academic activities, congregating Schools and Institutes, three Classroom Complexes and several buildings for services, such as the Library, the Computational Center, the Academic Services, the Sports Complex, and so on. (see Figure 9)

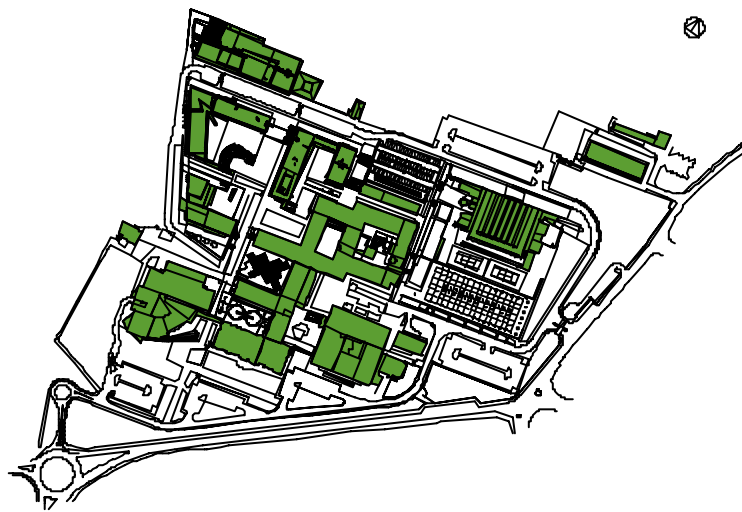


Figure 9 – Plan of the University of Minho in Braga – the Gualtar Campus

A campus database was prepared for the simulation process. Two themes (layers) were required as input data, one containing attributes of the observers, and the other containing the attributes of the buildings polygons.

The first theme has been developed by means of a square net with an increment of 5 m, so that a representative cover of observers could be generated. Observer points have then been created on the nodes of this

square net. Each node corresponded to an observer point. Finally, all points on this net but outside the Campus area have been removed, as well as those coincident to existing buildings or with no relevance for the study. It means that remote zones and the boundaries are out of the range of this study. This preparation steps ended up with an observer net of 3502 points, as can be seen in Figure 10. The heights of these observers were constant and corresponded to the pedestrian level of 1.50 m, with their elevation varying according to the correspondent contour line level of their position.

For the polygons representing the buildings, attributes of elevation (ground level) and height have been collected and/or estimated in field. This investigation has brought up the fact that a same building can present different heights. Thus, to have a simulation as nearest to reality as possible, the buildings theme may contain a multi-height building stored as several distinct polygons of different heights.

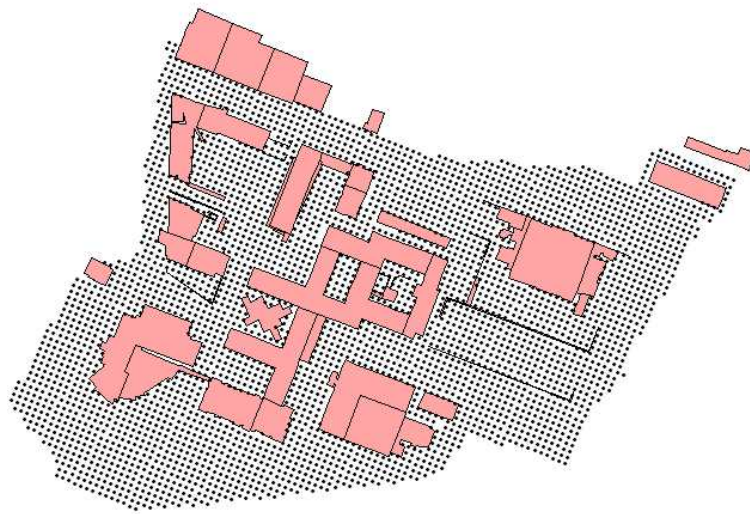


Figure 10 – Buildings and Observer points in the Gualtar Campus

Due to the large number of observer points (i.e., 3502) and considering the aim of testing the main facet of version 2, just the SVF table option of the output field was checked in this application. In this way, the routine skips the graphical outputs, which usually represents a significant time-consumption in this method. Nonetheless, for a computer with a 2GHz processing unit the calculation time required for an input of 3205 observer points and 51 building polygons was roughly three days.

Based on the table that resulted from this application, Figure 11 presents the SVF values obtained and plotted in a map. As the results are expressed in percentage values, a continuous scale of colors was applied at every 10% increment. The colors vary from red to green with red indicating a SVF of 0%, while green indicates a SVF of 100%.



Figure 11 – SVF values for all observer point in the Gualtar Campus

An analysis of the results shows that the SVF in this University Campus have high values, pointing out that the distances between buildings are in general well planned. Also their number of stocks is low, in a maximum of four floors. In an environmental analysis, this could indicate the high possibility of solar and natural day lighting access, as well as a high radiation heat exchange. The whole situation contributes to the user thermal and lighting comfort in the Campus. Lower values are although also noticeable. They correspond to the influence of the cover of the pedestrian path structure that links buildings (in the oldest part of the Campus).

For a future investigation, an evaluation of the Campus performance that integrates environmental parameters as solar access, day lighting, sound levels, air temperatures, surface temperatures and radiant temperatures could use the SVF as an environmental quality indicator. In other words, besides evaluating an actual situation this tool can help on future decisions and in predicting the impact of new buildings on sky view factors, before any actual site intervention on the Campus.

Here it is important to highlight that the SVF values plotted in a map help the visualization and create a proper database for integrating other environmental factors. All new information get by the use of this extension is generated in GIS software. Then, a continuing surface of SVF values based on the resulting table is an easy task to handle. This is what has been done and presented in Figure 12.

