



UNIVERSIDADE DO MINHO
ESCOLA DE ENGENHARIA

A large, light-colored map of the Northwest region of Portugal, showing the coastline and internal regional boundaries. The map is centered on the text of the title.

LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL

Um Modelo Espacial Para o Noroeste De Portugal

RUI ANTÓNIO RODRIGUES RAMOS
Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Civil

B r a g a , 2 0 0 0



UNIVERSIDADE DO MINHO
ESCOLA DE ENGENHARIA



LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL

Um Modelo Espacial Para o Noroeste De Portugal

RUI ANTÓNIO RODRIGUES RAMOS
Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Civil

Orientador Científico
PROFESSOR JOSÉ FERNANDO GOMES MENDES

Braga, 2000

AGRADECIMENTOS

No momento da apresentação deste trabalho gostaria de expressar o meu profundo reconhecimento às pessoas e instituições que comigo colaboraram e cuja contribuição foi determinante.

Em primeiro lugar, desejo manifestar o meu reconhecimento ao Professor José Mendes, supervisor científico deste trabalho, pelas orientações, críticas e sugestões, pela disponibilidade permanente e pelos vastos conhecimentos que me transmitiu que muito contribuíram para a minha formação. Dele recebi permanente dedicação e contribuições profícuas que levaram à concretização desta dissertação.

À Universidade do Minho, na pessoa do seu Reitor, e ao Departamento de Engenharia Civil, na pessoa do seu Director, agradeço a dispensa de serviço docente e o apoio material. Em particular, agradeço as boas condições de trabalho encontradas no Laboratório de Sistemas de Informação Geográfica do Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho.

Ao Ministério da Educação pela concessão da bolsa PRODEP que me permitiu, mais facilmente, a dispensa de serviço docente bem como alguns recursos financeiros.

Ao Instituto Geográfico do Exército pela cedência gratuita de informação digital do concelho de Valença.

À Câmara Municipal de Valença pela cedência de informação relativa a dados físicos e sócio-económicos do concelho.

A todos os empresários, constituintes do Painel de Empresários interveniente na definição do modelo, pela disponibilidade e contribuição prestadas, o que permitiu a realização deste trabalho.

A todos os colegas do Grupo Disciplinar de Planeamento e Arquitectura, do DEC-UM, em particular à Doutora Júlia Lourenço, pelo apoio concedido durante o decurso dos trabalhos.

Aos restantes colegas e funcionários do Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho pelo apoio e pelo bom ambiente de trabalho proporcionado. Em especial, aos colegas Sampaio Duarte e José Luís Pinho pelo incentivo sempre oportuno, bem como à Paula Nunes pela colaboração prestada ao longo destes anos em diversos trabalhos de dactilografia e secretariado.

Muito especialmente à Paula, pela carinho com que me apoiou e encorajou, desde o início, e pela enorme compreensão demonstrada durante o desenvolvimento deste trabalho.

Por último, um muito especial obrigado aos meus Pais por todas as ajudas e encorajamentos.

RESUMO

A investigação sobre localização industrial tem demonstrado que para diferentes situações - consubstanciadas por diferentes características físicas, políticas e socio-económicas das regiões, na qualidade, quantidade e tempo - se verificam diferentes tipos de critérios de decisão, quer se trate da consideração de factores diversos ou da atribuição de diferentes pesos aos mesmos factores.

É hoje dado como certo que os factores de localização tradicionais, tal como a proximidade de matérias-primas, viram a sua importância reduzida. Ao invés, o incremento da mobilidade resultante dos extraordinários desenvolvimentos nas tecnologias das comunicações e dos transportes, por um lado, e a emergência de novos métodos de organização da produção, por outro lado, conferiu maior peso a determinados factores e introduziu mesmo novos aspectos a considerar no processo de localização.

O objectivo geral desta dissertação é o desenvolvimento dum modelo de localização industrial que integre, por um lado, o ponto de vista dos empresários industriais e, por outro lado, o ponto de vista do ordenamento do território.

Os objectivos específicos da dissertação são: (i) especificar o modelo para a realidade do Noroeste de Portugal; (ii) integrar no modelo a análise de risco na avaliação multicritério; (iii) integrar no modelo a componente espacial, no sentido de avaliar de forma contínua o território; (iv) aplicar o modelo ao município de Valença como caso de estudo, cruzando os resultados com as opções tomadas no respectivo Plano Director Municipal.

Palavras Chave: Localização Industrial, Planeamento do Uso do Solo, Avaliação Multicritério, Sistemas de Informação Geográfica.

ABSTRACT

Research on industrial location has shown that for different situations - described by different policies, physical and social-economical characteristics, variable in quality, quantity and time - the decision criteria vary, by means of the consideration of different factors or by the assignment of different factor weights.

It is presently accepted that traditional location factors, like the proximity of material sources, have their importance very much reduced. Inversely, the increase of mobility resulting from recent developments in communications and transport technology, on one hand, and the arrival of new organisational methods in productive activities, on the other hand, assigned an extra weight to certain location factors and introduced new aspects to be considered in the location process.

The main goal of this thesis is the development of an industrial location model, which integrates both the entrepreneurs and the physical planning viewpoints.

The specific objectives are: (i) to specify the model for the reality of the Northwest of Portugal; (ii) to integrate in the model the risk analysis on the multicriteria evaluation; (iii) to integrate in the model the spatial component in a way that allows the continuous evaluation of the territory; (iv) to apply the model to the municipality of Valença as a case study, crossing the results of the model with the options taken in the Municipal Master Plan.

Keywords: Industrial Location, Land-use Planning, Multicriteria Evaluation, Geographical Information Systems.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	VII
ABSTRACT	IX
ÍNDICE.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIX
ÍNDICE DE QUADROS.....	XXV
CAPÍTULO 1	
INTRODUÇÃO	1
1.1 PLANEAMENTO DO USO DO SOLO.....	1
1.2 TIPOLOGIA DAS DECISÕES DE LOCALIZAÇÃO	8
1.3 A LOCALIZAÇÃO DE ÁREAS INDUSTRIAIS EM PORTUGAL	10
1.4 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA, OBJECTIVOS E INSTRUMENTOS	13
1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	14
CAPÍTULO 2	
LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL:	
UMA SÍNTESE DOS MODELOS E FACTORES	17
2.1 INTRODUÇÃO	17
2.2 Os PIONEIROS DA TEORIA DA LOCALIZAÇÃO.....	18
2.2.1 O precursor: Richard Cantillon.....	19

2.2.2 Os fundamentos da teoria da localização agrícola: Von Thünen.....	19
2.2.2.1 O esquema teórico dos círculos concêntricos	20
2.2.2.2 Distorção do espaço real	21
2.2.2.3 Prolongamento da análise	21
2.2.3 Os fundamentos da teoria da localização industrial: Alfred Weber	21
2.2.3.1 Os factores de localização das indústrias	22
2.2.3.2 Evolução das estruturas locais e regionais.....	23
2.2.4 Das teorias da localização a uma teoria espacial geral	23
2.2.4.1 Andreas Predöhl e o princípio da substituição de factores.....	23
2.2.4.2 Hans Weigmann e a concorrência imperfeita.....	25
2.2.4.3 Tord Palander e o método das isolinhas	26
2.2.4.4 Walter Christaller e a análise dos sistemas urbanos	29
2.2.4.5 A análise geral das áreas de mercado: August Lösch	32
2.2.4.5.1 A teoria da localização	32
2.2.4.5.2 A teoria das áreas de mercado	35
2.3 AS ORIENTAÇÕES RECENTES DA TEORIA DA LOCALIZAÇÃO.....	38
2.3.1 A via clássica: localização e incerteza	38
2.3.2 A localização da grande empresa.....	40
2.3.3 A divisão espacial do trabalho.....	42
2.4 A OBSERVAÇÃO DO COMPORTAMENTO ESPACIAL DAS EMPRESAS	45
2.4.1 Os inquéritos	45
2.4.1.1 Problemas de interpretação	45
2.4.1.2 Alguns ensinamentos.....	46
2.4.2 A análise econométrica das localizações	51
2.4.3 O processo de decisão.....	51
2.5 OS FACTORES DE LOCALIZAÇÃO	54
2.5.1 Os custos do transporte e a proximidade das matérias primas	54
2.5.2 O trabalho	55
2.5.3 A proximidade dos mercados.....	56
2.5.4 A existência de um meio industrial	57
2.5.5 A organização dos contactos internos da empresa.....	59
2.5.6 Os terrenos e os edifícios.....	59
2.5.7 As infraestruturas	60
2.5.8 O mercado financeiro e serviços às empresas	60
2.5.9 Os factores pessoais.....	61
2.5.9.1 A história individual de cada empresa e de cada unidade fabril.....	61
2.5.9.2 As “amenidades” locais	61
2.5.10 As condições fiscais locais	61

2.5.11 A atitude da população relativamente à empresa	62
2.5.12 As ajudas públicas	62

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO	64
3.1 INTRODUÇÃO	64
3.2 AVALIAÇÃO DE PESOS PARA OS CRITÉRIOS.....	66
3.2.1 Métodos baseados no ordenamento de critérios	66
3.2.2 Métodos baseados em escalas de pontos	67
3.2.3 Métodos baseados na distribuição de pontos.....	68
3.2.4 Método baseado na comparação de critérios par-a-par.....	68
3.3 NORMALIZAÇÃO DE CRITÉRIOS.....	72
3.4 COMBINAÇÃO DE CRITÉRIOS.....	76
3.4.1 Combinação Linear Pesada - WLC.....	76
3.4.2 Média Pesada Ordenada - OWA.....	77

CAPÍTULO 4

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA	82
4.1 DEFINIÇÃO DE SIG	82
4.2 APLICAÇÕES TÍPICAS DOS SIG	83
4.3 COMPONENTES DUM SIG	85
4.4 ESTRUTURAS DE DADOS ESPACIAIS	86
4.4.1 Estruturas para a gestão de atributos.....	87
4.4.1.1 Modelo relacional	87
4.4.1.1.1 Modelação de dados por tabelas	88
4.4.1.1.2 Operações sobre tabelas	88
4.4.2 O modelo vectorial	89
4.4.2.1 Modelação da realidade por pontos, linhas e polígonos.....	89
4.4.2.2 Estrutura não topológica: "spaghetti".....	90
4.4.2.3 Estruturas topológicas	92
4.4.2.3.1 Estrutura arco-nó.....	93
4.4.2.3.2 Rede irregular de triângulos.....	94
4.4.2.4 Integração entre entidades vectoriais e atributos	95
4.4.3 O modelo <i>raster</i>	95
4.4.3.1 Modelação da realidade por células regulares.....	95
4.4.3.2 Estruturas <i>raster</i> simples	99
4.4.3.3 Estruturas <i>raster</i> hierárquicas	100

4.5 FUNÇÕES DE ANÁLISE ESPACIAL SOBRE DADOS <i>RASTER</i>	102
4.5.1 Histogramas de frequência duma imagem <i>raster</i>	102
4.5.2 Alteração da resolução das imagens e funções de agregação	103
4.5.3 Operações locais.....	105
4.5.3.1 Reclassificação de imagens	105
4.5.3.2 Sobreposição de imagens	107
4.5.4 Operadores de vizinhança imediata	108
4.5.4.1 Filtragem de imagens	108
4.5.4.2 Cálculo de declives e orientação de encostas	109
4.5.5 Operadores de vizinhança estendida.....	111
4.5.5.1 Baseados em distâncias euclidianas	111
4.5.5.1.1 Cálculo de imagens de distância	111
4.5.5.1.2 Análise de proximidade.....	112
4.5.5.1.3 Geração de polígonos de Thiessen	112
4.5.5.2 Baseados em distâncias com impedância.....	113
4.5.5.2.1 Cálculo de imagens de distância-custo.....	113
4.5.5.2.2 Análise de proximidade.....	113
4.5.5.2.3 Cálculo de caminhos mínimos	114
4.5.5.3 Análise de intervisibilidade.....	114
CAPÍTULO 5	
O MODELO DE LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL PARA O NOROESTE DE PORTUGAL	116
5.1 INTRODUÇÃO.....	116
5.2 ESTRUTURA DO MODELO	117
5.2.1 Estrutura do processo de decisão	117
5.2.2 Selecção de técnicas associadas à avaliação multicritério	118
5.2.3 Implementação em ambiente SIG.....	119
5.2.4 Síntese.....	120
5.3 O MODELO PARA O NOROESTE DE PORTUGAL.....	121
5.3.1 O ponto de vista dos empresários.....	121
5.3.1.1 Inquérito ao painel de empresários	121
5.3.1.2 Factores associados à actividade industrial	123
5.3.1.2.1 Acessibilidade.....	123
5.3.1.2.2 Mão-de-obra	124
5.3.1.2.3 Inércia industrial	125
5.3.1.2.4 Infraestruturas básicas.....	125
5.3.1.2.5 Equipamentos terciários	126

5.3.1.2.6 Síntese	126
5.3.1.3 Factores associados a opções administrativas e sócio-económicas	126
5.3.1.3.1 Preferências pessoais	127
5.3.1.3.2 Políticas de incentivo à implantação industrial	127
5.3.1.3.3 Proximidade a centros de investigação e ensino superior.....	128
5.3.1.3.4 Proximidade a centros de decisão	128
5.3.1.3.5 Síntese	128
5.3.2 O ponto de vista do ordenamento do território.....	129
5.3.2.1 Factores.....	129
5.3.2.1.1 Uso preferencial do solo.....	129
5.3.2.1.2 Protecção ambiental - visibilidade a partir de áreas urbanas	130
5.3.2.1.3 Condições de implantação das instalações industriais	130
5.3.2.1.4 Síntese.....	132
5.3.2.2 Exclusões	132
5.3.2.2.1 Uso do solo.....	132
5.3.2.2.2 Protecção ambiental	134
5.3.2.2.3 Servidões e restrições de utilidade pública	134
5.4 SÍNTESE DO MODELO DE LOCALIZAÇÃO	134

CAPÍTULO 6

CASO DE ESTUDO:

LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL NO MUNICÍPIO DE VALENÇA.... 138

6.1 INTRODUÇÃO	138
6.2 CRITÉRIOS E PESOS.....	140
6.2.1 Factores	140
6.2.2 Exclusões	142
6.3 FLUXOGRAMAS DE ANÁLISE.....	142
6.3.1 Combinação de factores: 1º nível	143
6.3.2 Combinação de factores: 2º nível	143
6.3.2.1 Factores associados à actividade industrial.....	143
6.3.2.2 Factores associados a opções administrativas e sócio-económicas	144
6.3.2.3 Factores associados ao ordenamento do território.....	144
6.3.3 Combinação de factores: 3º nível	144
6.3.3.1 Factores associados à actividade industrial.....	144
6.3.3.1.1 Acessibilidade	144
6.3.3.1.2 Mão-de-obra.....	145
6.3.3.1.3 Inércia industrial.....	145
6.3.3.1.4 Infraestruturas básicas	145

6.3.3.1.5 Equipamentos terciários	146
6.3.3.2 Factores associados a opções administrativas e sócio-económicas.....	146
6.3.3.2.1 Preferências pessoais	146
6.3.3.2.2 Proximidade a centros de investigação e ensino superior.....	146
6.3.3.2.3 Proximidade a centros de decisão	146
6.3.4 Combinação de exclusões.....	147
6.4. PREPARAÇÃO DE IMAGENS <i>RASTER</i>	147
6.4.1 Imagens referentes a factores.....	147
6.4.1.1 Imagens envolvendo distâncias	147
6.4.1.2 Imagens envolvendo classes	149
6.4.1.3 Imagens envolvendo valores numéricos	151
6.4.1.4 Imagens envolvendo o relevo	153
6.4.2 Imagens referentes a exclusões.....	156
6.5 CENÁRIOS DE AVALIAÇÃO	159
6.5.1 Introdução	159
6.5.2. Combinação de critérios do 3º nível (WLC).....	161
6.5.3 Combinação de critérios do 2º nível (OWA)	168
6.5.4 Combinação de critérios do 1º nível (WLC).....	180
6.6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	186
6.6.1 Combinação de critérios do 3º nível.....	186
6.6.2. Combinação de critérios do 2º nível.....	189
6.6.3 Combinação de critérios do 1º nível.....	191
6.7 EXPLORAÇÃO DO MODELO.....	193
6.7.1 Identificação das áreas de maior aptidão	193
6.7.2 Avaliação da área de uso industrial prevista no PDM.....	199
6.7.3 Avaliação da área de uso industrial existente	201

CAPÍTULO 7

CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	205
---	-----

7.1 INTERESSE E LIMITAÇÕES DO MODELO.....	205
7.2 CONCLUSÕES RELATIVAS AO CASO DE ESTUDO	208
7.3 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	210

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	213
----------------------------------	-----

ANEXO A

INQUÉRITO EFECTUADO AO PAINEL DE EMPRESÁRIOS.....	225
---	-----

A.1 PAINEL DE EMPRESÁRIOS.....	225
A.2 QUESTIONÁRIO.....	226
A.3 QUADROS DE RESULTADOS.....	233
ANEXO B	
DADOS ESTATÍSTICOS DO CONCELHO DE VALENÇA.....	246
ANEXO C	
OPERADORES DO SOFTWARE SIG <i>RASTER</i> IDRISI	250
C.1 SIMBOLOGIA ADOPTADA PARA IDENTIFICAÇÃO DOS FICHEIROS.....	250
C.2 OPERADORES	251
ANEXO D	
IMAGENS REFERENTES A FACTORES/EXCLUSÕES	256
D.1 INTRODUÇÃO	256
D.2 IMAGENS.....	260