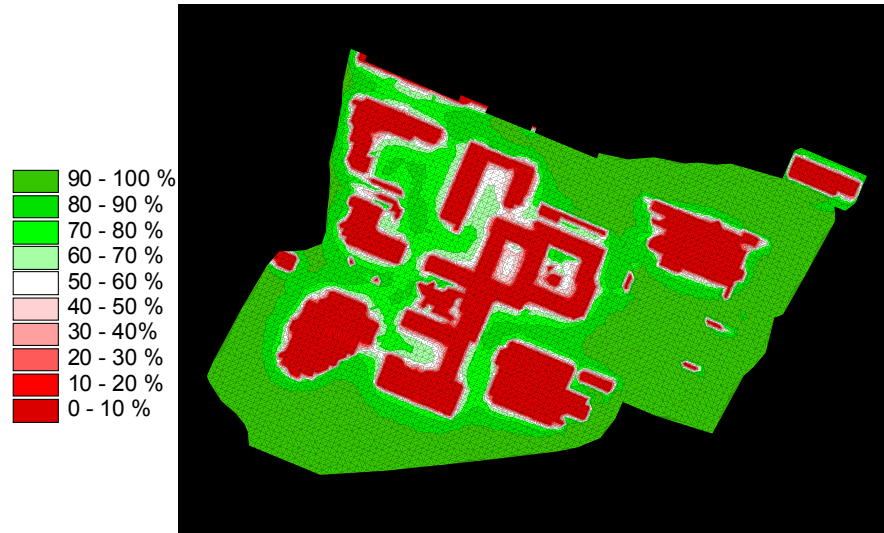


Figure 12 – Continuous SVF surface of the Gualtar Campus

On the other hand, also important is the fact not mentioned before that the extension presents a limitation. Considering the inherent performance of the ArcView 3.2, the developed routine does not allow a good calculation and representation of trees or any urban element that should be represented by polygon with bottom section plans narrower than the top plans. These kinds of polygons (or buildings) are right now considered as elements with homogeneous section plans, which are simulated by their largest section. Consequently, for places with this kind of feature SVF values lower than the real ones are determined by running 3DSkyView2. On the contrary, when polygons have larger sections on their lower parts than on their upper parts, this is not verified. As a consequence, for this application on the University Campus the presence of trees was ignored.

5. CONCLUSIONS

The 3DSkyView2 integrated to other tools is a powerful software for a decision making process focusing on environmental aspects.

Both versions of 3DSkyView emphasize the potential of GIS as an important supporting tool in urban thermal analysis. Specifically for this new extension, the automatic determination of sky view factors for several observers simultaneously is its main point. Before, with the first version, it was only possible to do that by running the extension as many times as the number of observers considered. Now, the data are presented in a unique table that associates the results for each observer.

For the application here conducted on an University Campus, the tool demonstrated its ability and potentiality as a decision support tool. Adopting a dense net with an increment of 5 meters it was possible to extrapolate an analysis from an individual point of view to a general analysis of the whole Campus.

Future efforts are being directed to new outputs, such as solar diagrams or integrating ground level contour lines as part of the scenarios. The latter could reduce the time demanded to prepare the input data.

Furthermore, the software *ArcView GIS 3.2* itself has offered some limitations during the development of the extension and, moreover, there is already another version for this software. This new family, now *ArcView 8.x* and *9.x*, does not applies any more the *Avenue* programming language. That implies that a translation to the actual code of Visual-Basic for Applications should be studied in the near future in order to make the extensions also available to the more recent versions of *Arcview*.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to demonstrate their gratitude to the Brazilian agencies CAPES (Post-Graduate Federal Agency), FAPESP (Foundation for the Promotion of Science of the State of São Paulo), CNPq (Brazilian National Council for Scientific and Technological Development), and FUNDUNESP (Foundation for the Development of the State University of São Paulo), and to the Portuguese agency GRICES (Directorate General in the Ministry of Science and Higher Education) for their cooperation in different phases of this research.

REFERENCES

- Barring, L., J.O. Mattsson, and S. Lindqvist, 1985, "Canyon geometry, street temperatures and urban heat island in Malmö, Sweden", *Journal of Climatology*, (5), p. 433-444.
- Chapman, L., J.E. Thornes, and A.V. Bradley, 2001, "Rapid determination of canyon geometry parameters for use in surface radiation budgets", *Theoretical and Applied Climatology*, 69, p. 81-89. Available in: www.cert.bham.ac.uk/research/urgent/canyongeometry.pdf.
- Chapman, Lee, 2000, "Improved one dimensional energy balance modeling utilizing sky-view factors determined from digital imagery", in: *Proceedings of the 10th SIRWEC Conference*, Davos, Switzerland. Available in: www.sirwec.org/conferences/davos2000.html.
- Johnson, G.T. and I.D. Watson, 1984, "The determination of view-factors in urban canyons", *Journal of Climate and Applied Meteorology*, (23), p.329-335.
- Oke, T.R., 1981, "Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations", *Journal of Climatology*, 1(1-4), p.237-254.
- Oke, T.R., 1988, "Street design and urban canopy layer climate", *Energy and Buildings*, 11(1-3), p.103-113.
- Ratti, C.F. and P. Richens, 1999, "Urban texture analysis with image processing techniques", in: *Proceedings of the CAAD Futures 99, Atlanta, USA*, Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Souza, L.C.L., 1996, *The influence of urban geometry on air temperatures at the pedestrian level*. PhD Dissertation. University of São Paulo, São Carlos. 125 p (in Portuguese).
- Souza, L.C.L., D. S. Rodrigues, and J.F.G. Mendes, 2003, "A 3D-GIS extension for sky view factors assessment in urban environment", in: *Proceedings of the 8th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management – CUPUM 2003, Sendai, Japan*, p. 27-29.
- Steyn, D.G., 1980, "The calculation of view factors from fisheye-lens photographs", *Atmosphere-Ocean*, 18(3), p.254-258.