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.1 - Processo de classificação e desenho do uso do solo.....	4
Fig. 1.2 - Tipologia das decisões	9
Fig. 1.3 - Municípios por percentagem de área do território destinada a uso industrial.....	12
Fig. 1.4 - Municípios por percentagem de expansão das áreas industriais.....	13
Fig. 2.1 - A hierarquia urbana segundo Christaller	31
Fig. 2.2 - Os lugares centrais e respectivas áreas de influência segundo Christaller	31
Fig. 2.3 - A organização do espaço segundo Lösch.....	36
Fig. 3.1 - Escala de sete pontos.....	67
Fig. 3.2 - Escala de comparação de critérios.....	69
Fig. 3.3 - Funções <i>fuzzy</i>	75
Fig. 3.4 - Controlo do risco.....	78
Fig. 3.5 - Controlo do <i>Trade-off</i>	79
Fig. 3.6 - Espaço estratégico de decisão (OWA)	79
Fig. 3.7 - Pontos de decisão	80
Fig. 4.1 - Tipos básicos de objectos espaciais: ponto, linha, polígono e célula.....	87
Fig. 4.2 - Estrutura de dados vectorial tipo “spaghetti”.....	91
Fig. 4.3 - Estrutura de dados vectoriais por vértices.....	92
Fig. 4.4 - Estrutura de dados vectoriais de arco-nó.....	93
Fig. 4.5 - Estrutura de dados vectoriais (TIN).....	94
Fig. 4.6 - Triangulação da superfície da terra.....	94
Fig. 4.7 - Identificação das células pelo seu número de linha e de coluna.....	96
Fig. 4.8 - Valores das células - variável uso do solo	96
Fig. 4.9 - Representação de elementos pontuais, lineares e poligonais no modelo <i>raster</i> e no modelo vectorial.....	97
Fig. 4.10 - Relações de vizinhança no modelo <i>raster</i> - células que dividem um lado (l) e que dividem um vértice (v)	98
Fig. 4.11 - Uma imagem <i>raster</i> a partir de um mapa analógico	99
Fig. 4.12 - Conversão vectorial- <i>raster</i> e <i>raster</i> -vectorial	99

Fig. 4.13 - Ordens adoptadas no armazenamento dos valores de estruturas <i>raster</i>	100
Fig. 4.14 - Representação de um polígono por meio de uma estrutura de árvore quaternária	101
Fig. 4.15 - Passagem de uma estrutura <i>raster</i> simples a uma hierárquica de árvore quaternária	101
Fig. 4.16 - Identificação das células na estrutura de árvore quaternária.....	102
Fig. 4.17 - Alteração da resolução de imagens <i>raster</i>	104
Fig. 4.18 - União e extracção de imagens <i>raster</i>	104
Fig. 4.19 - Agrupamento de valores de uma variável quantitativa	106
Fig. 4.20 - Sobreposição lógica - AND	107
Fig. 4.21 - Filtragem de imagens.....	109
Fig. 4.22 - Etapas para o cálculo do valor do declive (%) num SIG <i>raster</i> (células de 100mx100m)	110
Fig. 4.23 - Orientação: a) em grados com respeito ao norte; b) relativamente a oito pontos cardeais	110
Fig. 4.24 - Distância euclidiana e análise de proximidade: a) Mapa de distâncias com respeito a uma célula; b) Mapa binário representativo de um <i>buffer</i>	112
Fig. 4.25 - Geração de polígonos de Thiessen a partir de um conjunto de pontos	113
Fig. 4.26 - Cálculo de distâncias e análise de proximidade sobre uma superfície de fricção	114
Fig. 5.1 - Método <i>Analytic Hierarchy Process</i> : (a) Procedimento AHP; (b) Avaliação de alternativas em SIG.	118
Fig. 5.2 - Estrutura de análise por nível e grupo de critérios.....	121
Fig. 5.3 - Exemplo de curva <i>fuzzy</i> para normalização do declive	132
Fig. 5.4 - O modelo de localização industrial	137
Fig. 6.1 - Localização do Município de Valença	138
Fig. 6.2 - Freguesias que integram o Município de Valença.....	139
Fig. 6.3 - Combinação de factores: 1º nível.....	143
Fig. 6.4 - Combinação de factores A: 2º nível	143
Fig. 6.5 - Combinação de factores B: 2º nível	144
Fig. 6.6 - Combinação de factores C: 2º nível	144
Fig. 6.7 - Combinação de factores A1: 3º nível.....	144
Fig. 6.8 - Combinação de factores A2: 3º nível.....	145
Fig. 6.9 - Combinação de factores A3: 3º nível.....	145
Fig. 6.10 - Combinação de factores A4: 3º nível.....	145

Fig. 6.11 - Combinação de factores A5: 3º nível	146
Fig. 6.12 - Combinação de factores B1: 3º nível	146
Fig. 6.13 - Combinação de factores B2: 3º nível	146
Fig. 6.14 - Combinação de factores B3: 3º nível	146
Fig. 6.15 - Combinação de exclusões.....	147
Fig. 6.16 - Fluxograma de preparação de imagem baseada em distância.....	148
Fig. 6.17 - Factor A11: não normalizado (a) e normalizado (b).....	150
Fig. 6.18 - Fluxograma de preparação de imagem baseada em classes	150
Fig. 6.19 - Factor C1: não normalizado (a) e normalizado (b)	152
Fig. 6.20 - Fluxograma de preparação de imagem envolvendo valores numéricos.....	153
Fig. 6.21 - Factor A23: não normalizado (a) e normalizado (b).....	154
Fig. 6.22 - Curva <i>fuzzy</i> para normalização do declive	155
Fig. 6.23 - Fluxograma de preparação de imagens envolvendo o relevo	155
Fig. 6.24 - Factor C2: não normalizado (a) e normalizado (b)	157
Fig. 6.25 - Factor C3: não normalizado (a) e normalizado (b)	158
Fig. 6.26 - Fluxograma de preparação de imagem envolvendo <i>buffers</i>	159
Fig. 6.27 - Exclusão CE31: antes do <i>buffer</i> (a) e depois do <i>buffer</i> (b).....	160
Fig. 6.28 - Pontos de decisão	161
Fig. 6.29 - Combinação WLC de critérios: 3º nível (A5)	162
Fig. 6.30 - Imagem A1	162
Fig. 6.31 - Imagem A2	163
Fig. 6.32 - Imagem A3	163
Fig. 6.33 - Imagem A4	164
Fig. 6.34 - Imagem A5	164
Fig. 6.35 - Imagem B1	165
Fig. 6.36 - Imagem B2	165
Fig. 6.37 - Imagem B3	166
Fig. 6.38 - Imagem C1	166
Fig. 6.39 - Imagem C2	167
Fig. 6.40 - Imagem C3	167
Fig. 6.41 - Cálculo OWA do cenário Aiv.....	169
Fig. 6.42 - Imagem do cenário Ai	170
Fig. 6.43 - Imagem do cenário Aii	170
Fig. 6.44 - Imagem do cenário Aiii.....	171
Fig. 6.45 - Imagem do cenário Aiv.....	171
Fig. 6.46 - Imagem do cenário Av.....	172
Fig. 6.47 - Imagem do cenário Avi.....	172

Fig. 6.48 - Imagem do cenário Bi.....	173
Fig. 6.49 - Imagem do cenário Bii	173
Fig. 6.50 - Imagem do cenário Biii	174
Fig. 6.51 - Imagem do cenário Biv.....	174
Fig. 6.52 - Imagem do cenário Bv.....	175
Fig. 6.53 - Imagem do cenário Bvi	175
Fig. 6.54 - Imagem do cenário Ci.....	176
Fig. 6.55 - Imagem do cenário Cii	176
Fig. 6.56 - Imagem do cenário Ciii	177
Fig. 6.57 - Imagem do cenário Civ.....	177
Fig. 6.58 - Imagem do cenário Cv.....	178
Fig. 6.59 - Imagem do cenário Cvi	178
Fig. 6.60 - Histograma de frequências: cenários do grupo de factores A.....	179
Fig. 6.61 - Histograma de frequências: cenários do grupo de factores B.....	179
Fig. 6.62 - Histograma de frequências: cenários do grupo de factores C.....	180
Fig. 6.63 - Combinação WLC para obtenção do cenário Fiv.....	182
Fig. 6.64 - Imagem do cenário Fi	182
Fig. 6.65 - Imagem do cenário Fii.....	183
Fig. 6.66 - Imagem do cenário Fiii.....	183
Fig. 6.67 - Imagem do cenário Fiv.....	184
Fig. 6.68 - Histograma de frequências dos cenários finais.....	185
Fig. 6.69 - Fluxograma para a obtenção da solução Fi*.....	194
Fig. 6.70 - Imagem da solução Fi*	194
Fig. 6.71 - Imagem da solução Fii*.....	195
Fig. 6.72 - Imagem da solução Fiii*	195
Fig. 6.73 - Imagem da solução Fiv*	196
Fig. 6.74 - Índice de compactação das zonas da solução Fi*.....	197
Fig. 6.75 - Índice de compactação das zonas da solução Fii*	197
Fig. 6.76 - Índice de compactação das zonas da solução Fiii*	198
Fig. 6.77 - Índice de compactação das zonas da solução Fiv*	198
Fig. 6.78 - Fluxograma para avaliação da zona industrial prevista no PDM	200
Fig. 6.79 - Scores da zona industrial prevista no PDM.....	200
Fig. 6.80 - Scores das zonas industriais existentes	202
Fig. 7.1 - Afectação de usos num problema multi-objectivo.....	211
Fig. C.1 - Símbolos identificativos do tipo de ficheiros utilizados nos fluxogramas	250
Fig. D.1 - Factor A11: não normalizado (a) e normalizado (b)	260
Fig. D.2 - Factor A12: não normalizado (a) e normalizado (b)	261

Fig. D.3 - Factor A13: não normalizado (a) e normalizado (b)	262
Fig. D.4 - Factor A14: não normalizado (a) e normalizado (b)	263
Fig. D.5 - Factor A15: não normalizado (a) e normalizado (b)	264
Fig. D.6 - Factor A16: não normalizado (a) e normalizado (b)	265
Fig. D.7 - Imagem A1	266
Fig. D.8 - Factor A21: não normalizado (a) e normalizado (b)	267
Fig. D.9 - Factor A22: não normalizado (a) e normalizado (b)	268
Fig. D.10 - Factor A23: não normalizado (a) e normalizado (b)	269
Fig. D.11 - Imagem A2	270
Fig. D.12 - Factor A31: não normalizado (a) e normalizado (b)	271
Fig. D.13 - Factor A32: não normalizado (a) e normalizado (b)	272
Fig. D.14 - Imagem A3	273
Fig. D.15 - Factor A41: não normalizado (a) e normalizado (b)	274
Fig. D.16 - Factor A42: não normalizado (a) e normalizado (b)	275
Fig. D.17 - Factor A43: não normalizado (a) e normalizado (b)	276
Fig. D.18 - Factor A44: não normalizado (a) e normalizado (b)	277
Fig. D.19 - Factor A45: não normalizado (a) e normalizado (b)	278
Fig. D.20 - Imagem A4	279
Fig. D.21 - Factor A51: não normalizado (a) e normalizado (b)	280
Fig. D.22 - Factor A52: não normalizado (a) e normalizado (b)	281
Fig. D.23 - Factor A53: não normalizado (a) e normalizado (b)	282
Fig. D.24 - Factor A54: não normalizado (a) e normalizado (b)	283
Fig. D.25 - Factor A55: não normalizado (a) e normalizado (b)	284
Fig. D.26 - Imagem A5	285
Fig. D.27 - Factor B11: não normalizado (a) e normalizado (b)	286
Fig. D.28 - Factor B12: não normalizado (a) e normalizado (b)	287
Fig. D.29 - Imagem B1	288
Fig. D.30 - Factor B21: não normalizado (a) e normalizado (b)	289
Fig. D.31 - Factor B22: não normalizado (a) e normalizado (b)	290
Fig. D.32 - Imagem B2	291
Fig. D.33 - Factor B31: não normalizado (a) e normalizado (b)	292
Fig. D.34 - Factor B32: não normalizado (a) e normalizado (b)	293
Fig. D.35 - Imagem B3	294
Fig. D.36 - Imagem C1	294
Fig. D.37 - Imagem C2	295
Fig. D.38 - Imagem C3	295
Fig. D.39 - Exclusão CE11	296
Fig. D.40 - Exclusão CE12	296

Fig. D.41 - Imagem CE1	297
Fig. D.42 - Exclusão CE21	297
Fig. D.43 - Exclusão CE22	298
Fig. D.44 - Exclusão CE23	298
Fig. D.45 - Imagem CE2	299
Fig. D.46 - Exclusão CE31	299
Fig. D.47 - Exclusão CE32	300
Fig. D.48 - Exclusão CE33	300
Fig. D.49 - Imagem CE3	301
Fig. D.50 - Imagem CE.....	301

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1.1 - Áreas industriais nos Planos Directores Municipais.....	11
Quadro 2.1 - Razões para abrir uma nova fábrica e não ampliar ou deslocalizar as instalações existente.....	47
Quadro 2.2 - Factores de localização considerados como restritivos segundo diferentes tipos de empresas	47
Quadro 2.3 - Factores de localização de segunda ordem considerados desejáveis pelas empresas	47
Quadro 2.4 - Localização industrial - Influência dos vários factores.....	48
Quadro 2.5 - Hierarquia dos principais factores de localização industrial (resultados de um inquérito)	49
Quadro 3.1 - Escala de comparação de critérios segundo Saaty.....	69
Quadro 3.2 - Matriz de comparação par a par	70
Quadro 3.3 - Índice de Aleatoriedade (RI) para $n=1, 2, \dots, 15$	72
Quadro 3.4 - Exemplo de agregação OWA - factores.....	78
Quadro 3.5 - Exemplo de agregação OWA - resultados	78
Quadro 3.6 - <i>ANDness</i> e <i>tradeoff</i> para vários pontos de decisão	80
Quadro 5.1 - Factores associados à Acessibilidade	124
Quadro 5.2 - Factores associados à Mão-de-obra.....	124
Quadro 5.3 - Factores associados à Inércia Industrial	125
Quadro 5.4 - Factores associados às Infraestruturas Básicas.....	125
Quadro 5.5 - Factores associados aos Equipamentos Terciários.....	126
Quadro 5.6 - Factores associados à actividade industrial	126
Quadro 5.7 - Factores associados às Preferências Pessoais.....	127
Quadro 5.8 - Factores associados às Políticas de Incentivo à Instalação Industrial.....	127
Quadro 5.9 - Factores associados à Proximidade a Centros de Investigação	128
Quadro 5.10 - Factores associados à Proximidade a Centros de Decisão	128
Quadro 5.11 - Factores associados a opções administrativas e sócio-económicas	129
Quadro 5.12 - Factores associados ao ordenamento do território	132
Quadro 5.13 - Factores associados à actividade industrial - síntese	135

Quadro 5.14 - Factores associados a opções administrativas e sócio-económicas - síntese.....	136
Quadro 5.15 - Factores associados ao ordenamento do território - síntese.....	136
Quadro 5.16 - Exclusões associadas ao ordenamento do território - síntese.....	136
Quadro 6.1 - Factores associados à actividade industrial (caso de estudo)	140
Quadro 6.2 - Factores associados a opções administrativas e sócio-económicas (caso de estudo)	141
Quadro 6.3 - Factores associados ao ordenamento de território (caso de estudo).....	141
Quadro 6.4 - Factores por níveis (caso de estudo).....	141
Quadro 6.5 - Exclusões associadas ao ordenamento do território (caso de estudo).....	142
Quadro 6.6 - Cenários de avaliação: 2º nível, grupo de factores A.....	168
Quadro 6.7 - Cenários de avaliação: 2º nível, grupo de factores B.....	168
Quadro 6.8 - Cenários de avaliação: 2º nível, grupo de factores C.....	169
Quadro 6.9 - Cenários finais de avaliação	181
Quadro 6.10 - Estatísticas dos histogramas das imagens do 2º nível	186
Quadro 6.11 - Estatísticas dos histogramas dos cenários do 1º nível	190
Quadro 6.12 - Estatísticas dos histogramas das soluções óptimas	196
Quadro 6.13 - Número de zonas e valores de ICE.....	199
Quadro 6.14 - Estatísticas dos scores da zona industrial prevista no PDM	201
Quadro 6.15 - Estatísticas dos scores das zonas industriais existentes	202

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 PLANEAMENTO DO USO DO SOLO

A ocupação e uso do território para actividades humanas levantou desde sempre problemas de diversa ordem, assumindo particular relevância a questão da aptidão dos espaços. Com efeito, constata-se frequentemente uma distorção, leia-se anacronismo, entre as necessidades da sociedade (*ser*) e a aptidão do território (*forma*).

Nos tempos mais recentes, particularmente a partir da Revolução Industrial ocorrida nos finais do século XVIII, assistiu-se a um processo de densificação e expansão crescentes dos núcleos urbanos. A mutação dos espaços urbanos, resultado de diversos fenómenos como a pressão demográfica (crescimento natural e movimentos de migração das populações) e a diversidade das funções, veio comprometer a qualidade de vida e relevar a necessidade de ordenar o espaço e as actividades. Perante a constatação de que o território é um recurso limitado e frágil, emergiu a ideia de que é imperiosa a sua gestão, preservação e ordenamento de forma prudente e eficaz, no sentido de uma melhor qualidade de vida daqueles que nele habitam (Mendes, 1993).