INCORPORATING SUNPATHS FOR SOLAR ANALYSIS IN THE 3DSKYVIEW EXTENSION

Léa Cristina Lucas de SOUZA
Professor
Faculty of Architecture, Arts and Communication
São Paulo State University
Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube s/n
Bauru – SP 17.033-360
Brazil
Tel/Fax: +55 14 3103 6059
E-mail: leacrist@faac.unesp.br

Daniel Souto RODRIGUES
Lecturer
School of Engineering
University of Minho
Campus de Gualtar
Braga – 4710-057
Portugal
Tel: +351 253 604720
Fax: +351 253 604721
E-mail: dsr@civil.uminho.pt

Francesco Torrisi LEME
Undergraduate student
Faculty of Architecture, Arts and Communication
São Paulo State University
E-mail: francescotorrisileme@yahoo.com.br

Flavia Sartorato PEDROTTI
Undergraduate student
Faculty of Architecture, Arts and Communication
São Paulo State University
E-mail: flapedrotti@ig.com.br

Abstract: The 3DSkyView extension was recently created to estimate sky view factors (SVF) of urban canyons. In a second version it was made possible the calculation of simultaneous SVF for many viewpoints. Now in the third version the user is able to visualize sunpath diagrams along with the representation of the sky view factor. By applying the extension, a case study was carried out allowing the identification of thermal tendencies within a neighborhood.

Keywords: sky view factors, urban temperature, urban geometry, energy consumption

1 INTRODUCTION

In order to show the potentiality of GIS in helping not only environment specialists, but also urban architects in deciding shapes and configurations for healthier cities, a tool named 3DSkyView was developed in 2003 as an extension of *ArcView GIS 3.2* (a product of ESRI - Environmental Systems Research Institute), to promote the calculation and visualization of sky view factors (SVF).

The first version of that extension (Souza et al., 2003) showed a very good performance, allowing the automatic delineation and determination of SVF. That was, although, limited to a single observer point. The simulation of SVF for several view points in urban canyons was only possible by applying the extension as many times as the number of observers considered. Enhancing the performance of that tool, a second release (Rodrigues et al., 2004) allowed simultaneous determination of SVF for many view points. A third version allows now the visualization of sunpaths diagrams along with the representation of sky view factors. That makes possible a solar analysis of urban canyons for any latitude, at any time of the day and period of the year. In addition, the 3DSkyView new interface is more flexible, in a way that the user may choose the kind of output (graphical or tabular) desired.

Applying the 3DSkyView as an urban environmental tool, a case study was carried out. Twenty urban canyons in a residential area of a Brazilian medium sized city were studied. Air and surfaces temperatures were registered, and data showing the electrical energy consumption patterns of the area were collected. The data were stored and handled in GIS. In the sequence, the 3DSkyView extension release 3 was plugged in and the sky view factors and sunpaths diagrams were calculated for each canyon. A continuous SVF map for the neighborhood of those canyons was created and the thermal data cross-examined in the GIS environment. This methodology allowed the identification of thermal tendencies within the neighborhood, what can be useful in the conception of guidelines for urban planning purposes.

In this paper the new features of the extension, the methodology and the results of the case study are presented.

2 AN OVERVIEW OF 3DSKYVIEW VERSIONS

In this overview, the principles of the original version are pointed out to briefly identify the context inherent to 3DSkyView extension, and then, the new features of the other releases are shown.

2.1 About the 3DSkyView original extension

Summarizing the description of the 3DSkyView already presented in CUPUM 2003, one might say that the extension is a simplified method developed by Souza et al. (2003) aiming the calculation and representation of sky view factors (SVF). The SVF represents an estimation of the visible area of the sky from an Earth viewpoint, being defined as the ratio between the total amount of radiation received from a plane surface and that received from the whole radiant environment. It is thus a dimensionless parameterization of the quantity of visible sky at a location. In this way

the sky area results from the limits of urban canyons generated by the tri-dimensional characteristics of urban elements and their mutual relationships.

For the determination of the amount of visible sky from a view point on Earth, 3DSkyView identifies the angular dimensions – horizontal and vertical angles - between the observer and the urban element obstructions caused to the sky vault. These angles allow the urban canyon to be projected in a bi-dimensional plane, as seen in Figure 1. Then the sky vault can be homogeneously divided and its parts projected stereographically onto the equatorial plane, creating a stereonet. By overlaying this stereonet on the equatorial plane projection of the obstructions, their parts (i.e., sky and obstruction areas) can be compared to the total area of the whole sky, determining their ratio (i.e., the SVF).

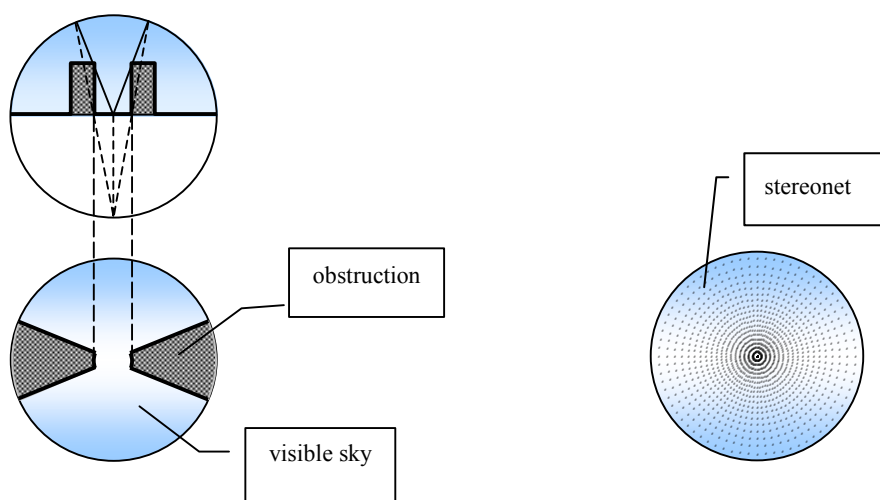


Figure 1 – Stereographic projection of an urban canyon and the stereonet

In practical terms, the aim of the 3DSkyView is to identify a new coordinate system for the tri-dimensional urban elements, so they could be represented in a stereographic projection on a bi-dimensional plane, in this way allowing the calculation of the SVF parameter.