Numa perspectiva integrada, o ordenamento do território deve traduzir espacialmente o desenvolvimento articulado das políticas económica, social, cultural e ecológica da sociedade, tendo por objectivo proporcionar a cada indivíduo um quadro de vida que assegure a sua realização pessoal num ambiente planeado à escala humana.

O ordenamento fundamenta-se na análise do território, identificando as suas estruturas invariantes e fixando classes de usos do solo para cada unidade territorial, na tentativa de estabelecer um arranjo espacial racional das diferentes actividades humanas.

A localização e o arranjo espacial das actividades encontra fundamentos e

pistas nas diversas teorias da organização espacial da sociedade, uma disciplina que por vezes se designa por economia espacial.

É habitual considerar-se como sendo Von Thünen (1826) o precursor da economia espacial. No entanto, não existem dúvidas de que algumas preocupações deste tipo se encontravam já, de uma forma superficial, no pensamento dos economistas dos séculos XVII e XVIII.

Richard Cantillon (1755) é o único que aprofunda os seus estudos de modo a ser considerado como um verdadeiro precursor da economia espacial. Von Thünen, após Cantillon, definiu os fundamentos da teoria da localização agrícola e Alfred Weber (1909) fez o mesmo para a localização industrial. Vários autores alemães e escandinavos tentaram ligar estas duas teorias à teoria económica geral, tais como Andreas Predöhl (1925), pela aplicação do princípio da substituição, Hans Weigmann (1931), por referência ao regime da concorrência imperfeita, e Tord Palander (1935), pela generalização do método das isolinhas, que está na base das curvas de indiferença. Em seguida apareceram os precursores da análise urbana com William Reilly (1929) e os seus estudos da área de influência das cidades, e com Walter Christaller (1933), um dos primeiros estudos dos sistemas urbanos. Por fim, a obra de August Lösch (1940) constitui uma tentativa de elaboração duma teoria geral de equilíbrio espacial e uma análise das áreas de mercado, enquanto que François Perroux (1950) propõe uma análise de conceitos de espaço económico, que define as relações existentes entre os diferentes elementos económicos.

O planeamento territorial, no qual se inclui o planeamento do uso do solo, é um processo de apoio à administração urbanística, através do qual se elaboram modelos normativos específicos denominados planos (Pardal *et al.*, 1993). Os planos caracterizam-se por se referirem a determinado espaço num determinado tempo de vigência, e por conterem uma componente regulamentar que enquadra e possibilita o controlo das intervenções sobre o território.

Uma das mais interessantes definições de planeamento do uso do solo é apresentada por Lin Leung (1989), segundo a qual se trata da arte de fazer corresponder diferentes utilizadores à oferta do solo, isto é, a procura da congruência entre as necessidades dos utilizadores e as disponibilidades de solo através da localização e do dimensionamento adequados dos usos.

Importa desde já distinguir dois níveis de análise (que frequentemente conduzem a dois formatos de plano): a classificação do uso do solo e o desenho do uso do solo.

A classificação do uso do solo é uma abordagem mais global, onde se

procede à diferenciação do espaço em termos da sua ocupação por classes, como por exemplo uso urbano, uso industrial ou uso agrícola. A tónica é posta no controlo das alterações dos usos do solo, pretendendo em última análise gerir o processo de desenvolvimento urbano na salvaguarda dos valores ambientais, da utilização racional dos recursos e da economia associada aos usos.

O desenho do uso do solo, por sua vez, é uma abordagem mais específica, que propõe um arranjo espacial das actividades dentro dos espaços, tomando por referência a qualidade de vida dos seus utilizadores, por um lado, e critérios de funcionalidade e eficiência, por outro.

Numa perspectiva integrada, os territórios deveriam ser submetidos aos dois níveis de planeamento: numa primeira fase seria elaborado um plano de classificação do solo e, numa segunda fase, proceder-se-ia ao desenho do uso do solo, onde se detalharia o arranjo específico das actividades, infraestruturas e equipamentos. No entanto, na prática nem sempre é seguida esta sequência, encontrando-se frequentemente as seguintes situações: (i) existe plano de classificação do uso do solo e não teve lugar o exercício de desenho, o que significa que o quadro de gestão da urbanização se reduz às directivas do plano de classificação¹; (ii) existe plano desenhado do uso do solo mas não teve lugar o exercício de classificação, o que significa que a localização das actividades no território não foi estudada².

Independentemente de se tratar de um exercício de classificação do uso do solo ou de um exercício mais específico de desenho dos usos urbanos, o processo de elaboração segue, de forma similar, uma sequência de cinco passos que se aplicam a cada classe (ou categoria) de uso (Kaiser *et al.*, 1995). A metodologia é apresentada como uma sequência, embora se admita que possa assumir um carácter interactivo e iterativo entre os diversos passos:

- *Passo 1.* Definição dos critérios de localização para a classe de uso em análise (modelo de localização);
- *Passo 2.* Classificação dos solos quanto à aptidão para o uso em análise (carta de aptidão);
- *Passo 3.* Estimativa das áreas de solo necessárias para a classe de uso em análise (quadro de áreas);
- *Passo 4.* Análise da capacidade dos solos aptos para o uso em análise (quadro

¹ Reportando às figuras de plano consagradas na legislação Portuguesa, um exemplo típico deste caso é a existência de Plano Director Municipal em vigor e a não existência de Planos de Urbanização e/ou Planos de Pormenor.

² Ainda para o caso Português, um exemplo típico desta segunda situação é a existência de Planos de Pormenor e Projectos de Loteamento sem que existam Planos de Urbanização e/ou Planos Directores Municipais.

de áreas e/ou intensidades de ocupação);

- *Passo 5.* Desenho de arranjos espaciais alternativos para as classes de uso do solo (carta de síntese).

Na Figura 1.1 pode observar-se a sequência e as relações entre os cinco passos. Nesta conceptualização está implícita a procura de equilíbrios entre:

- a procura e a oferta de solo;
- os requisitos de localização e os requisitos de espaço;
- a análise (passos 1 a 4) e a síntese (passo 5).

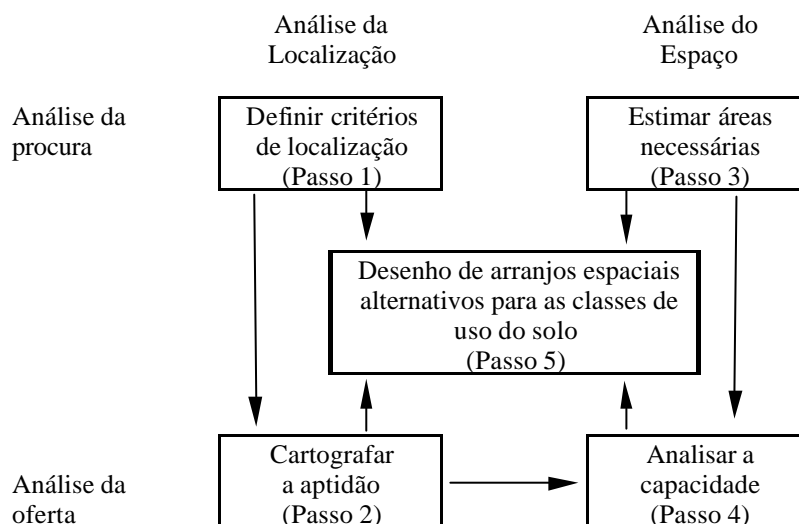


Fig. 1.1 - Processo de classificação e desenho do uso do solo
(Adaptado de Kaiser et al., 1995)

O conjunto dos critérios de localização configura aquilo que se designa por modelo de localização das actividades no território. De um modo geral, um modelo de localização expressa-se em termos de um conjunto de factores e restrições que reflectem, por um lado, as metas, objectivos e políticas definidos no âmbito do exercício de planeamento e, por outro lado, os modelos teóricos relativos a cada um dos usos particulares.

À parte o quadro cultural e de desenvolvimento de cada região particular, alguns autores referem-se a princípios aceitáveis/desejáveis para a classificação e desenho do uso do solo. Kaiser *et al.* (1995), por exemplo, apresentam as seguintes orientações:

Classificação do uso do solo - princípios de localização

I. Áreas de conservação da natureza

Devem localizar-se onde:

- existem recursos naturais, recreacionais ou paisagísticos;
- os processos naturais são vulneráveis à urbanização, agricultura e florestação intensivas;
- existem riscos para o desenvolvimento urbano.

Podem incluir:

- planos de água (especialmente se se destinam a abastecimento);
- áreas adjacentes aos planos de água;
- linhas de água.

II. Áreas de construção intensiva

Devem localizar-se onde:

- já existe urbanização intensa;
- existem todas as infraestruturas urbanas necessárias.

Podem incluir:

- áreas de conservação natural intercaladas, tal como espaços abertos ao longo das linhas de água.

III. Áreas urbanas de expansão

Devem localizar-se onde:

- as infraestruturas urbanas podem ser criadas mais fácil e economicamente;
- existem ou podem ser criadas vias de comunicação fácil e economicamente;
- a topografia do terreno não é inconveniente.

Não devem localizar-se em:

- áreas com riscos naturais;
- solos férteis vocacionados para a agricultura ou floresta;
- áreas de infiltração ou bacias alimentadoras directas de planos de água para abastecimento.

IV. Áreas de aglomerados rurais

Devem localizar-se:

- separadas das concentrações urbanas;
- junto de aglomerados rurais existentes com capacidade para acomodar algum crescimento moderado de residência em baixa densidade, onde as infraestruturas são baseadas em soluções pontuais.

V. Áreas rurais-agrícolas-florestais

Devem localizar-se em:

- solos com elevado potencial para a produção agrícola e florestal;
- solos com baixo ou moderado potencial para a produção agrícola mas onde não é economicamente viável construir infraestruturas urbanas.

Desenho do uso do solo urbano - princípios de localização

I. Áreas de trabalho

Devem localizar-se:

- em áreas acessíveis a partir das de residência;
- em áreas servidas pelos sistemas de transporte;
- longe de sistemas ambientais vulneráveis e distribuídas de forma a reduzir a concentração de poluição.

Devem garantir:

- localizações adequadas em dimensão, disponíveis para os sectores público e privado.

II. Áreas de residência

Devem localizar-se:

- em áreas de boa acessibilidade às áreas de trabalho, compras, lazer e aos equipamentos colectivos e sistemas de transporte;
- longe de áreas cujos usos são incompatíveis com a residência, como indústrias pesadas e espaços canais de tráfego muito intenso.

Devem garantir:

- equipamentos, comércio e recreação a pequena escala;
- uma gama variada de densidades, tipos de habitações e localizações de forma a permitir a escolha.

III. Áreas de comércio, lazer e cultura

Devem localizar-se:

- em áreas centrais, acessíveis a partir das áreas residenciais e através de transportes públicos.

Devem garantir:

- dimensões e localizações adequadas para acomodar uma gama variada de bens e serviços.

IV. Áreas de infraestruturas e equipamentos colectivos

Devem localizar-se:

- em áreas acessíveis em relação a grupos de utilizadores específicos;
- de forma a servir mas não incomodar (isto é, interceptar ou separar) as áreas urbanas, de comércio e de lazer.

Devem garantir:

- áreas de expansão futura;
- complementaridade, no caso dos sistemas de transporte.

Estes critérios de localização, para além do carácter genérico e de princípio, devem ser concretizados através de *standards*. Estes estão geralmente quantificados e explicitam de forma mais precisa um princípio. Por exemplo, *topografia inconveniente* para construção pode concretizar-se através do *standard* "declive superior a 15%".

Para além dos *standards* específicos de cada uso do solo, resultantes dos modelos teóricos de localização, existem outros que resultam da prática e experiência passada em situações similares, e ainda *standards* impostos pela lei, os quais se enquadram geralmente no domínio das garantias e dos direitos dos cidadãos à segurança e bem estar.

A aplicação dos princípios e *standards* de localização, isto é, do modelo de localização ao território em estudo permite obter um mapa representativo da aptidão de cada parcela de terreno em relação a cada tipo de uso.

É importante referir que o mapa ou carta de aptidão não representa a atribuição de usos mas tão somente o potencial, baseado num determinado modelo, de cada parcela relativamente a cada uso. Uma mesma parcela pode ser adequada a mais que um uso; por outro lado, nem todas as áreas adequadas para um determinado uso serão necessariamente ocupadas.

A estimativa das áreas necessárias para cada uso do solo baseia-se essencialmente nas expectativas de evolução da população e do emprego³, no estudo das densidades de ocupação presentes e futuras, e nas políticas adoptadas em matéria de ordenamento e urbanização.

No contexto dum plano de classificação do uso do solo, importa chegar a uma primeira aproximação para os valores das áreas necessárias a cada classe de uso. A metodologia a seguir integra tipicamente três passos: (i) o cálculo das densidades brutas de ocupação existentes; (ii) a estimativa das expectativas de evolução da população e do emprego; e (iii) o cálculo da quantidade do solo necessária, através da divisão dos níveis futuros esperados de população e emprego pelas respectivas densidades existentes (ou um valor ajustado/desejado das densidades).

Esta primeira aproximação das áreas necessárias para cada uso é objecto de refinamento quando se desce ao nível do desenho do uso do solo, no sentido de determinar as necessidades de áreas para categorias de uso específicas. As estimativas iniciais são portanto reexaminadas, refinadas e ajustadas segundo uma sequência de quatro tarefas, a saber:

1. Revisão das densidades específicas do uso particular em análise, de acordo com o tipo e época de urbanização, e com a localização central ou periférica.
2. Determinação dos níveis futuros de população, para as áreas residenciais, e de emprego, para as áreas de trabalho. Estes níveis previstos servem ainda para estimar as necessidades em equipamentos colectivos e infraestruturas.
3. Definição das densidades e capitações adoptadas. Devem ser consideradas as densidades existentes e ponderado o grau de satisfação relativamente às mesmas, bem como as metas e políticas adoptadas para o processo de planeamento. As capitações expressam-se em rácios do tipo: m² de área industrial por operário; m² de área verde por habitante; m² de área comercial por

³ As expectativas de evolução da população e do emprego podem resultar de simples projecções de tendências, necessariamente menos precisas, ou de projectos de intenção mais concretos, como a instalação de uma indústria num determinado local e com dimensão bem definida.

habitante; m² de área de lazer por habitante.

4. Cálculo das estimativas de áreas necessárias através da aplicação das densidades e/ou capitações à procura prevista (população ou emprego).

Com base nos critérios de consumo de espaço definidos no passo anterior, as áreas aptas para cada uso (de acordo com a carta de aptidão elaborada no segundo passo) podem ser convertidas em população, fogos ou empregados. O resultado deste passo é um conjunto de mapas e tabelas que expressam a capacidade de cada polígono de terreno (tal como definido na carta de aptidão), para os diferentes usos que são nele potencialmente localizáveis.

Distintamente dos primeiros quatro passos da metodologia, que são essencialmente analíticos, o último passo é de síntese. O objectivo é a geração de arranjos alternativos da distribuição dos usos, de forma a acomodar os efectivos futuros da população e do emprego, satisfazendo os princípios de localização, a aptidão das áreas, os requisitos de espaço e a capacidade dos solos.

O processo de alocação de usos não tem necessariamente de obedecer a um procedimento sistemático. Tipicamente, o planeador apela à sua capacidade criativa e explora, sobre papel de esquisso transparente ou recorrendo a ferramentas informáticas⁴, um conjunto de hipóteses de distribuição de usos que posteriormente submete a avaliação.

O exercício assenta na comparação da área necessária para um dado uso numa localização potencial (apta) com a capacidade de um polígono de solo existente nessa localização. Se no processo de alocação se chegar a situações de *déficit* de solos, algumas das áreas já atribuídas a um uso, mas aptas para um outro uso ainda por alocar, podem ser realocadas a este novo uso. O processo é, como se vê, dinâmico.

1.2 TIPOLOGIA DAS DECISÕES DE LOCALIZAÇÃO

De um modo geral, os processos de decisão pretendem satisfazer um ou múltiplos objectivos, e são desenvolvidos com base na avaliação de um ou vários critérios (Eastman, 1997). No caso particular da localização de actividades ou, por outras palavras, da afectação de usos a parcelas de solo, trata-se essencialmente dum processo de decisão de natureza multicritério, no sentido em que são

⁴ Normalmente sistemas de desenho assistido por computador (CAD - Computer Aided Design) e/ou sistemas de informação geográfica (GIS - Geographical Information Systems).

considerados na avaliação diversos atributos do problema, podendo, caso se pretendam localizar diferentes usos através duma análise única, integrada e simultânea, configurar também uma decisão multi-objectivo (Diamond e Wright, 1989).

Concretizando, o processo de localização dum determinado uso, por exemplo residencial, poderá ser modelado através da avaliação de factores como o declive do terreno, a existência de infraestruturas ou a proximidade a uma área comercial. O objectivo é então a localização de áreas residenciais, sujeito a um conjunto de critérios, ou seja, está-se na presença dum problema multicritério com objectivo único. Se, por outro lado, se pretende localizar áreas residenciais e também áreas industriais, estas sujeitas a critérios provavelmente diversos, pode acontecer que determinadas parcelas de terreno sejam aptas a ambos os usos, pelo que haverá que decidir a respeito da afectação de cada uma destas parcelas a um ou a outro uso. Neste caso, está-se na presença dum problema do tipo multicritério e multi-objectivo.