2.2 The new features

In the latest releases the principles of that original version in determining SVF and those presented in the previous sub-section are exactly the same. However, the ability of applying the algorithm in a simultaneous and automatic way for multi-observer points is unique. This is the main feature of version 2 (Rodrigues et al) and also integrated to release 3, while the simulation time has also been taken care of. Release 3 is, although, even more useful for environmental analysis, because it allows the representation of sunpaths diagrams, together with the representation of the sky view factors.

The new users' interface presented in Figure 2 has six input data groups so that the process can be started. They are the process information, skynet data, information about the observer points, polygons information, radius of the circle projection, and the desired outputs.

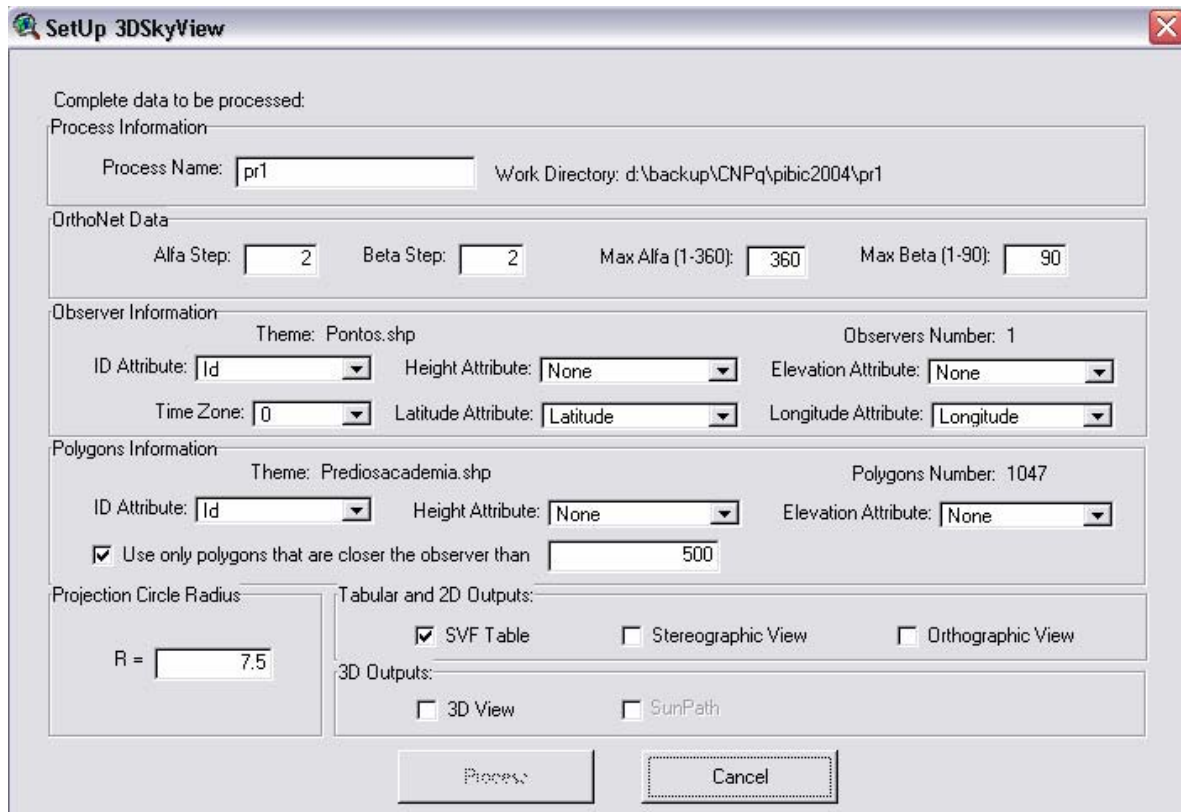


Figure 2 – User Interface of 3DSkyView version 2

The process information refers to the name the user designates the process. The directory, where the resulting data (tables, shapefiles) will be stored, appears automatically next to that field.

For the generation of the skynet (the orthonet) created in this calculation, the user must supply the information about the increment of alpha and beta angles – horizontal and vertical angles respectively - in relation to the observers position and the obstruction to the sky. The values of this increment have influence on the 3D model resolution. The lower the increment, the better the resolution shapes.

As the user should select both, the theme (layer) containing the observer points and the buildings (polygons) theme before running the routine, the software identifies the number of observers and the name of those themes. The observer information group requires the user identification of input data fields in the table of contents of the observers theme. Therefore, the fields on the input data table must include a unique identifier for each observer point. Also the height of the buildings and their elevations (contour line levels) are fields that ought to be available on that table of contents. The identifier will be then associated to the resulting data. For the generation of sunpaths diagrams this group also requires information about latitude and longitude, that should be available in the table of contents. The time zoning, although, will be an input data directly informed on the specific field of the interface.

For the polygons information group, those requirements are the same, except for the identifier field and the geographical inputs (time zoning, latitude and longitude), which is useless here.

The projection circle radius group allows the user to choose a radius for the graphical representation of the SVF in stereographic and orthographic projections.

At last, the outputs group highlights the flexibility of this new version in allowing the user to make choices of outputs. That means that the user can optimize the time of simulation getting only the outputs of interest.

These input data, followed by the click on the *Process* button, starts the process without any further user intervention.

The user's *outputs* selection is one of the advantages of version 2 and 3. It makes possible, for example, to use the extension only to get tabular results, without the graphical outputs. If the user selects only the *SVF Table* option, that will create a table of results. By means of the identifier number, its structure adds to each observer point the values of the sky area, the obstructed area (*CanyonArea*), and the relative area of visible sky (*SVF*).

It is then important to highlight that the simulation time is dependent on the number of observers in the input data. This happens because the final values are stored point by point in the table. This facet assures the availability of partial results, even if there is any sudden interruption on the process.

In comparison to the first 3DSkyView version, except for the sunpaths, the other results are basically the same. In release 3, the sunpaths for the whole year are overlaid with the sky view factor representation for any latitude and longitude. In Figure 3 an example of the resulting simulation can be seen. Note that in it the sun position is plotted for each hour of a day, on specific days of the year, which represents several seasons of the year. In this way it is possible to identify the solar access of any urban canyon. Where obstructions block the sun representation means that there is no sun penetration at that time of the day, while at times with sun positions are plotted inside the area of visible sky, the sun is available for that observer point.

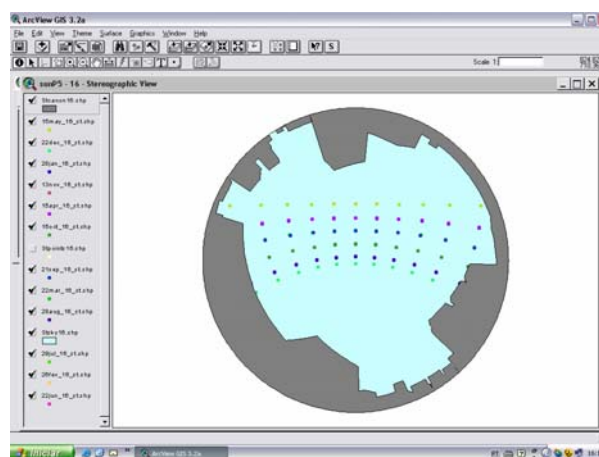


Figure 3 – Example of sunpaths in stereographic projection.

In other words, 3DSkyView allows the determination of urban geometry by calculating and representing sky view factors simultaneously viewed from multi-observer points, now also overlaying the sunpaths diagrams. Thus, as the outputs

are already stored in a GIS software, these data can be handled and plotted to create new databases and maps.

3 AN APPLICATION IN ACTUAL URBAN CANYONS

One way of demonstrating the 3DSkyView usefulness for environmental analysis is the application here conducted. In this research the features of the software ArcView GIS were explored so that urban geometry, electrical energy consumption and thermal parameters could be cross-examined, expressing their tendencies on the specific area studied. Twenty urban canyons of a residential neighbourhood settled in the city of Bauru - a medium sized Brazilian city - were studied. These canyons had their electrical energy consumption, diurnal air temperature and surface temperature data collected, while their sky view factors were determined by the 3DSkyView extension. All the parameters of urban geometry, electrical consumption and temperatures were stored on the GIS, and handled to generate maps, allowing the visualization and analysis of their spatial distribution.

3.1 The study area

The very first step taken here was to create an urban zoning map in order to identify the residential areas in the city of Bauru. This map will not be presented here due to the large number of classes (21), what makes visualization very difficult for maps in a small size.

Afterwards, the general residential areas were identified, from which one was selected to represent the study area. Each kind of residential area in Bauru was highlighted, allowing the determination of two main classes of land use - residential and non-residential areas. A map containing this classification is presented in Figure 4. A specific residential area was then selected taking into account the possibility of having a large range of sky view factors values in the same neighborhood. This was done by visual analyses of the heights of the buildings, aiming at a neighborhood sample that offers the largest range of heights for the Bauru standards. Figure 4 indicates the selected area.

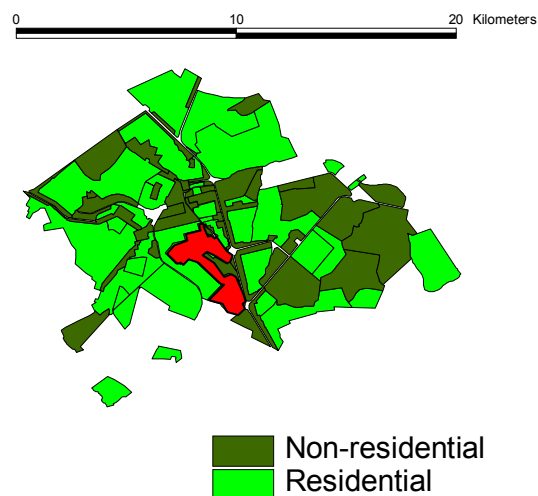


Figure 4 – Residential areas in Bauru and neighborhood selected as the study area

In that neighborhood, twenty points of measurements were considered important to represent the variability of building heights and sky view factors of canyons. Figure 5 contains the aerial photography that points out with letters the twenty urban canyons selected. The canyons are oriented either along the NE-SO axes outlining 60° in relation to the North, or along the SE-NO axes outlining 150° in relation to the North.



Figure 5 – Aerial photography with the selected points

Applying the 3D Analyst extension in ArcView GIS Figure 7 could be created expressing the pattern of building height in that neighborhood.