A Figura 1.2 apresenta esquematicamente aquilo que se pode designar por tipologia das decisões.

	Um critério	Vários critérios
Um objectivo	Objectivo único Critério único	Objectivo único Multicritério
Vários objectivos	Multi-objectivo Critério único	Multi-objectivo Multicritério

Fig. 1.2 - Tipologia das decisões

Apesar da prevalência de problemas multi-objectivo, as ferramentas disponíveis para tratar a localização de actividades no território, numa lógica de múltiplos objectivos, são ainda muito limitadas. A maioria dos exemplos conhecidos e publicados de procedimentos de decisão multi-objectivo abordam o problema através do uso da optimização por programação linear (ver, por exemplo, Janssen e Rietveld, 1990; Carver, 1991; Campbell *et al.*, 1992). No entanto, nestes casos tratou-se essencialmente de problemas de escolha entre um número limitado de localizações possíveis previamente isolados. Quando se pretende afectar usos do solo ao longo dum espaço territorial contínuo, situação em que cada pequena célula de terreno é uma alternativa a avaliar⁵, o volume de informação a processar no âmbito dum processo de optimização por programação linear atinge uma dimensão inviável face às capacidades de qualquer ambiente de computação

⁵ Utiliza-se a designação "célula de terreno" para significar uma parcela suficientemente pequena que garanta a obtenção duma superfície contínua de avaliação. A dimensão e forma destas parcelas depende da estrutura de dados adoptada para a modelação do espaço.

actualmente disponível. Para além disso, alguns autores sustentam que a terminologia e os procedimentos de programação linear são desconhecidos de muitos decisores e têm uma complexidade que lhes retira o carácter intuitivo (Eastman, 1997). Assim, têm sido utilizadas essencialmente heurísticas de decisão em problemas de localização de usos do solo do tipo multi-objectivo.

Um outro aspecto que tem constituído preocupação por parte de decisores e investigadores é a questão do risco nos processos de avaliação. Num problema multicritério está implícita a avaliação de diferentes aspectos que contribuem (a favor ou contra) para uma decisão. A forma de combinar os critérios, a consideração de todos ou apenas parte deles (os melhores, os piores, os médios, ou qualquer combinação), a forma como uns critérios podem compensar outros⁶ são aspectos que assumem grande importância nas decisões, particularmente em contextos de recursos escassos. Entre as atitudes mais extremas de risco na avaliação - pessimistas (conservadoras) e optimistas (arriscadas) - pode haver lugar a cenários de avaliação que sejam mais compatíveis com as condições que contextualizam a decisão.

1.3 A LOCALIZAÇÃO DE ÁREAS INDUSTRIAIS EM PORTUGAL

Num contexto de ausência de planeamento territorial, ou mais especificamente de ausência de instrumentos para a gestão do uso e ocupação do solo (planos), a localização de áreas industriais obedece a critérios que reflectem essencialmente o ponto de vista do empresário, o qual, tipicamente numa base *ad-hoc*, pondera as vantagens comparativas de diferentes locais alternativos e opta por uma hipótese que tenha boas possibilidades de ser aceite pela administração.

Quando, pelo contrário, existem planos territoriais, supõe-se que a sua elaboração, e concretamente a localização de áreas industriais, obedeceu a um procedimento similar ao apresentado em 1.1, onde é formulado um modelo de localização que integra o ponto de vista (critérios) dos empresários e também o ponto de vista do próprio ordenamento do território. No entanto, constata-se frequentemente que este modelo de localização não existe ou não é suficientemente elaborado, o que resulta em opções de localização deficientes, por vezes mesmo inaceitáveis. Por outro lado, a quantificação do solo industrial a disponibilizar, isto é, previsto em plano, é por vezes desajustada, normalmente por excesso.

⁶ O mecanismo de compensação entre critérios designa-se habitualmente por *trade-off*.

Em 1998, a Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano elaborou um estudo que pretendia, entre outros objectivos, avaliar os espaços vinculados a uso urbano e industrial previstos nas Plantas de Ordenamento dos 250 Planos Directores Municipais aprovados até então (DGOTDU, 1998).

Os resultados mais relevantes no que se refere a áreas industriais são apresentados no Quadro 1.1. Pode verificar-se desde logo uma disparidade apreciável para as diversas regiões⁷, quer em termos da percentagem de área destinada a uso industrial (existente e expansão), quer em termos de percentagem de expansão face às áreas existentes.

A região de Lisboa e Vale do Tejo é claramente aquela que apresenta uma maior densidade de áreas industriais (1.42% do território), quase três vezes superior à média do Continente. No extremo oposto, como seria de esperar, encontra-se o Alentejo (0.20% do território) e, com valor semelhante, o Algarve (0.24%). Não obstante estes resultados, a realidade por município assume pontualmente valores muito díspares que podem chegar a 17% do território no caso de S. João da Madeira. A Figura 1.3 mostra que 93% dos municípios analisados apresenta uma área destinada ao uso industrial (existente e expansão) igual ou inferior a 6% do seu território, enquanto apenas 1% dos municípios disponibiliza mais de 12% do espaço para esse fim.

Quadro 1.1 - Áreas industriais nos Planos Directores Municipais

Região	Área industrial total* (existente e expansão)	Área indust./Área região	Percentagem de expansão de áreas industriais**
Norte	13095	0.63 %	67.6 %
Centro	13265	0.63 %	112.0 %
Lisboa e Vale Tejo	12722	1.42 %	99.6 %
Alentejo	4551	0.20 %	234.5 %
Algarve	1184	0.24 %	189.7 %
Continente	44817	0.57 %	114.5 %

* Calculada com base nas Plantas de Ordenamento dos 250 PDM aprovados à data (1998).

** Calculada com base nas Plantas de Ordenamento de 126 PDM, porque apenas nestes foi possível individualizar as áreas industriais existentes e as áreas industriais de expansão.

Fonte: DGOTDU (1998)

Mas a informação mais surpreendente do Quadro 1.1 é a grandeza das áreas de expansão, que em média mais que duplicam as áreas existentes para o Continente. Estes valores são tanto mais surpreendentes quando se verifica que,

⁷ Aplica-se aqui o termo *região* para referir as áreas de competência das Comissões de Coordenação instituídas em Portugal.

para áreas de reconhecida pouca dinâmica industrial, a percentagem de expansão das áreas industriais atinge valores como 189.7% (Algarve) e 234.5% (Alentejo).

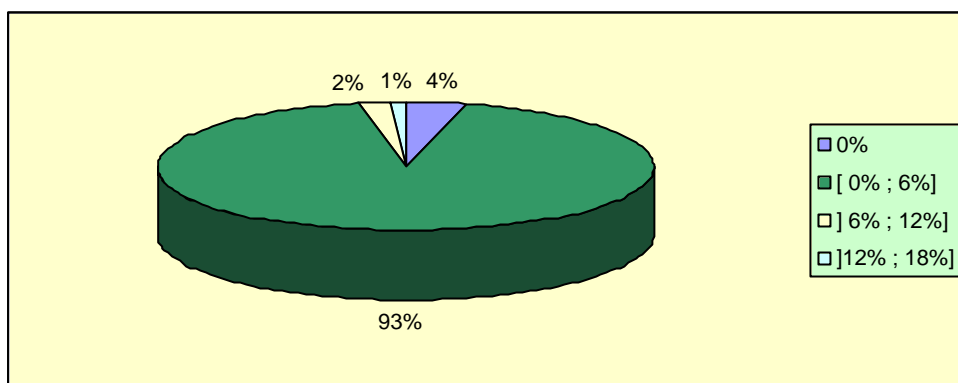


Fig. 1.3 - Municípios por percentagem de área do território destinada a uso industrial
 Fonte: DGOTDU (1998)

Na Figura 1.4 pode observar-se que mais de metade dos municípios analisados (56%) optaram por prever áreas de expansão para uso industrial superiores a 100% das áreas existentes, mais que duplicando portanto a oferta de solo para este fim. Dos restantes municípios, 12% (do total) aumentam a oferta em valores até 50%, 21% oferecem mais 50 a 75% do solo já ocupado por indústrias, e 11% crescem entre 75 e 100%.

Esta generosidade de oferta de áreas industriais indicia uma certa falta de critério na análise, já que, no limite, apenas seria aceitável caso o crescimento da actividade industrial fosse da mesma ordem de grandeza. À parte a elevada improbabilidade de, no horizonte de previsão dos Planos Directores Municipais, se assistir em Portugal a uma dinâmica empresarial que conduzisse a estes níveis de procura de solo industrial, dois outros factores contribuem para o avolumar de suspeita relativamente ao exagero das opções tomadas: (i) em primeiro lugar o facto da delimitação das áreas industriais já ocupadas implicar necessariamente a existência de vazios a colmatar, o que significa que a oferta prevista nos planos é ainda maior que as áreas de expansão; (ii) em segundo lugar, o facto das novas indústrias ocuparem tendencialmente menos espaço, dados os avanços tecnológicos em matéria de automatização, robótica, informatização, optimização de *layouts*, etc., dado particularmente relevante quando se sabe que uma grande parte do parque industrial instalado no País é antiquado e muito pouco optimizado. Poder-se-ia ainda cruzar as tendências da dinâmica industrial (emprego, políticas e intenções de investimento, capitações de consumo de solo, etc.) com o crescimento da oferta de solo industrial, no sentido de clarificar o (des)ajustamento das opções tomadas, mas entende-se que não se enquadra nos

objectivos desta dissertação.

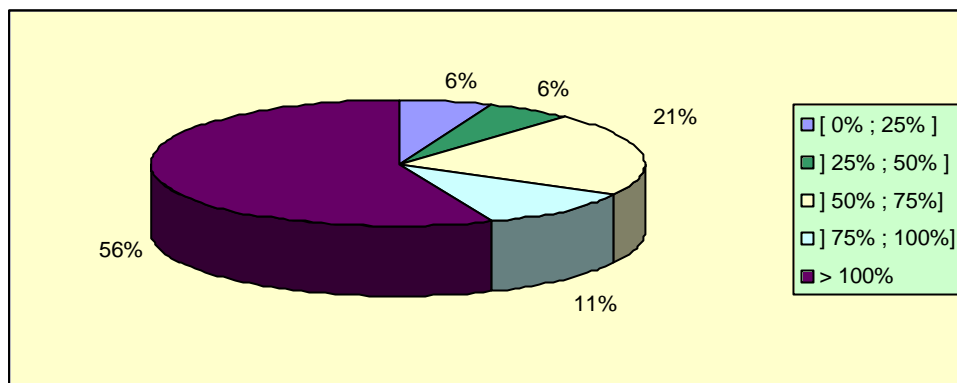


Fig. 1.4 - Municípios por percentagem de expansão das áreas industriais
Fonte: DGOTDU (1998)

1.4 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA, OBJECTIVOS E INSTRUMENTOS

Dos subcapítulos anteriores percebe-se que a questão da localização de actividades industriais pode ser abordada no quadro do planeamento do uso do solo, no qual se afigura como básico um modelo de localização que integre os pontos de vista (critérios) dos empresários e do ordenamento do território; pode ser abordada de forma autónoma como problema de objectivo único ou contemporaneamente com a localização de outros usos, configurando neste caso um problema multi-objectivo; pode ser abordada com base num único critério (situação inverosímil) ou com base em vários critérios, assumindo-se neste caso como um problema de análise multicritério; é, finalmente, questão de relevo em Portugal, dados os indícios de falta de profundidade e rigor na abordagem da questão da localização industrial.

Esta caracterização preliminar do problema revela motivações e áreas de trabalho potencialmente vastas, pelo que é importante proceder à sua delimitação e, por consequência, à fixação dos objectivos da dissertação. Assim, a área que se pretende estudar centra-se essencialmente na modelação da avaliação da aptidão do solo para uso industrial, numa perspectiva de análise multicritério.

O objectivo geral da dissertação é o desenvolvimento dum modelo de

localização industrial⁸ que integre, por um lado, o ponto de vista dos empresários industriais e, por outro lado, o ponto de vista do ordenamento do território.

Os objectivos específicos da dissertação são: (i) especificar o modelo para a realidade do Noroeste de Portugal; (ii) integrar no modelo a análise de risco na avaliação; (iii) integrar no modelo a componente espacial, no sentido de avaliar de forma contínua o território; (iii) aplicar o modelo a um município como caso de estudo, cruzando os resultados com as opções tomadas no respectivo Plano Director Municipal.

A contribuição para o conhecimento que se procura protagonizar com a presente dissertação assenta essencialmente em dois vectores: (i) a abordagem inovadora e multidisciplinar à questão da localização industrial, nomeadamente por via da integração dos cenários de risco no processo de avaliação e pela integração da componente espacial; e (ii) a investigação dos critérios de decisão envolvidos na localização de novas indústrias por parte dos empresários numa região particular do País (o Noroeste entre Douro e Minho), o que permite fundar um modelo original e aplicável.

Do ponto de vista instrumental, as disciplinas de base que informam, sustentam e operacionalizam o desenvolvimento do modelo de localização são:

- Os modelos teóricos de localização, em particular os de localização industrial, e os estudos específicos realizados nacional e internacionalmente, designadamente os exercícios de identificação de critérios;
- A Análise Multicritério como ferramenta de avaliação de alternativas, particularmente interessante quando se exploram diversas hipóteses de combinação de critérios no sentido do desenvolvimento de cenários de avaliação;
- Os Sistemas de Informação Geográfica como ambiente de desenvolvimento de modelos de natureza espacial⁹, possuidores de potentes ferramentas de análise e processamento espacial.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação desenvolve-se ao longo de sete capítulos e quatro anexos, constituindo a presente Introdução o primeiro capítulo.

⁸ Utiliza-se a designação "Modelo de localização industrial" por generalização do conceito de avaliação da aptidão do solo para fins industriais, já que implícito na avaliação está o propósito (e a possibilidade) de localizar a actividade.

⁹ Também designados por modelos cartográficos.

No Capítulo 2 procede-se ao estudo do primeiro dos pilares que fundam este trabalho: os modelos e factores de Localização Industrial. Começando pelo papel dos pioneiros da teoria da localização, são depois abordados os fundamentos da teoria da localização agrícola e da localização industrial, as tentativas de fundar uma teoria espacial geral e as orientações mais recentes. Finalmente discute-se a observação do comportamento espacial das empresas e a questão dos factores de localização.

No Capítulo 3 apresentam-se e discutem-se os aspectos relevantes da avaliação multicritério. Em concreto, abordam-se as técnicas disponíveis para a avaliação de pesos de critérios, bem como para a respectiva normalização e agregação. É dado particular destaque ao procedimento de agregação de critérios que permite desenvolver cenários de avaliação com base em diferentes atitudes de risco e *trade-off*.

O Capítulo 4 dedica-se aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). São apresentadas e discutidas as diferentes estruturas de dados disponíveis para a modelação do espaço e dos fenómenos espacialmente referenciados, após o que se abordam os operadores de análise espacial, em particular aqueles que constituem a álgebra de mapas aplicável em modelação cartográfica.

No Capítulo 5 procede-se ao desenvolvimento do modelo de localização industrial, resultado da fusão dos três grandes eixos teóricos estudados nos capítulos anteriores: os modelos teóricos de localização, a análise multicritério e os Sistemas de Informação Geográfica. Começa-se por apresentar as componentes estruturais do modelo, ou seja, a estrutura do processo de decisão, a selecção de técnicas associadas à avaliação multicritério e a abordagem de implementação em ambiente SIG. Depois, especifica-se o modelo de localização para a situação particular do Noroeste de Portugal através da identificação e agrupamento dos critérios relevantes que reflectem dois pontos de vista: (i) o dos empresários, subdividido em critérios associados à actividade industrial e critérios associados a opções administrativas e sócio-económicas; e (ii) o do ordenamento do território. Para além da identificação de critérios são também especificados os respectivos pesos e calibradas as funções de normalização a utilizar nos processo de agregação. Finalmente apresenta-se uma síntese do modelo.

O Capítulo 6 ocupa-se do caso de estudo, que consiste na aplicação do modelo de localização industrial ao município de Valença. Define-se como objectivo do caso de estudo a avaliação do solo da área do município de Valença relativamente à sua aptidão para a localização de novas áreas industriais, tendo em linha de conta a realidade local. O capítulo inicia-se com uma muito breve apresentação do município, após o que se especificam os critérios e pesos, os

fluxogramas de análise e os fluxogramas de preparação de imagens correspondentes aos critérios. Inicia-se então o desenvolvimento de cenários de avaliação, logo seguido duma discussão aprofundada dos resultados à luz dos níveis de risco e *trade-off* assumidos em cada cenário. Finalmente procede-se à exploração do modelo através de três tipos de avaliação: (i) a identificação das áreas de maior aptidão para o uso industrial; (ii) a avaliação da área de uso industrial prevista no Plano Director Municipal de Valença; e (iii) a avaliação das áreas industriais já existentes (ocupadas) no município.

Finalmente, o Capítulo 7 é reservado às conclusões da dissertação. Faz-se uma breve revisão dos aspectos mais notáveis dos Capítulos 2, 3 e 4; apresentam-se as conclusões relevantes relativamente ao modelo teórico desenvolvido e à especificação para o Noroeste de Portugal; apresentam-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 de Valença; tecem-se, por fim, considerações relativamente a desenvolvimentos futuros.

O primeiro dos anexos, designado por Anexo A, apresenta todos os detalhes do inquérito efectuado ao painel de empresários, incluindo os questionários e os quadros de resultados.

No Anexo B é apresentada uma síntese estatística caracterizadora do município de Valença, onde se dá conta de diferentes variáveis e indicadores referentes à demografia, economia, segurança social, finanças locais e comunicações.

O Anexo C contém uma descrição dos operadores do *software* de Sistemas de Informação Geográfica IDRISI, utilizado como ambiente de modelação cartográfica, para efeitos de referência.

Por fim, no Anexo D é apresentada a totalidade dos mapas (imagens) representativos dos vários critérios utilizados no caso de estudo.

CAPÍTULO 2

LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL: UMA SÍNTESE DOS MODELOS E FACTORES

2.1 INTRODUÇÃO

A análise da localização industrial depara-se com problemas diversos. “Uns, de índole fundamentalmente teórica, prendem-se com a elaboração de modelos que permitem explicar, de forma geral e abstracta, a localização das diversas indústrias. Outros, sobretudo de carácter empírico, relacionam-se com a tentativa de compreensão e explicação da partilha das várias indústrias num determinado contexto histórico-geográfico” (Mendes, 1984, pp.283-284). O presente trabalho desenvolver-se-á essencialmente num campo intermédio entre as duas perspectivas, isto é, procurar-se-á compreender e explicar a distribuição espacial das indústrias, tendo como base a definição de um modelo, o mais geral possível, que permita definir as áreas com maior potencial para a localização de novas indústrias ou para a realocação de outras já existentes. No trabalho que será desenvolvido procurar-se-á obter ensinamentos das opções até agora tomadas, em termos de factores preferenciais de localização das indústrias já implantadas de modo a que o modelo a criar possa ser o mais útil possível na procura das potenciais opções de futuras localizações industriais.

Num contexto onde são cada vez mais restritas as opções possíveis, pois o planeamento urbano e regional, definindo zonas reservadas onde um uso específico é imposto, impede a livre localização, importa garantir que o processo de definição das zonas reservadas à implantação de novas indústrias seja o mais rigoroso possível.

A primeira parte do trabalho consiste na análise das diferentes teorias, surgidas ao longo dos tempos, que abordam a problemática da análise espacial da localização; fazem-se também algumas referências às evoluções recentes no

campo dos estudos teóricos e empíricos e finaliza-se esta parte com a análise dos diferentes factores intervenientes na localização da indústria.

Como refere Simões Lopes (1987, pp.171-172), “neste como noutros campos tem havido um certo afastamento entre as abordagens empíricas e as tentativas de generalização teórica; e nem sempre se tem visto nessa evolução relações de complementaridade entre a prática e teoria, em parte, talvez, porque a matéria aparece ligada a duas áreas disciplinares que poucas vezes têm criado oportunidades para abordagem integrada efectiva: a do geógrafo e a do economista. Além disso, a teoria tem avançado da única maneira como pode avançar: à base de hipóteses simplificadoras que tornem possível as abordagens da realidade complexa; e na natureza das hipóteses se têm apoiado os detractores das construções teóricas para lhes minimizar o interesse, eles que em regra são acusados por sua vez de lhes não interessar ver para além do caso concreto, isolado, os mecanismos lógicos que regulam o comportamento”.

A economia espacial e a economia industrial durante muito tempo caminharam separadamente, com alguns encontros de circunstância como a teoria da localização industrial e a geometria do espaço industrial, devidas a Weber e Palander (Derycke, 1995, p. 2).

2.2 OS PIONEIROS DA TEORIA DA LOCALIZAÇÃO

É habitual considerar-se como sendo Von Thünen (1826) o precursor da economia espacial; no entanto, sem dúvida que algumas preocupações deste tipo se encontram, de uma forma superficial, nos economistas dos séculos XVII e XVIII, tendo sido esquecidas durante o século XIX.

Richard Cantillon (1755) é o único que aprofunda os seus estudos de modo a ser considerado como um verdadeiro precursor da economia espacial. Von Thünen, após Cantillon, definiu os fundamentos da teoria da localização agrícola e Alfred Weber (1909) fez o mesmo para a localização industrial. Vários autores alemães e escandinavos tentaram ligar estas duas teorias à teoria económica geral, tais como Andreas Predöhl (1925), pela aplicação do princípio da substituição, Hans Weigmann (1931), por referência ao regime da concorrência imperfeita, e Tord Palander (1935), pela generalização do método das isolinhas, que está na base das curvas de indiferença. Em seguida apareceram os precursores da análise urbana com William Reilly (1929) e os seus estudos da área de influência das cidades e com Walter Christaller (1933), um dos primeiros estudos dos sistemas urbanos. Por fim, a obra de August Lösch (1940) constitui uma tentativa de elaboração duma

teoria geral de equilíbrio espacial e uma análise das áreas de mercado, enquanto que François Perroux (1950) propõe uma análise de conceitos de espaço económico, que define as relações existentes entre os diferentes elementos económicos.

Apesar desta sequência de desenvolvimentos teóricos, autores como Lajugie *et al.* sustentam que ainda que a integração do tempo, na análise económica, tenha sido uma das preocupações centrais dos economistas do fim do século XIX e princípios do século XX, a integração do espaço manteve-se até ao meio do século XX como um campo à parte da ciência económica (Lajugie *et al.*, 1985, p.16).

2.2.1 O PERCURSOR: RICHARD CANTILLON

No seu livro “*Essai sur la nature du commerce en générale*”, publicado em 1755, Cantillon inicia uma teoria da localização e uma análise das relações inter-regionais, “que não são mais do que verdadeiras políticas de descentralização industrial” (Lajugie *et al.*, 1985, p.18).

Partindo da repartição da população e das suas diferentes actividades, ele estuda as várias áreas de povoamento (aldeias, burgos, cidades e capitais), a sua situação, a sua dimensão e a sua zona de atracção. É a necessidade de economizar nos transportes que leva a que algumas aldeias se transformem em burgos, isto é, lugares de mercado. A área de influência desses mercados é função da densidade populacional envolvente e da distância entre os diversos centros de povoamento. A instalação aí de grandes proprietários fundiários, com grande poder financeiro, explica a formação de cidades e de capitais.

Nascem assim, entre as cidades e o campo, relações comerciais que criam fluxos de mercado e de moeda, e Cantillon esclarece, desde logo, a ideia de “balanços regionais”. A venda de produtos agrícolas que são transportados para os mercados, cria, devido aos transportes, diferenças locais de preços e prevê-se, desde já, a teoria de círculos concêntricos de Von Thünen. Cantillon mostra também como os preços no mercado urbano determinam a repartição das culturas em torno das cidades, tendo em conta os preços dos transportes e os riscos inerentes.

2.2.2 OS FUNDAMENTOS DA TEORIA DA LOCALIZAÇÃO AGRÍCOLA: VON THÜNEN

Foi necessário esperar três quartos de século para que um autor alemão colocasse em primeiro plano os problemas de ocupação do espaço e as implicações económicas. Foi em 1826 que apareceu, em Hamburgo, a primeira

parte da obra de Von Thünen, intitulada “*Der isolierte staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie*” (O Estado Isolado)¹⁰, que representa um grande esforço de abstracção para, a partir de um exemplo concreto, definir princípios gerais explicativos da localização de culturas e da delimitação de áreas de mercado. É necessário relembrar que a análise feita é anterior ao aparecimento do caminho de ferro e portanto existiam custos elevados e grandes demoras nos transportes, o que condicionava a localização das diferentes produções agrícolas face ao seu escoamento. No entanto, mesmo com a introdução de novos meios de transporte, o rigor e a qualidade do raciocínio desenvolvido mantêm-se válidos num processo analítico que vai levar à teoria, agora clássica, dos círculos concêntricos.

No seu modelo, os produtores agrícolas entram apenas em concorrência na localização óptima das suas culturas, e as necessidades do sistema produtivo (trabalho e matérias primas) são consideradas disponíveis em qualquer ponto (Derycke, 1995, p. 3).

2.2.2.1 O ESQUEMA TEÓRICO DOS CÍRCULOS CONCÊNTRICOS

Partindo da hipótese de um espaço agrícola perfeitamente homogéneo, plano, contínuo e isolado do resto do mundo por um deserto, igualmente fértil em toda a sua extensão, com facilidades de comunicações equivalentes em todas as direcções e no centro do qual se encontra uma cidade que desempenha o papel de mercado, pretende-se definir como se localizarão aqui as culturas.

O elemento determinante da localização será a maximização da renda fundiária, que neste caso depende da distância dos diversos locais de produção ao mercado. Para cada categoria de produtos, as culturas vão-se localizar de forma a reduzir os custos devidos ao transporte que são função da distância a percorrer e do peso a transportar. Sendo este custo, por hipótese, constante em todas as direcções, as zonas de culturas são definidas por círculos concêntricos, em torno da cidade. É uma primeira aplicação do método das “isolinhas”, de que se falará mais à frente.

De acordo com os seus estudos, Von Thünen definiu o seguinte esquema:

- A primeira zona, correspondente à periferia da cidade, é destinada às culturas leguminosas e à produção de leite, produtos de transporte delicado e caro;
- A segunda zona é destinada à silvicultura, então muito rentável devido à grande necessidade de madeira, e uma vez que o seu transporte era difícil e também dispendioso;
- Os três círculos seguintes são destinados à produção de cereais; em função do tipo de exploração, os preços são estabelecidos de modo a cobrirem os custos

¹⁰ A segunda e terceiras partes da sua obra foram publicadas respectivamente em 1850 e 1863.

mais elevados de exploração e transporte, das quantidades necessárias à satisfação de toda a procura;

- O último círculo é destinado à pastorícia.

2.2.2.2 DISTORÇÃO DO ESPAÇO REAL

Em seguida, o autor reintroduz os elementos que inicialmente tinha retirado, com o fim de simplificação, mas que provocam distorções não desprezáveis. A presença de uma via fluvial navegável, que permite transportes menos dispendiosos, tem como resultado o alongamento das áreas concêntricas acompanhando a direcção do rio; a existência de diversas povoações em vez de uma única, estabelecem diversos centros de círculos que se entrecruzam. Outros elementos, diversos valores de taxas e fertilidade dos terrenos não homogénea, traduzem-se em deformações do modelo primitivo.

Os resultados apresentados só podem ser válidos nas condições históricas que presidiram à definição das bases do estudo. Mas o raciocínio efectuado e os princípios básicos considerados podem-se considerar de certo modo generalistas. No entanto, foi necessário aguardar o fim do século para fazer a sua aplicação às novas condições de uma economia alterada pela segunda revolução industrial.

2.2.2.3 PROLONGAMENTO DA ANÁLISE

Albert Schaffle (1873) utilizou o método dos círculos concêntricos para explicar os resultados da luta entre forças centralizadoras e descentralizadoras na localização da indústria, segundo a importância relativa que possuíam, em cada sector, os diferentes factores: mão-de-obra, matérias primas e fontes de energia.

Na mesma época, um outro autor alemão, Wilhelm Launhardt (1882) prepara a transição entre Von Thünen e Alfred Weber recorrendo a um método puramente dedutivo e situando a sua escala de análise ao nível da empresa e não de cada sector. Ele mostra como os custos de transportes, proporcionais ao peso e à distância, funcionam como forças sobre as empresas, para determinar, em função da localização dos centros de produção de matérias primas e dos mercados consumidores, um ponto óptimo de localização, que consiste no “local do mínimo custo de transportes”. Launhardt (1885) seria também um dos primeiros a pensar numa teoria geral de fronteiras de áreas de mercado.

2.2.3 OS FUNDAMENTOS DA TEORIA DA LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL: ALFRED WEBER

Alfred Weber (1909) pretendeu definir uma teoria da localização industrial, tal como Von Thünen tinha pretendido definir uma da localização agrícola. Ele

definiu-a como sendo parte de um problema geral de repartição no espaço das actividades económicas e prolonga-a para uma teoria da evolução das estruturas locais e regionais.

2.2.3.1 OS FACTORES DE LOCALIZAÇÃO DAS INDÚSTRIAS

Analisando os factores que podiam influenciar a localização das indústrias, separou três que considerou principais, denominando-os de: ponto mínimo de custos de transporte; distorção do trabalho; forças de aglomeração ou desaglomeração.

a) O *ponto mínimo de custos de transporte* é determinado geometricamente, tendo em conta os dois elementos que condicionam esse custo, isto é, o peso e a distância. A decisão de localização tomada pelos responsáveis das empresas depende, em grande medida, da comparação de preço entre o transporte das matérias primas e dos produtos finais. O ponto óptimo que minimiza estes custos é determinado pelo método dos “triângulos de localização”, formados pelas linhas que ligam as fontes de matérias primas e os centros de consumo. No interior desta superfície exercem-se forças concorrentes que correspondem umas à atracção das matérias primas e outras à atracção dos produtos finais. No ponto em que se equilibram estas forças, atinge-se o menor valor das despesas de transporte. Pode ser definido um “índice de materiais” que corresponde à relação:

$$\frac{\text{Número de unidades de peso das matérias primas localizadas}}{\text{Número de unidades de peso dos produtos finais}}$$

Se este índice for superior à unidade, é a atracção das matérias primas que é predominante; se for inferior é a atracção dos produtos finais que condiciona. No entanto, algumas alterações podem ser admitidas, tendo em atenção o factor mão-de-obra.

b) A *distorção do trabalho* corresponde à atracção exercida por centros vantajosos em mão-de-obra. Esta distorção depende essencialmente das diferenças entre os níveis salariais dos diferentes locais, considerando a mão de obra imóvel e a oferta ilimitada. A influência deste factor sobre os produtos, por unidade de peso, mede-se através de um “índice de custo do trabalho”, que será tanto maior e provocará uma maior distorção, quanto maior for o peso da mão de obra no processo de produção. Coeficientes de trabalho elevados, levam a que as indústrias

se concentrem geograficamente e quanto mais baixos forem, maior dispersão haverá nas indústrias.

c) O nível de concentração atingido cria, por si só, um campo *de forças de aglomeração ou de desaglomeração*. O primeiro consiste em economias de aglomeração, resultantes do reagrupamento geográfico das empresas em termos de produção e de escoamento (existência de preços mais favoráveis, melhores adaptações às condições do mercado, integração de maior número de unidades fabris). O segundo traduz-se num aumento das rendas fundiárias provocado por uma concentração excessiva, que reduz os locais disponíveis e faz aumentar o preço dos solos.

O resultado da intervenção destas forças definirá a “densidade industrial” e poderá provocar variações relativamente à localização que os dois primeiros factores, transportes e trabalho, teriam tornado preferencial. A sua influência será maior nas indústrias com produtos de grande valor acrescentado e poderá ser medida por um “coeficiente de produção”. De uma maneira geral, as indústrias de elevado coeficiente de produção têm tendência para se aglomerarem.

2.2.3.2 EVOLUÇÃO DAS ESTRUTURAS LOCAIS E REGIONAIS

Esta teoria da localização industrial de Weber não é mais do que uma teoria da transformação das estruturas locais e regionais, atendendo a factores económicos e demográficos, históricos e geográficos. Numa primeira fase, a actividade agrícola produzia os meios de subsistência, o que leva, numa segunda fase, a concentrações da população, permitindo dessa forma o início das actividades industriais, comerciais e intelectuais. Estas diversas localizações reagem entre si e provocam novos processos de evolução no interior do sistema económico.

Contrariamente aos seus antecessores, Weber obteve, rapidamente, um grande acolhimento às suas ideias e exerceu grande influência não só na Alemanha mas também nos países anglo-saxónicos e escandinavos.

2.2.4 DAS TEORIAS DA LOCALIZAÇÃO A UMA TEORIA ESPACIAL GERAL

2.2.4.1 ANDREAS PREDÖHL E O PRINCÍPIO DA SUBSTITUIÇÃO DE FACTORES

Unir as teorias parciais da localização agrícola e industrial à teoria económica geral, foi o objectivo de Predöhl (1925, 1927, 1928), cuja obra não

surge por acaso, mas sim no seguimento do seu contemporâneo Walras. Ele consegue tal união aplicando o princípio da substituição, recuperado pelos marginalistas e sistematizado por Alfred Marshall e Cassel no problema da localização, a uma escala micro-económica.

Produção e localização são finalmente um único problema. Toda a mudança de localização de uma empresa está associada à substituição de factores produtivos localizados em diferentes pontos, em função dos seus preços relativos e dos custos comparados do transporte. Estes factores são, de qualquer modo, afectados por um coeficiente de ponderação local e as variações intervenientes nestes coeficientes provocam modificações nas suas combinações. No entanto, ao contrário do esquema clássico em que a substituição se operava num único ponto, Predöhl introduz a variável espacial, e a substituição pode agora traduzir-se por uma mudança de localização.