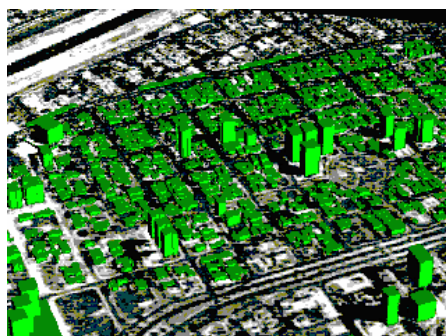


Figure 6 – A 3D View of the study area

3.2 Results and discussion

The 3DSkyView extension was simultaneously applied to the twenty urban canyons selected. The extension generated the values of the SVF and its representation with the sunpaths diagrams. They were put together in Table 1.

Creating a net for the whole neighbourhood the SVF values were also determined, so that a continuous SVF map could be developed, allowing an overview of the area – Figure 7.

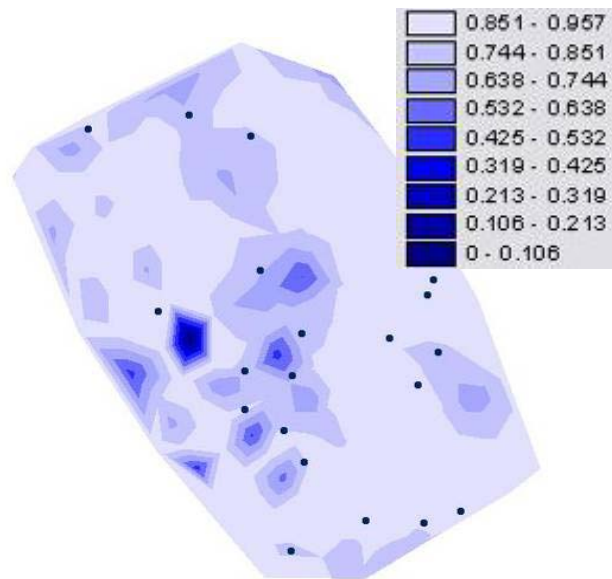
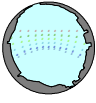
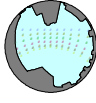
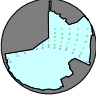
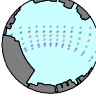

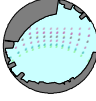
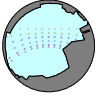
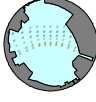

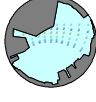



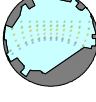
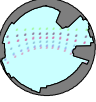
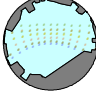

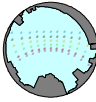
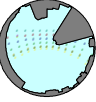
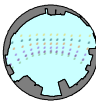
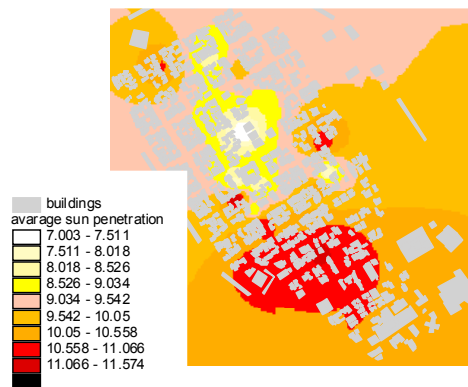


Figure 7 – Continuous SVF map of the study area

Also the sunpaths diagrams created by the same extension made possible the identification of the solar penetration in the neighbourhood. The data were handled to come up with a continuous map of the average sun incidence hours in a year (Figure 8).

Table 1 – The resulting data of 3DSkyView

Urban Canyon	Representation of SVF and sunpath	SVF Value	Urban Canyon	Representation of SVF and sunpath	SVF Value
CANYON A		0.91	CANYON K		0.85
CANYON B		0.71	CANYON L		0.88
CANYON C		0.81	CANYON M		0.87
CANYON D		0.82	CANYON N		0.83
CANYON E		0.70	CANYON O		0.76
CANYON F		0.77	CANYON P		0.85
CANYON G		0.75	CANYON Q		0.82
CANYON H		0.87	CANYON R		0.87
CANYON I		0.69	CANYON S		0.95
CANYON J		0.83	CANYON T		0.91



Using the GIS to cross-examining the thermal data collected with the data generated by 3DSkyView, developing maps and performing statistical analysis, many environmental issues could be discussed.

First of all, the spatial distribution of the average temperature collected in the urban canyons studied was examined, as shown in Figure 9. One can realize that there is a tendency in the diurnal average temperature, where the larger is the sky view factor, the higher its range, indicating how important the solar access is in relation to the degree of temperature reached during the day in an urban canyon.