Na substituição de factores de produção, situados em diferentes pontos do espaço, entram em linha de conta, cada um por sua vez, os preços relativos dos factores, os custos que representam o transporte e a qualidade. Estes elementos traduzem-se em “unidades de utilização”, cujo número determina o grau de produtividade de cada factor. Predöhl distingue as unidades de utilização da terra, do capital e do trabalho, e as unidades de utilização do transporte, entre as quais têm lugar as substituições quando uma empresa muda de localização. Por exemplo, a alteração de uma localização A para uma localização B pode-se traduzir pelo emprego de um número cada vez maior de unidades de utilização de terra, de um número cada vez menor de unidades de utilização de capital e de trabalho e um igual número de unidades de utilização de transporte.

Para cada ponto do espaço pode-se assim determinar os custos correspondentes à melhor combinação dos factores de produção e as zonas em que os custos globais são menores são as preferenciais para a implantação das empresa.

Não parece possível para o autor definir uma fórmula geral de substituição de factores, mas ele crê ser possível chegar a generalizações empíricas, tendo em conta certas partes dos custos conhecidos como habitualmente substituíveis. Na sua época, por exemplo, a indústria de ferro localizava-se tradicionalmente junto às explorações de carvão e não próximas das minas de ferro; a indústria têxtil perto dos centros de mão-de-obra e não dos locais de produção da matéria prima. De uma maneira geral, quando só factores técnicos é que estão em jogo, e para custos fixos, a taxa de substituição pode-se exprimir em termos técnicos e quantitativos.

É possível encontrar uma aplicação, ainda mais abrangente, do princípio da substituição, no trabalho do autor americano contemporâneo Walter Isard (1949),

que faz deste princípio a base de uma teoria geral da interdependência espacial das unidades de um sistema económico.

2.2.4.2 HANS WEIGMANN E A CONCORRÊNCIA IMPERFEITA

Os autores precedentes admitiam todos, como base implícita do seu raciocínio, um regime de concorrência puro e perfeito. Hans Weigmann (1931) vem sublinhar que esta hipótese é de todo inapropriada à análise espacial.

Num estilo infelizmente pouco claro e utilizando conceitos de base complexos e confusos, Weigmann tentou formular uma teoria “realista” que envolve a estrutura espacial dos processos económicos, a extensão e as ligações espaciais dos mercados e as interrelações espaciais dos volumes económicos. Retenha-se somente aqui a consideração das diversas formas de mercado e a sua contribuição para a metodologia da análise espacial.

Weigmann mostra, antes de mais, que os mercados, tidos como superfícies e não como pontos, estão limitados no espaço, uma vez que em todas as direcções a mobilidade dos factores e dos produtos choca com obstáculos múltiplos e de natureza variada (económicos, sociais, políticos e culturais). A concorrência dos factores e dos produtos entre si, em locais diferentes, é portanto incompleta. A existência mesmo de um espaço físico, isto é, a passagem de um espaço abstracto a um espaço real, implica mobilidade imperfeita e inelasticidade espacial, e mesmo ainda elasticidade espacial negativa.

Esta aplicação à análise espacial, da hipótese de concorrência imperfeita ou de concorrência monopolista, já evocada por Hotelling (1929), seria reposta e desenvolvida por Chamberlin (1933).

Por outro lado, do ponto de vista metodológico, Weigmann substitui a análise casual e linear tradicional por uma abordagem em termos de equilíbrio geral de economia espacial, concebida como um vasto ordenamento de mercados espaciais. Ele deseja apresentar um quadro realista e funcional da totalidade da vida económica, no qual os diversos elementos são ponderados em função da sua importância.

Tudo isto leva-o a tentar determinar uma “forma básica” dos fenómenos económicos, a partir da qual poderão ser dominadas e sistematicamente ordenadas as inumeráveis formas espaciais que revelam os processos económicos. Certas estruturas são activas e mudam frequentemente, outras, passivas, mudam lentamente. Estas últimas, relativamente permanentes, são os elementos essenciais da “forma básica”, e a sua combinação determina a estrutura fundamental da economia. Elas englobam os mercados dos factores produtivos, terra e trabalho. As estruturas variáveis (mutáveis) são consideradas como acidentais ou secundárias e

os seus movimentos estão condicionados, em larga medida, pela forma básica, já determinada pelo núcleo dos mercados mais estáveis. Elas correspondem preferencialmente aos mercados específicos dos bens capitais.

2.2.4.3 TORD PALANDER E O MÉTODO DAS ISOLINHAS

Na sua tese de doutoramento, escrita na Alemanha, o sueco Tord Palander, apresenta, em 1935, uma importante “Contribuição para a Teoria do Espaço”.

Palander insiste sobre a complexidade dos factores de localização, numa economia fundada sobre a divisão do trabalho e sobre o mecanismo do mercado: factores técnicos e resultados exactos do cálculo económico, mas também elementos climáticos, legislativos, institucionais. Demonstra ainda que a localização do consumo levanta, também ela, problemas complexos, uma vez que na economia capitalista moderna esta não é sempre comandada pela localização da produção.

Palander procede a uma comparação interessante de trabalhos anteriores distinguindo, de uma forma um pouco arbitrária, as “teorias espaciais” e as “teorias universais” da localização e anuncia a sua ambição de chegar a uma síntese geral, da qual dá um plano mas que não realizará senão parcialmente.

O exemplo da imperfeita mobilidade da mão-de-obra ou do capital real desmente a ideia de que os factores de produção são instantaneamente atraídos para os locais onde a sua remuneração é a mais elevada. De facto, a repartição espacial das actividades económicas depende, por sua vez, das condições dos períodos anteriores e da rapidez dos movimentos de adaptação. A análise deve pois integrar a duração de reacção dos diversos factores de localização.

A partir daí, Palander é levado a estudar as reacções do empresário perante as diferenças locais nas condições de mercado; é a teoria do dipolo, aplicada às relações de dois vendedores, em condições idênticas, situados em dois pontos diferentes, que lhe parece constituir o modelo mais próximo da realidade.

É nesta altura que ele vai generalizar o método das isolinhas, das quais Pareto havia feito uma ilustração notória com as curvas de indiferença, e que vários autores começaram a aplicar à análise espacial, seguindo o espírito de Von Thünen com os seus círculos concêntricos.

Sabe-se que uma isolinha é um lugar geométrico de pontos representando certas características idênticas. Os geógrafos fazem um largo uso desta técnica, como por exemplo as isotérmicas e as isóbaras.

Já antes de Palander, a aplicação desta técnica havia sido feita com diversas grandezas económicas, tais como:

1º *A distância.* O sueco Olaf Jonasson (1930) havia introduzido o conceito de “isodistantes”, lugar geométrico dos pontos situados a iguais distâncias, em linha recta, de um centro. Por definição as isodistantes definem círculos concêntricos e a intersecção de isodistantes absolutas do mesmo valor, isto é, a intersecção de círculos traçados a partir de dois centros e tendo o mesmo raio, permite definir isodistantes relativas, que constituem o lugar dos pontos situados a igual distância de dois centros.

2º *O preço e a duração do transporte.* Foi uma vez mais Jonasson que desenvolveu o conceito de “isovector”, lugar dos pontos para os quais os custos de transporte são iguais para uma dada mercadoria.

Por sua vez, Alfred Weber havia definido as “isodapanes”, lugares geométricos dos pontos de igual aumento nos custos de transporte, devido à mudança de localização relativamente ao ponto mínimo de transporte, sob a influência da atracção do factor mão-de-obra. Estes pontos podem estar ligados por curvas que circundam o ponto mínimo de transporte a uma distância variável, segundo o índice material próprio da indústria considerada. Estas curvas são “isodapanes” (curvas de igual custo) e Weber destaca, de entre elas, uma chamada “isodapane crítica”, que corresponde aos pontos onde as economias realizadas, em termos de mão-de-obra, são iguais às despesas suplementares suportadas em termos de transportes. A localização da empresa será desviada para a fonte de mão-de-obra, se esta se situar no interior da área delimitada pela "isodapane crítica", isto é, se estiver localizada, ela própria, sobre uma "isodapane" de menor valor, correspondente a um aumento dos custos de transporte inferior às economias em mão-de-obra.

A estes instrumentos de análise Palander vai acrescentar as “isócronas”, lugares de pontos para os quais a duração do transporte é a mesma, seja em relação a um só centro (isócronas absolutas) seja em relação a vários centros (isócronas relativas).

Mas Palander vai, sobretudo, desenvolver esta técnica, utilizando o conceito de “isodapane” para designar o lugar geométrico dos pontos para os quais a soma total dos custos de transporte é a mesma quer para as matérias primas quer para os produtos acabados.

Para uma tal rede de "isodapanes", é necessário construir "isovectores" para cada matéria prima e para cada produto final. No caso das matérias primas, os "isovectores" unem os pontos para os quais a quantidade necessária de matérias primas pode ser expedida com o mesmo custo de transporte. Pode-se portanto traçar, em torno de cada fonte de matéria prima, uma rede de "isovectores"

correspondendo cada um a um dado custo de transporte, que aumenta em geral com a distância em relação a essa fonte. No caso dos produtos finais, os "isovectores" unem os pontos para os quais um produto pode ser expedido, a um dado mercado, pelo mesmo custo de transporte. Também aqui se pode traçar uma rede de "isovectores", correspondendo cada um a um nível diferente de custo de transporte que, em geral, aumenta com a distância ao mercado.

Uma vez definidas tais redes de "isovectores" em torno de todas as fontes de matérias primas e de todos os mercados relativos a um problema de localização, podem-se traçar as "isodapanes", unindo todos os pontos onde a soma total dos custos de transporte será a mesma, para as matérias primas e para os produtos finais. Estas "isodapanes" definem os limites de uma superfície de custo total de transporte, no interior da qual se situa o ponto mínimo de transporte.

A partir daí, Palander tornará mais complexas as redes de "isodapanes", combinando diversas hipóteses: tarifas uniformes ou tarifas decrescentes em matéria de transportes, existência de uma ou várias matérias primas, igualdade ou não no peso da matéria prima e no peso do produto, hipóteses que distorcem a rede de "isodapanes", mas que aproximam o esquema da realidade. Desta forma mostra, por exemplo, que as tarifas variáveis tendem a criar vários pontos mínimos de transporte, entre os quais se encontram zonas onde os custos sofrem só fracas variações, ou então que, segundo o tipo da tarifa e das relações existentes entre o peso das matérias primas e dos produtos e entre os lugares de extracção e produção, a localização óptima pode situar-se em zonas suficientemente amplas, no interior das quais o factor transporte deixa de ser o elemento essencial de decisão.

3º O *preço total*. Por fim, o método das isolinhas pode ser aplicado ao preço de venda dos produtos, entendido como a soma do preço na produção com o custo de transporte.

Schilling (1924) determinou assim as "isostantes", lugares de pontos para os quais o preço de uma mercadoria é idêntico, qualquer que seja a sua proveniência. A "isostante" é o lugar onde eventuais diferenças nos preços de origem são compensadas pelas diferenças de sentido contrário no preço do transporte.

Palander vai definir com precisão o conceito de "isótimas", lugares dos pontos onde os preços de uma mercadoria proveniente de um dado centro são iguais. Bem entendido, "isótimas" são constituídas por círculos concêntricos quando o custo de transporte é idêntico em todas as direcções e confundem-se, por isso, com os "isovectores". As "isostantes" são obtidas ligando entre si os pontos de intersecção das "isótimas" que têm o mesmo valor, e elas definem a área de mercado de cada centro de produção, pelo menos para a venda no produtor e no

comércio por grosso, uma vez que o comércio a retalho obedece a normas diferentes.

2.2.4.4 WALTER CHRISTALLER E A ANÁLISE DOS SISTEMAS URBANOS

O estudo das zonas de influência dos centros urbanos, tendo em conta o papel das aglomerações urbanas enquanto pólos de atracção, deveria levar, muito naturalmente, à análise da justaposição e da comprovação destas zonas e às relações existentes entre estes pólos. Assim deveriam nascer os conceitos de rede e de sistemas urbanos, e numerosos autores tentaram estabelecer os princípios de uma hierarquia dos centros urbanos que conduziria posteriormente a uma política de organização sistemática da estrutura urbana.

Em 1933, Walter Christaller elabora uma teoria de lugares centrais, que consiste numa análise da hierarquia dos centros urbanos, baseada nas suas actividades terciárias e serviços prestados à sua área de influência. Ele parte da ideia de que todo o aglomerado é constituído tendo em vista fornecer um certo número de bens e serviços terciários ao resto do país: é o princípio do abastecimento dos mercados (*marktprinzip*). O exercício das funções comerciais constitui uma primeira força aglomerativa para as populações rurais, dispersas sobre um dado território; as necessidades de troca levam a um ajuntamento pelo menos periódico (feiras, mercados), num lugar privilegiado do ponto de vista das distâncias a percorrer. Uma segunda força tenderá a tornar esta aglomeração permanente, residindo no facto de que certos bens e serviços não podem ser produzidos a não ser num número limitado de lugares, onde estão reunidos os factores de produção necessários e a partir dos quais eles são distribuídos por todo o território.

A importância do centro de produção e a extensão da zona servida variam com a natureza do produto ou do serviço. Para os bens “inferiores”, tais como os alimentares ou pronto a vestir corrente, objectos de uma forte e regular procura, a distribuição pode ser mais dispersa; o volume de população a abranger para assegurar a viabilidade da comercialização destes produtos é relativamente baixo. Pelo contrário, os bens e serviços “superiores” (artigos de luxo, serviços de especialistas, teatros) são procurados por um número inferior de pessoas e menos frequentemente é necessário por isso uma população muito maior para tornar possível a produção e a comercialização que, neste caso, estarão muito mais concentradas geograficamente.

Obtém-se então uma hierarquia de centros urbanos baseada na natureza dos bens e serviços produzidos, distribuídos pela extensão da área servida. Os lugares centrais secundários exercem somente funções correntes, enquanto que os lugares

centrais principais exercem, para além destas, certas funções mais raras que correspondem ao que se denominará por bens e serviços “excepcionais”. Neste caso, a área de influência dos lugares centrais principais engloba várias aglomerações secundárias.

A partir daí, Christaller, tenta sistematizar os princípios da organização urbana do espaço.

Na base da hierarquia está a aldeia, aglomeração rural; é o lugar central que exerce as funções elementares e cuja área de influência é a mais reduzida. De acordo com o trabalho de Christaller, esta deverá ser alcançada numa hora de marcha e a sua área de atracção não deverá ser superior a quatro quilómetros.

Estas áreas de influência dos centros elementares consistiriam em círculos de 4 Km de raio, mas tal configuração levanta o problema dos espaços não preenchidos (áreas não servidas). Também a pressão da concorrência conduzirá a uma sobreposição das áreas de influência circulares; Christaller chega então a determinar uma estrutura elementar em triângulos equiláteros, nos quais os vértices são ocupados pelos lugares centrais e que se reagrupam em hexágonos regulares. Sendo a distância entre cada um dos vértices e o centro dos triângulos de 4 km, o comprimento de cada lado do triângulo, isto é, a distância que separa dois lugares centrais elementares, será portanto igual a $4 \text{ km} \times \sqrt{3}$, seja 7 km aproximadamente. A partir disto é fácil mostrar que os centros dos hexágonos correspondem a lugares de hierarquia mais elevada, separados por uma distância de $7 \text{ km} \times \sqrt{3}$, seja 12 km aproximadamente. Seguindo este raciocínio, chega-se a determinar um sistema hierarquizado de lugares centrais que estarão distanciados entre si de 21, 36, 62km, etc. (Figuras 2.1 e 2.2).

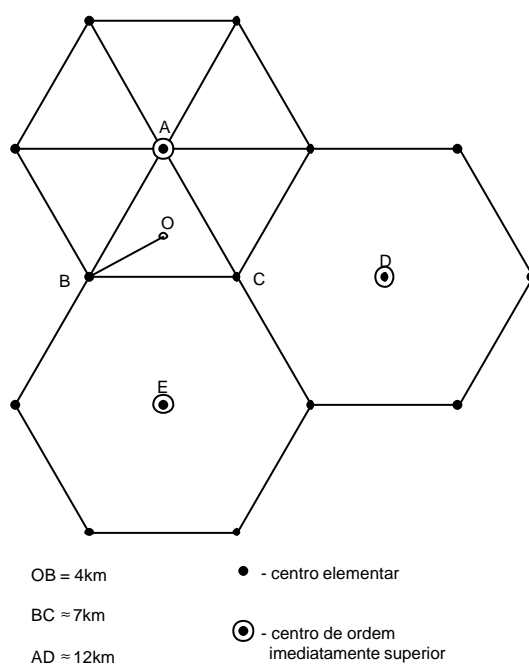


Fig. 2.1 - A hierarquia urbana segundo Christaller

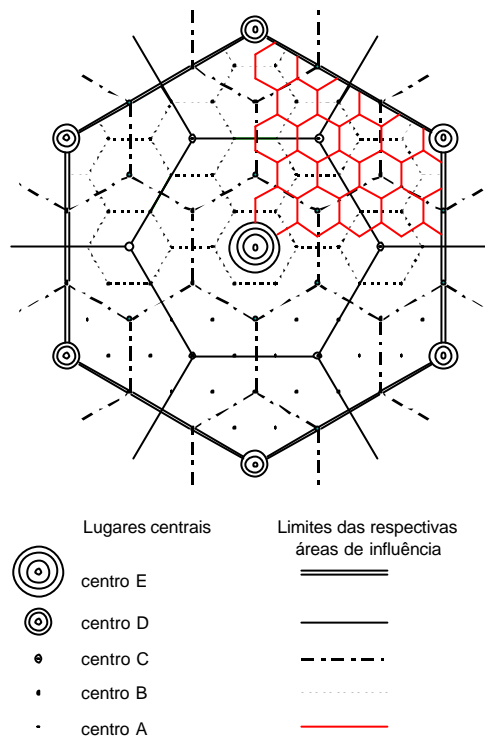


Fig. 2.2 - Os lugares centrais e respectivas áreas de influência segundo Christaller

A aplicação deste princípio ao sul da Alemanha, então caracterizado por uma densidade de 60 habitantes por quilómetro quadrado, permite a Christaller construir racionalmente uma estrutura urbana, comportando até sete níveis hierárquicos.

No entanto, este modelo teórico apresenta algumas distorções na realidade, uma vez que, a par do princípio do abastecimento dos mercados, baseado no volume da população servida, dois outros princípios influenciam a repartição das aglomerações no espaço: o princípio do transporte (*Verkersprinzip*), baseado na natureza e qualidade das vias de comunicação e o princípio da organização administrativa (*Zuordnungsprinzip*), baseado nas funções administrativas das cidades.

Uma vez que o princípio do mercado conduz a uma estrutura hexagonal regular, do tipo “alveolar”, correspondendo a um espaço homogéneo e abstracto, a tomada em consideração das vias de comunicação, numa análise concreta do espaço diferenciado, leva a uma distribuição do tipo linear das aglomerações, cuja área de influência se estende ao longo dos eixos de transporte. Também a distribuição dos lugares centrais está igualmente afectada pelas estruturas

administrativas, uma vez que os centros administrativos nem sempre coincidem com os centros comerciais. Christaller considera que na prática um centro administrativo controla sete centros de ordem imediatamente inferior (contra três para os centros comerciais).

Naturalmente, os três princípios de organização devem estar combinados para dar uma imagem completa das redes urbanas reais, e a sua respectiva influência varia segundo a natureza de cada caso.

Foram realizadas numerosas tentativas de verificação empírica da análise de Christaller, tanto nos Estados Unidos como na Grã-Bretanha e na Alemanha. Todas elas se depararam com a dificuldade de escolher critérios de classificação de produtos e de serviços, que permitissem estabelecer uma hierarquia das funções urbanas ou determinar os elementos a reter para medir a extensão das áreas de influência e chegar a uma hierarquia dimensional dos centros urbanos.

Por isso alguns autores foram levados a fundamentar a hierarquia dos centros urbanos com base em relações mais rigorosas entre a sua ordem e a sua dimensão, ou ainda entre as suas funções e a sua dimensão.

2.2.4.5 A ANÁLISE GERAL DAS ÁREAS DE MERCADO: AUGUST LÖSCH

As análises empíricas de Christaller deram bem cedo lugar a um enorme esforço de abstracção, tendente à generalização das conclusões para as integrar num verdadeiro modelo de equilíbrio global. É ainda um autor alemão que, nos meados do século XX, realizará esta primeira formalização esquemática do espaço económico, com a sua grande obra “O ordenamento espacial da economia” (1940).

No seu livro, que é o culminar de uma obra abundante e multiforme, Lösch (1940) faz a síntese dos trabalhos dos seus antecessores e completa-a com achegas originais e importantes. Alargando o problema da localização industrial a todo o sistema económico, sugere uma teoria de equilíbrio espacial geral, que se mantém ainda actual. O seu trabalho articula-se em torno de três temas principais: uma teoria da localização, uma teoria das regiões, que é de facto uma teoria das áreas de mercado, e uma teoria da troca. Vamos aqui analisar as duas primeiras.

2.2.4.5.1 A TEORIA DA LOCALIZAÇÃO

As localizações efectivamente encontradas na realidade, não estão necessariamente conforme as normas que deveriam determinar a sua localização ideal; o importante, diz Lösch, não é procurar as considerações que guiaram os empresários na sua escolha, mas sim determinar de forma abstracta as condições óptimas de localização. Os princípios desenvolvidos serão, aliás, diferentes conforme se trate do ponto de vista do empreendedor individual a um nível sectorial (industrial, agrícola ou urbano) ou a um nível global.

Com efeito as localizações particulares, determinadas em função da situação dos factores de produção, tanto dos concorrentes como dos consumidores, influenciam-se umas às outras pelas suas repercussões ao nível da oferta e da procura e, por isso, ao nível da forma e da natureza das actividades económicas. As localizações individuais são determinadas pela procura do lucro individual máximo; estas inter-relações levam à igualização das vantagens das unidades económicas e à maximização do número de unidades autónomas.

Resultam, por isso, entre os centros de produção e os centros de consumo, combinações características que constituem mercados parciais, subdivisões do mercado global: são as “áreas de mercado” que se podem reportar a dois tipos principais - vários produtores reagrupam-se em torno de um centro de consumo, situação definida por Lösch como constituindo uma “região de abastecimento”, ou centros de consumo reagrupados em torno de um produtor, e nesse caso ele define como constituindo uma “região de extracção”. A primeira é particularmente característica da localização agrícola e a segunda da localização industrial.

Pouco importa o número de unidades de produção, que é geralmente mais elevado na agricultura do que na indústria, o que conta é o número e a posição das localizações: é isto que determina a natureza da região. Estas localizações podem ser dispersas ou aglomeradas e as concentrações podem, elas mesmas, consistir em reagrupamentos pontuais ou reagrupamentos por zonas. No primeiro caso, as áreas de mercado sobrepõem-se; no segundo caso elas estão justapostas e as suas fronteiras correspondem seja a linhas seja a faixas de terreno, segundo a força respectiva das localizações concorrentes e segundo a diversidade dos produtos.

A partir daí, Lösch analisa as particularidades que distinguem a localização industrial e a localização agrícola.

No caso da indústria, tema em estudo, entram em linha de conta os custos (custos de transporte, custos de produção e a relação entre os dois) e as receitas (importância e poder de compra da clientela, nível dos preços); mas se estes diversos elementos podem explicar as localizações reais, a localização ideal depende, por seu lado, do rendimento líquido. No entanto, após ter colocado desta forma a interdependência estreita que relaciona preço, procura e localização, Lösch não crê conseguir chegar a uma fórmula geral, determinando a localização óptima, por ser tão elevado o número de variáveis em jogo. Tudo o que se pode fazer é reconhecer para cada localização industrial virtual a procura total possível e o volume de produção desejável, em função do seu custo.

Para Lösch a formação de centros urbanos corresponde a aglomerações pontuais de localização não agrícola. Esta formação explica-se por cinco séries de factores:

- as vantagens da grande produção podem levar à concentração, num local, de grandes empresas individuais;

- as empresas do mesmo tipo podem ser levadas a aglomerar-se pela atracção das economias externas, pelas vantagens técnicas do local, no que respeita aos factores de produção, e pela maior possibilidade de concorrência;

- as empresas heterogéneas podem-se aproximar geograficamente devido às suas ligações de interdependência;

- os centros urbanos podem nascer da simples aglomeração de consumidores;

- convém ainda acrescentar o factor histórico que favorece a aglomeração em torno das fontes de oferta pré-existentes, quer se trate de matérias primas, de fontes de energia, de mão-de-obra ou de capital.

As mesmas razões (vantagens do local, atracção das fontes de oferta, benefícios da concentração) explicam a formação das “cinturas industriais” dos centros urbanos.

A partir destas teorias parciais da localização, Lösch discute as condições de um equilíbrio espacial geral. Ele crê que este é determinado pelo jogo de duas tendências fundamentais: a maximização das vantagens individuais e a maximização do número de unidades económicas autónomas. A interdependência das localizações está assegurada no ponto de equilíbrio destas duas tendências. Este pode ser encontrado por um sistema de equações a que correspondem cinco condições:

- a localização de cada unidade deve ser o mais vantajosa possível;

- as localizações devem ser suficientemente numerosas de forma a cobrir a totalidade do espaço;

- os lucros anormais devem desaparecer;

- as áreas de oferta, de produção e de venda devem ser o mais pequenas possível, isto é, de um tamanho que permita a sobrevivência do maior número possível de unidades individuais;

- os limites das áreas económicas são linhas de indiferença, que podem pertencer a qualquer das localizações vizinhas.

No entanto, mesmo preenchidas estas condições, a melhor localização para os produtores não é necessariamente a melhor para os consumidores e subsiste sempre uma diferença fundamental: para a produção e consumo de bens industriais, a melhor localização encontra-se numa grande cidade, enquanto que para os bens agrícolas ela implica uma distribuição estável e uniforme.

Ainda, após ter estabelecido que existem tantas equações como incógnitas e que um sistema espacial de equilíbrio geral é possível, Lösch não explicita as formas deste equilíbrio. Ele não desenvolve este sistema de equações, que ele

próprio julga ser muito geral para ter uma aplicação prática, e apresenta uma teoria das áreas de mercado e das regiões que lhe parece ser intermediária, lógica e necessária, entre a teoria das localizações individuais e a teoria do equilíbrio espacial geral.

2.2.4.5.2 A TEORIA DAS ÁREAS DE MERCADO

A análise das áreas de mercado e da sua imbricação em regiões económicas constitui, sem dúvida, a contribuição mais importante de Lösch para a teoria económica do espaço.

Lösch concentra o seu esforço na linha de Berthil Ohlin (1933), que havia contestado o princípio da teoria clássica do comércio internacional, identificando fronteiras políticas e fronteiras económicas. Ele deseja mostrar que se podem delimitar regiões económicas que não coincidem com os estados e que, ou bem se situam no interior das fronteiras políticas ou bem as transcendem.

1º O modelo: um espaço homogéneo abstracto.

Como Von Thunen, Lösch parte da hipótese, simplificada ao extremo, de uma área de mercado constituída por um espaço economicamente homogéneo: uma planície uniforme sobre a qual as matérias primas e população estão repartidas de igual modo e que dispõe de facilidades de transporte equivalentes em todas as direcções. À partida, cada centro vive em economia fechada e a influência de forças extra económicas está excluída.

Se um dos exploradores agrícolas resolve produzir um bem, cerveja por exemplo, para lá das quantidades necessárias às suas necessidades, ele descobre as vantagens da especialização e da produção em massa, contrabalançadas, no entanto, pelos custos de transporte que limitam o escoamento do produto, para lá de uma certa distância. A sua área de mercado vai depender da curva da oferta e do preço no mercado, isto é, do preço total: preço de venda mais custo de transporte. Cumprindo os postulados da uniformidade, então estas áreas de mercado possuem uma forma circular.

Logo que outros vendedores apareçam, o espaço divide-se em círculos que delimitam a área de mercado de cada exploração agrícola. Com o crescimento do número de vendedores, os círculos acabam por se tornar tangentes e a área de mercado de cada unidade de produção é contígua a outras seis. No entanto, uma parte da população não é servida, aquela que reside nos espaços intersticiais, uma vez que os círculos deixam espaços vazios. A pressão da concorrência vai então, pouco a pouco, modificar as áreas de mercado primitivas e dar-lhe uma forma hexagonal, que tem a dupla vantagem de cobrir toda a superfície a servir e igualizar

os custos de transporte a partir do ponto central de produção (ver Figura 2.3).

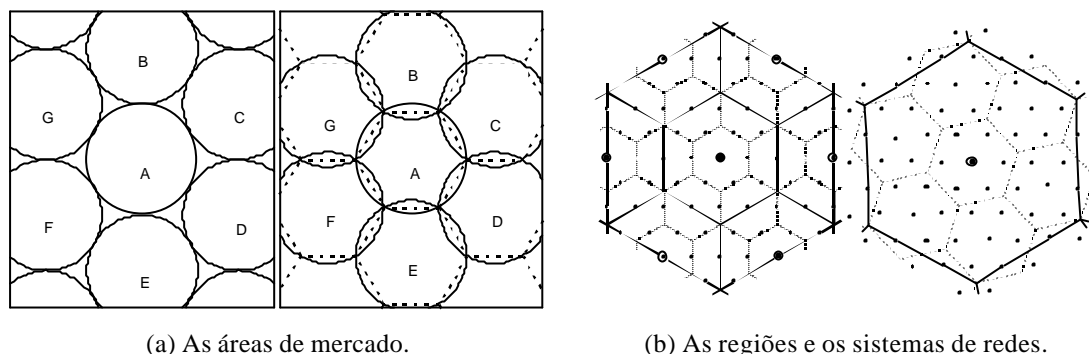


Fig. 2.3 - A organização do espaço segundo Lösch.

O hexágono representa assim uma área elementar de mercado e é a forma economicamente óptima, uma vez que, se os quadrados e os triângulos oferecem também eles a possibilidade de preencher os espaços vazios, o hexágono é a figura geométrica que menos se afasta do círculo e que permite atingir, em igual superfície, a maior procura por unidade de superfície.

Este modelo alveolar continua válido se se passar da hipótese de uma população uniformemente distribuída a uma população agrupada em explorações agrícola equidistantes, das quais apenas algumas se transformam em fábricas de cervejas e produzem cerveja para o mercado. Cada uma destas se situará no centro do hexágono e abastecerá um certo número de explorações agrícolas, número variável segundo elas se implantem nos ângulos, no meio dos lados ou no interior dos hexágonos. No primeiro caso, a concorrência existirá entre três fábricas de cerveja e cada uma delas servirá duas outras explorações agrícolas; no segundo caso, a concorrência existirá entre duas fábricas de cerveja, cada uma servirá três outras explorações agrícolas; no terceiro caso cada fábrica de cerveja conservará a clientela das seis outras explorações agrícolas. A partir destas três disposições elementares pode-se complicar o esquema mostrando como se dispõem, em torno de um ponto central de produção, os hexágonos de dimensões cada vez maiores, mas cujos pontos centrais estão sempre separados por uma distância dada pela fórmula $b = a\sqrt{n}$; em que, b representa a distância entre dois pontos centrais de produção, a é constante e igual à equidistância entre todos os centros de consumo e n representa o número de centros servidos.

Estas redes de hexágonos ordenam-se em “sistemas de redes” logo que se combinem as áreas de mercado de vários produtos heterogéneos. Além disso, em lugar de deixar que as diversas redes se constituam ao acaso, sobre a superfície considerada, pode-se obter um arranjo mais ordenado fornecendo-lhes um mesmo

centro, que se tornará então num grande centro urbano beneficiando de uma procura local importante. Os outros centros urbanos, para os quais Lösch, depois de Christaller, retoma a denominação de “lugares centrais”, estarão dispersos regularmente; os pequenos centros urbanos situar-se-ão a meio caminho entre os dois maiores e o tamanho das aglomerações aumentará com o seu afastamento do “lugar central principal”.

Estes sistemas de redes constituem “as regiões económicas” e a sua dimensão depende da dimensão da área mais vasta de mercado que as constitui. Por sua vez eles constituem, com os sistemas vizinhos, “redes de sistemas”, igualmente em forma hexagonal e que são agrupamentos de regiões. Temos assim uma hierarquia das áreas de mercado.

2º A reconstituição do espaço concreto.

A ordem deste esquema ideal é perturbada, frequentemente, por factores reais que Lösch introduz no seu raciocínio:

- os *elementos económicos*: são as diferenças espaciais de preços, de produtos ou de custos de transporte. As áreas de mercado diminuem com as diferenciações de preços; ao contrário, elas aumentam e interpenetram-se com a diferenciação dos produtos, que podem nesse caso encontrar escoamento em áreas concorrentes. O efeito das diferenças locais nos custos de transporte é mais complexo, mas ele vai, em geral, no sentido de um alargamento das áreas.

- os *elementos naturais*: diferenças de fertilidade do solo e, sobretudo, desigualdade nas facilidades de acesso.

- os *elementos humanos*: não existe nem uniformidade nem racionalidade no comportamento dos empresários no que diz respeito à extensão dos mercados, aos preços, à escolha das localizações; diferenças idênticas existem entre grupos nacionais, sobretudo em matéria de consumo.

- os *elementos políticos*: na realidade, o fenómeno estado e as fronteiras políticas são um obstáculo à mobilidade dos factores de produção e dos produtos, e originam quer uma redução do número de localizações nas zonas fronteiriças quer a sua deslocação de um estado a outro.

Assim se encontra reconstituída uma paisagem económica, suficientemente distanciada do modelo abstracto que serviu de base a um raciocínio metodológico de cujo interesse alguns se interrogam. Lösch não ignorou esta objecção, mas

afasta-se dela deliberadamente. “É certo”, escreve ele, “que a estrutura económica que nos envolve apresenta muitos traços ilógicos, irregulares, impossíveis e que parecem não estar sujeitos a nenhuma lei, mas recuso-me a enfatizar esta falta de ordem... Existe uma explicação racional que tem muito mais importância a longo prazo que as explicações contingentes”.¹¹

2.3 AS ORIENTAÇÕES RECENTES DA TEORIA DA LOCALIZAÇÃO

Como refere Philippe Aydalot (1985, p. 50), “a teoria da localização está em crise”. No limiar do terceiro milénio questiona-se a consistência interna do quadro teórico então existente, sendo notórias algumas insuficiências e limitações. A redução evidente do papel dos transportes retira às teorias clássicas da localização a sua base de suporte essencial. A concepção implícita do espaço, em que elas se apoiavam, aparece manifestamente bastante reduzida, e a grande desordem existente nas localizações observadas desde os anos 50, coloca-lhes problemas que já não sabem resolver. Várias orientações recentes, que definem novos pressupostos mais ou menos importantes, oferecem novas explicações para as opções tomadas na localização das indústrias.