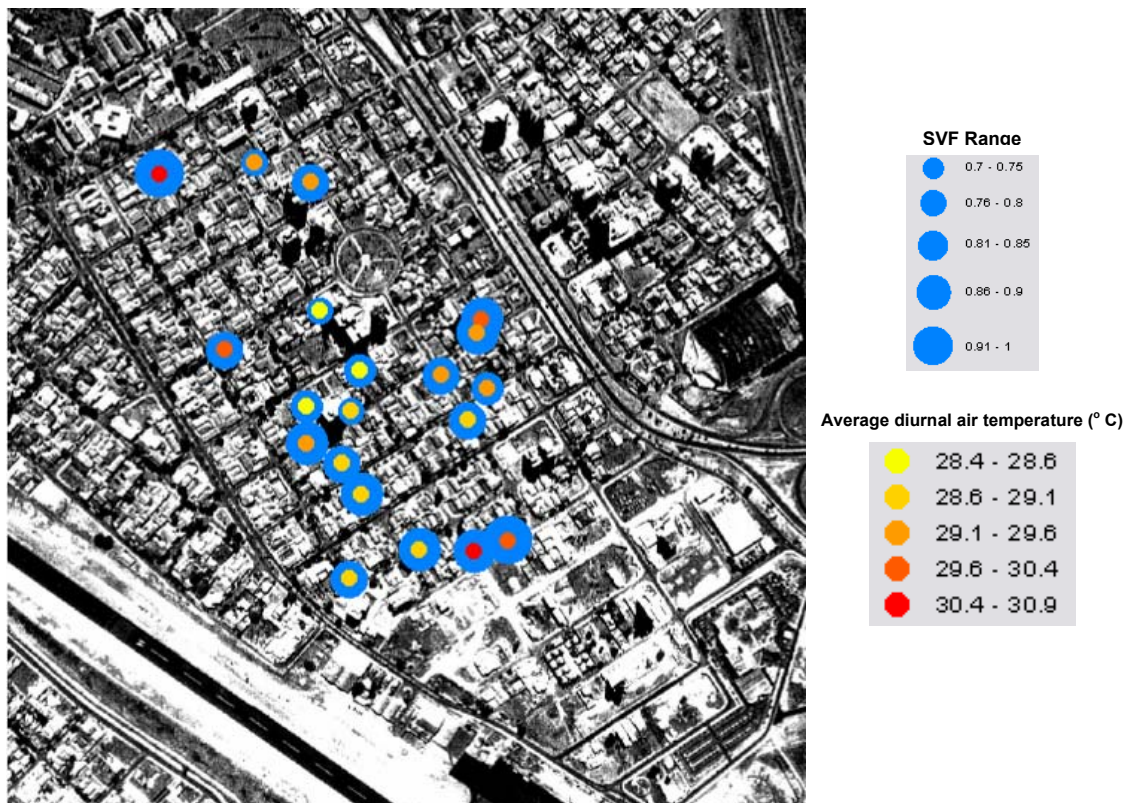


Fig. 9 – Diurnal average temperature X SVF

The same kind of analysis was performed to the average surface temperature inside the urban canyons. Table 2 shows numerically the same tendency found in the first case.

Table 2: Surface temperature by SVF ranges

SVF ranges	Surface Temperature
0.70 a 0.75	29.8
0.76 a 0.80	29.2
0.81 a 0.85	30.2
0.86 a 0.90	30.5
More than 0.91	32.0

Also the averages of minimum air and surface temperatures were analyzed. Table 3 reveals their tendencies. Here the behavior of the urban heat island can be verified by analyzing the averages of minimum air temperature. During the day, the larger the sky view factor, the higher the mean air temperature inside urban canyons. For minimum temperatures, occurring at early mornings, there is also a tendency that the larger the sky view factor, the higher its degree. Although this requires more data to be confirmed, this might reinforce that there is some heat storage due to the buildings blockage of the sky visibility.

Table 3 – Average minimum air and surface temperatures in °C

SVF Range	Minimum air	Minimum surface temperature
0.70 a 0.75	25.4	22.5
0.75 a 0.80	24.7	21.9
0.80 a 0.85	24.6	21.8
0.85 a 0.90	24.9	22.2
More than 0.90	25.6	22.0

For the averages of maximum air and surface temperatures, the relationships of sky view factors and temperature levels were also studied. Here, again, the larger the SVF, the higher the degree of maximum air temperature inside the urban canyon. The map for spatial representation of these data is shown in Figures 10 and 11.



Figure 10 – Maximum air temperature x SVF

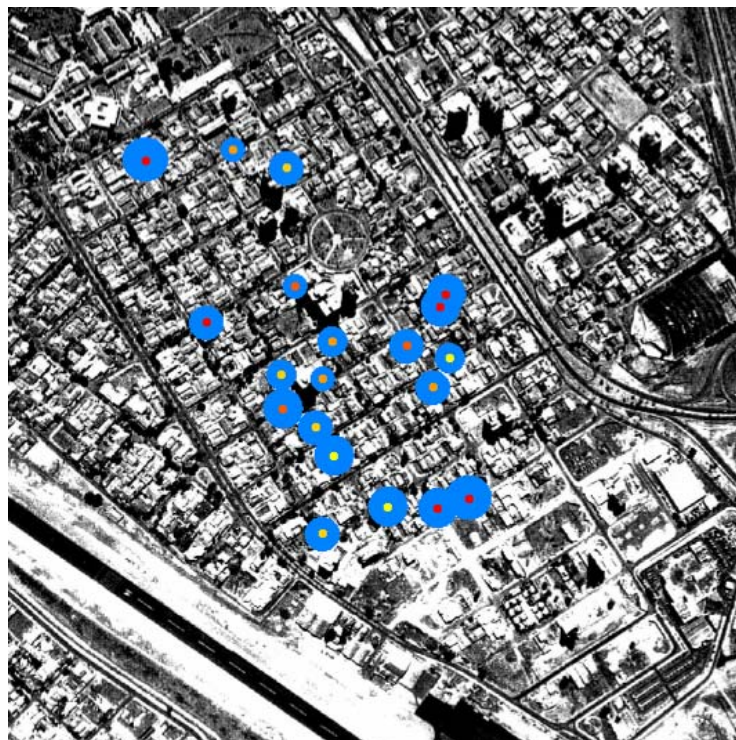


Figure 11 – Maximum surface temperature x SVF

The average thermal amplitude of the air and of the surface was also considered. Table 4 presents those values. There is a 1.4 °C difference on the temperature of the first range and that one of the last range. The lower the SVF value, the higher the thermal inertia of the urban canyon, also demonstrating the heat storage of the buildings.

Table 4 – Thermal Amplitude in Celsius degrees in relation to the SVF Ranges

SVF ranges	Air Amplitude	Surface Amplitude
0.70 a 0.75	13.37	14.9
0.75 a 0.80	14.33	15.0
0.80 a 0.85	13.78	14.8
0.85 a 0.90	14.63	15.3
0.90 a 1.00	14.13	16.3

The analysis also considered the ranges of energy consumption of the urban canyons in relation to the thermal characteristics of the air and the surface. This is what Figures 12 and 13 represent.

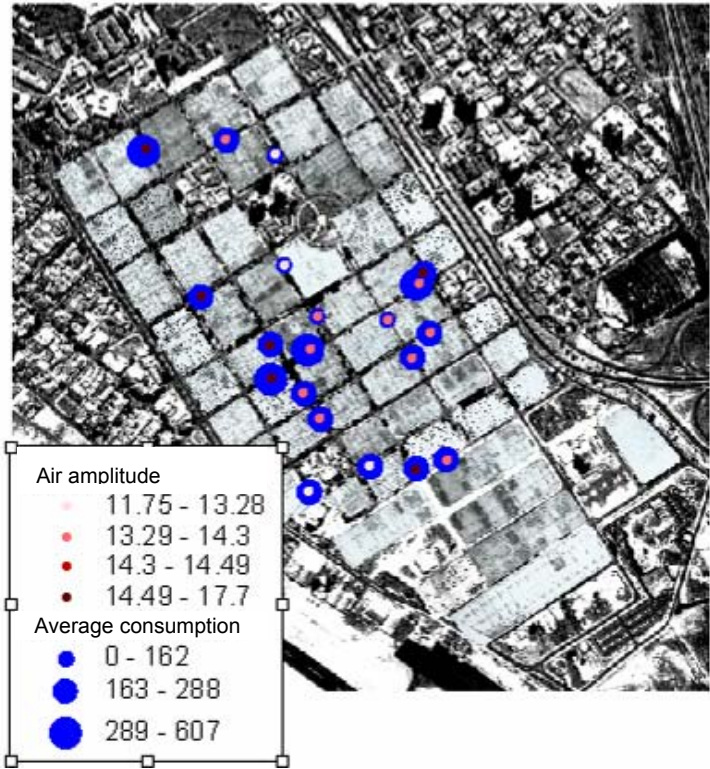


Figure 12 – Air amplitude X energy consumption

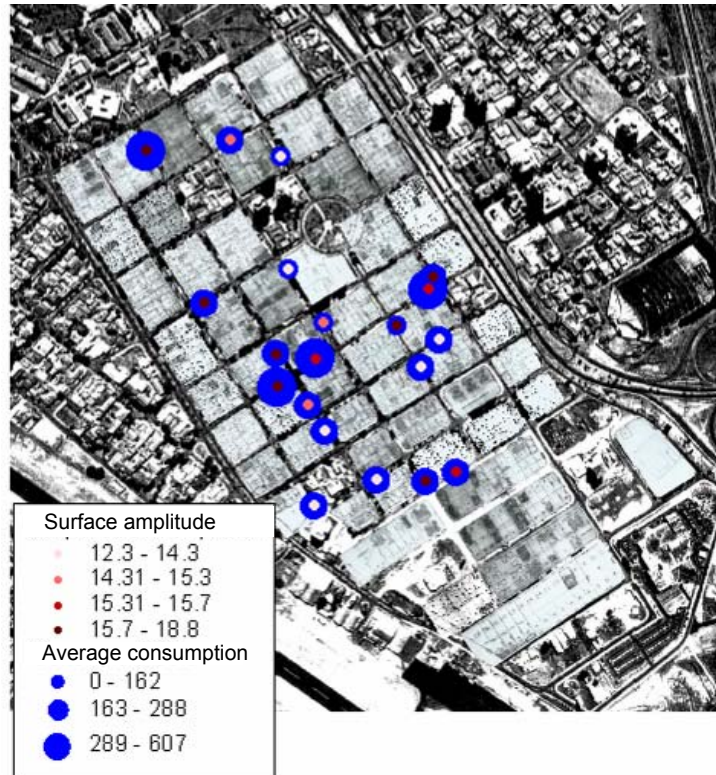


Figure 13 – Surface amplitude x energy consumption

The larger energy consumption range corresponds to the highest thermal amplitudes, meaning that thermal instability also represents the highest consumer buildings. For the air temperature and the surface temperature this result was the same.

4 CONCLUSIONS

The 3DskyView extension emphasizes the potential of GIS as an important supporting tool in urban thermal analysis. The feature of automatically determining sky view factors for several observers simultaneously helps on optimizing simulation time and generating important data for urban planners. Before, with the first version, it was only possible to do that by running the extension as many times as the number of observers considered. Furthermore, the sunpaths diagrams overlaying the stereographic projection of an urban canyon allow the determination of solar access at any time of the year.

The new features together enhanced the ability of the extension and, by means of the application here conducted, it was demonstrated the advantages it can offer to decision makers in cross-examining data.

It is although proper to highlight that a translation to the actual code of Visual-Basic for Applications should be studied in the near future in order to make the extensions also available to the more recent versions of Arcview.

ACKNOWLEDGEMENTS

The development of this research is being made possible by the support of some research agencies in Brazil and in Portugal. The authors would like to namely thank CAPES, FAPESP, CNPq and FUNDUNESP in Brazil and GRICES in Portugal. We also thank here the energy company CPFL, which made the energy consumption of the area available.

REFERENCES

Rodrigues, Daniel Souto; Souza, Lea Cristina Lucas de; Mendes, José Fernando Gomes. (2004) Enhancing 3DSkyView Extension Performance. In: LEUEWEN, Jos P Van; TIMMERMANS, Harry J P.(Org.). **Recent Advances in Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning**. Dordrecht, p. 325-340.

Souza, L.C.L.; Rodrigues, D. S; Mendes, J.F.G., 2003:. A 3D-GIS extension for sky view factors assessment in urban environment. **Proceedings of the 8th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management**, Sendai, 27-29, May 2003: Japan.