2.3.1 A VIA CLÁSSICA: LOCALIZAÇÃO E INCERTEZA

Esta orientação assenta em vários argumentos: a decisão de localização, que tem efeitos a longo prazo, suporta mais do que qualquer outra o efeito da incerteza; a empresa não pode considerar que está num meio em que os preços são conhecidos ou previsíveis, e não pode apenas aplicar o cálculo económico. A melhor escolha já não é a procura de uma impossível maximização, mas sim de minimizar os riscos e de adoptar uma atitude probabilística, devendo-se colocar primeiramente os factores de escolha cuja racionalidade não seja financeira.

A estratégia de minimizar os riscos impõe-se e justifica a menor das deslocalizações: a inércia torna-se racional, o que leva a uma recondução dos modelos da localização herdados do passado. Fazer “como os outros” parece lógico, e as localizações devem-se agrupar. De uma forma geral, a incerteza justifica a escolha de uma localização não óptima, mas apenas viável, ao passo que a rentabilidade máxima é procurada por outra via (nas escolhas cujo impacto é a curto prazo, sobretudo escolhas técnicas). É o que propõe Richardson (1973). Smith (1971) acha que as empresas incapazes de quantificar com precisão o

¹¹ Segundo Lösch, citado por Lajugie *et al.*, 1985, p. 58.

balanço económico, obtido para cada localização possível, vão-se limitar a definir, para o território em causa, zonas de lucros positivos, e escolherão, dentro dessas zonas, as localizações que maximizem as vantagens não financeiras.

Assim, os factores não económicos apresentam uma importância crescente e podem mesmo ser justificados de uma forma económica.

Investigadores como Greenhut e Colbert (1962), mostraram que as escolhas fundamentadas em opções pessoais podiam revelar-se óptimas, pois levavam à escolha de localizações perfeitamente conhecidas. Hoover (1948) e Tiebout (1957) pensam que localizações escolhidas ao acaso acabam por ser óptimas, uma vez que as más escolhas são progressivamente eliminadas pela concorrência. Paradoxalmente, as escolhas, mesmo não racionais economicamente, baseadas em pressupostos que não permitem o correcto conhecimento do mercado, podem-se tornar satisfatórias. A preferência pelas comodidades pessoais, que levam as empresas para as grandes cidades, traz resultados positivos, uma vez que, num futuro incerto, estas oferecem as melhores garantias, pois existe aí uma tendência para o crescimento, bem como para uma maior divulgação de todos os tipos de informação.

Mas sendo assim, a localização depende de um modelo probabilístico, tal como o que é proposto por Pred (1967 e 1969) ou Richardson (1973). Para este último, os movimentos inter-regionais de capital dependem de duas séries de factores: o volume dos capitais oferecidos em cada região e o balanço oferecido por cada região (riscos, incerteza, lucros potenciais, vantagens oferecidas por cada região...). Richardson, fazendo uma síntese destas informações, define assim uma matriz em que a cada caso corresponde um coeficiente probabilístico.

Aydalot (1985, p. 51) procura também responder a algumas questões quanto às tendências seguidas pela teoria de localização.

Que dizer desta orientação recente da teoria? Sem dúvida, a observação das decisões tomadas por numerosas empresas leva a uma certa desconfiança relativamente ao cálculo puramente económico. Mas é embaraçoso que estas novas proposições não sejam mais do que montagens grosseiras de processos de tomada de decisão e se mostrem incapazes de determinar, pelo menos, as mais fortes tendências das localizações. No essencial, estas ideias recentes deixam entender que a mobilidade deve diminuir e que a concentração espacial deve crescer, uma vez que as tendências contrárias dominam largamente desde os anos 50. A flexibilidade destas construções, que se podem adaptar a toda a nova orientação espacial, levanta dúvidas sobre o seu interesse teórico.

Pior ainda, não se revestem estas atitudes, apesar das aparências, de uma confiança total na teoria tradicional? Na incapacidade de imaginar uma outra lógica

que não a da teoria clássica da localização, é-se conduzido a conceder à localização indiferente uma fracção cada vez maior das actividades industriais, desde que manifestamente os custos de transporte se tornem ineficazes na explicação da sua localização.

Não estarão as concepções de que acabámos de falar a camuflar o facto de que nenhuma teoria pode justificar a localização das indústrias, uma vez que elas não estão submetidas, senão de uma forma marginal, à pressão dos custos de transporte? Três quartos das indústrias sairiam do campo da teoria para depender dum simples catálogo de factores contraditórios que podem explicar qualquer comportamento? Estas construções (introdução da incerteza, modelos probabilísticos) não vêm elas esconder um grande vazio teórico, encoberto por uma técnica sofisticada? Uma alternativa consiste na procura de uma outra lógica de localização: voltando à hipótese implícita da empresa com uma única unidade fabril, tendo em conta o cálculo global da empresa que procura não a maximização do lucro de cada uma das suas unidades mas uma coerência global (no espaço, no tempo, face às escolhas tecnológicas...).

2.3.2 A LOCALIZAÇÃO DA GRANDE EMPRESA

Evidentemente, a escolha da localização não pode ser sempre analisada somente através da referência implícita ao cálculo maximizador da pequena empresa, preocupada em minimizar os seus custos de transporte, ligada a um mercado único e dotada de uma dada função de produção. Além disso, a teoria das organizações e a análise da empresa multinacional são integradas na teoria dos comportamentos específicos da grande organização, enquanto que a teoria tradicional da localização vê na empresa um agente neutro definido pelo cálculo maximizador e pelas proporções de factores. É inevitável suspender estas simplificações ao nível da análise espacial, do mesmo modo como elas já foram suspensas em muitos outros domínios da análise económica (teoria dos preços, economia internacional...). Tal comportamento é tanto mais necessário uma vez que a escolha de uma nova localização é um problema que diz respeito, quase unicamente, à grande empresa: a pequena empresa de unidade fabril única não se desloca nunca, excepto quando isso lhe é imposto e só o faz em curtas distâncias. Na maioria dos casos, as decisões de localização são um comportamento típico de empresas possuidoras de várias unidades fabris. Quando uma empresa cresce, ela conhece um certo número de mutações que a tornam potencialmente móvel: diversificação da sua produção, internamento de serviços anteriormente requisitados ao exterior, adjunção de capacidades produtivas, reorganização dos

serviços (Sant, 1975)¹². Cada uma destas mudanças traz, em si mesma, a possibilidade de um movimento no espaço. As formas de mudança e de crescimento das empresas são portanto decisivas para compreender as suas escolhas espaciais. Por exemplo, nos Países Baixos a Philips passou de 26 unidades fabris, em 1949, a 81 unidades em 1973 (Fischer, 1994).

Terá o comportamento específico da grande organização um impacto directo sobre as escolhas espaciais? Isto não é certo. Cronologicamente, o ter em consideração a dimensão da empresa, na análise das decisões espaciais, andou a par com o desenvolvimento da teoria das organizações, o que é discutível na medida em que a pequena empresa é considerada pontual e sem conteúdo real. Somente a grande empresa teria uma estrutura complexa que interferiria nas suas decisões.

Dito isto, várias aproximações ao comportamento da grande empresa poderão ser propostas:

- pela sua estratégia;
- pelas suas motivações específicas;
- pela sua natureza e seus trunfos próprios.

No seguimento de vários autores, como refere Aydalot (1985, p. 53), podem distinguir-se três fases no desenvolvimento da empresa (fase de organização, de expansão, de racionalização) e procurar a aplicação destas três lógicas de desenvolvimento nas formas do seu desenvolvimento espacial. Outros interrogaram-se sobre as motivações específicas da grande empresa (maximização, sobrevivência, crescimento, interesses próprios dos dirigentes, lógica de uma estrutura organizacional complexa), sobre as modalidades por ela escolhidas para a resolução dos conflitos: cada escolha estratégica pode-se traduzir por sistemas de localização adaptados ao objectivo pretendido. Pode-se reflectir sobre os conflitos internos, as relações de forças no seio da organização e os processos internos de resolução dos conflitos. Outros ainda analisaram a empresa como uma organização dedicada à produção de “sinais”, à transmissão de mensagens. Cada carácter considerado determinante ao funcionamento da empresa pode dar lugar a uma nova interpretação das escolhas espaciais da empresa.

Na óptica da teoria das organizações, alguns vêem na acção da empresa um processo de resposta a um “*stress*” externo, um processo de aprendizagem. Considera-se então implícito que a empresa tenha uma localização de equilíbrio, que não modificará senão para reagir a uma modificação das condições exteriores (Rees *et al.*, 1981; North, 1955). O modo como a empresa se adapta às condições mutáveis está ligado aos seus mecanismos internos de organização. Deve-se considerar que as estruturas de decisão da empresa definem a estratégia que ela

¹² Citado em Aydalot, 1985, p. 52.

segue? Ou, pelo contrário, a ligação organização-estratégia segue um encaminhamento inverso, a definição de uma estratégia primeiramente e a organização da empresa no seu seguimento?

A hipótese de uma ligação entre organização da empresa e decisões espaciais levou vários autores a analisar com cuidado as modalidades dos processo de decisão no seio da grande empresa: neste ponto de vista, os trabalhos de Rees *et al.*(1981) e de Stafford (1974) são instrutivos. Pode-se ser tentado a evidenciar o enriquecimento das potencialidades que a grande dimensão traz à empresa: possibilidade de prever um futuro incerto, de se precaver contra os riscos de errar, de ultrapassar a submissão às técnicas e formas de organização actuais. Então, a estratégia da empresa enriquece-se e as decisões espaciais são um elemento de uma política de conjunto, que não faz sentido senão como uma parte de um todo coerente. Assim pensar-se que a dimensão da empresa traz-lhe liberdades específicas: concepção de técnicas e de novos produtos, de novas formas de divisão do trabalho, possibilidade de utilizar o espaço em seu proveito, etc. Ao contrário, a pequena empresa está dependente do meio que a envolve. Ela é determinada pelo meio, inserindo-se nas sua técnicas, no seu mercado, nos seus produtos, na sua mão-de-obra. É a aptidão da grande empresa de se deslocar parcial ou totalmente sobre grandes distâncias que lhe trás uma liberdade da qual é privada a pequena empresa.

2.3.3 A DIVISÃO ESPACIAL DO TRABALHO

No passado, as empresas, maioritariamente de pequena dimensão, estavam restringidas a localizar-se nas proximidades das suas localizações iniciais. O conjunto da sua organização e seu funcionamento era, desde então, definido pelo meio envolvente, do qual elas se serviam (técnicas, mercados e força de trabalho...). Com a concentração de capital e aumento da dimensão das empresas, estas tornam-se mais móveis e livres de escolher entre as numerosas localizações. A divisão espacial do trabalho começa quando a empresa se pode libertar das injunções do seu meio inicial, passando a escolher a sua localização em função das características que deseja encontrar. “Não é mais o espaço que define a empresa mas a empresa que vai modelar o espaço!” (Aydalot, 1985, p. 54). Dizer que o trabalho é a variável que estrutura melhor o espaço, é dizer que o trabalho tende a se diferenciar no espaço. Se assim é, se cada potencial localização é apreciada através de parâmetros de quantidade, estrutura e custo de trabalho, a empresa tende a repartir as suas actividades de modo a implantar em cada espaço a unidade fabril cuja estrutura de emprego corresponde melhor às características da força de trabalho que aí se encontram. Posto isto, e para esquematizar os processos reais, a

empresa especializa as suas unidades de forma a diferenciar ao máximo a estrutura do emprego, e implantará cada uma delas onde encontrar a correspondente força de trabalho disponível e nas melhores condições. A tecnologia não é mais uma variável exógena: a sua função é de, entre outras coisas, permitir à empresa adaptar os seus processos técnicos às características da mão-de-obra que ela deseja empregar.

Pode-se conceber que as grandes concentrações industriais oferecem uma concentração de trabalhadores de todas as qualificações, sem que haja especializações funcionais ou estruturais do trabalho. Mas cada meio envolvente segrega um custo: o custo de vida dos trabalhadores não é o mesmo em todas as localizações. Na maioria dos casos, quanto maior for o tamanho da cidade maiores serão os custos suplementares que ela segrega, os quais devem ser cobertos pelos trabalhadores que aí residem: por um lado porque o grau de comercialização dos produtos aí é superior (os numerosos bens e serviços devem ser adquiridos no mercado enquanto que, noutros locais, são produzidos gratuitamente pelos residentes); por outro lado porque surgem consumos suplementares (por exemplo: transportes individuais e colectivos). Porém, os salários devem cobrir os custos suportados pelos trabalhadores. Se a relação de forças existente entre trabalhadores e patrões e as lutas sociais podem afastar o nível dos salários do seu nível teórico, determinado a partir dos custos suportados pelos trabalhadores, simultaneamente existe uma ligação entre o salário e o montante dos custos necessários à vida do trabalhador e da sua família.

O salário não é mais do que o aspecto mais perceptível ao economista de entre os factores de diferenciação dos trabalhadores no espaço. A empresa não procura somente a minimização de um custo salarial, ela deseja igualmente o desenvolvimento de um modo de relações sociais que garanta a segurança, a regularidade e perenidade da sua actividade. É-lhe necessário reagrupar uma mão-de-obra que aceite as tarefas, as condições de trabalho e os salários que lhe são propostos.

Conclui-se que as empresas não têm interesse em se implantarem numa grande cidade, se o custo de eficácia da produção for elevado. Se uma infraestrutura complexa, apenas existente nas antigas concentrações urbanas e industriais, é necessária, e se também as qualificações exigem um aparelho de formação sofisticado concentrado nas grandes cidades, então o custo de vida elevado e os salários superiores da grande cidade serão a contrapartida inevitável a uma produção eficaz.

Ao invés, cada vez que os processos técnicos podem ser suficientemente mecanizados de forma a permitir o emprego de trabalhadores não qualificados, os

custos serão menores se a empresa procurar uma localização caracterizada por um menor custo de mão-de-obra (trabalhadores com mais baixo nível de vida). É o caso das operações de produção e de montagem em série, que se multiplicaram desde algumas dezenas de anos. Assim, o sucesso da empresa, ao adaptar as características da mão-de-obra local à estrutura do emprego nas suas unidades, está ligado à vontade de não pagar senão o custo necessário ao nível de vida dos seus trabalhadores.

Pode ir-se mais longe e propor a ideia segundo a qual a empresa escolhe uma localização de forma a poder utilizar uma força de trabalho desvalorizada, de baixo custo de vida, privilegiando com esse fim as técnicas que permitem o emprego de mão-de-obra não qualificada.

Assim, nas suas escolhas, a empresa opta simultaneamente por uma técnica e um espaço: escolhe a técnica adaptada à força de trabalho que ela deseja empregar; e no seguimento escolhe a localização onde a força de trabalho está adaptada à técnica que ela entende adoptar. O domínio tecnológico não tem sentido senão no seio de um projecto de conteúdo espacial. Para uma empresa, possuir a arma tecnológica, sem a aptidão de uma deslocação longínqua, seria largamente inútil. O possuir de uma nova tecnologia não pode dar todos os seus frutos se a empresa não souber adaptar as suas localizações aos tipos de mão-de-obra correspondentes. Correntemente, é necessário à empresa mobilizar uma força de trabalho barata, o que pode levar a passar por vários processos, que consistem todos na transferência de parte dos custos relativos ao nível de vida da força de trabalho:

- Escolher uma força de trabalho barata: porque a localização escolhida permite baixos salários, ou porque os trabalhadores continuam a ter um nível de vida baixo, semelhante ao que tinham nas suas regiões de origem (tais como zonas rurais, ou países do terceiro mundo);

- Colocando-se numa posição em que não pagam senão uma fracção do custo total necessário ao nível de vida dos trabalhadores (salário real), quer por a empresa empregar trabalhadores de contratos a curta duração ou por o Estado compartilhar em parte esse custo total (subsídio para alojamento, transportes, serviços culturais e sociais).

Nestas condições, os espaços tendem para uma certa homogeneização: os empregos qualificados reagrupam-se nas cidades que oferecem um meio intelectual e técnico necessário à sua eficácia, enquanto que os empregos não qualificados localizam-se em zonas periféricas de custo de vida reduzido, mas onde uma produção padronizada pode ser realizada com uma eficácia satisfatória.

2.4 A OBSERVAÇÃO DO COMPORTAMENTO ESPACIAL DAS EMPRESAS

2.4.1 OS INQUÉRITOS

Os inquéritos são frequentemente utilizados para se conhecer os motivos que as direcções das empresas consideraram para a sua escolha espacial. Face ao grande número de factores concretos de localização, os inquéritos deste tipo devem permitir a classificação e hierarquização dos principais factores. A apresentação das conclusões obtidas através desses inquéritos deve rodear-se de algumas precauções, pois as respostas dadas pelos responsáveis das empresas aos questionários que lhes são colocados nem sempre são totalmente verdadeiras, sendo por vezes evasivas ou imprecisas.

2.4.1.1 PROBLEMAS DE INTERPRETAÇÃO

Em primeiro lugar deve evitar-se qualquer confusão quanto aos elementos do inquérito. Um factor que foi determinante para uma decisão de encerramento de uma unidade fabril pode não ter qualquer importância para a implantação de uma nova unidade. Por exemplo, uma empresa que feche uma das suas unidades devido ao estado de degradação atingido pelas instalações, pode abrir uma outra e apenas se preocupar com as facilidades de acesso das matérias primas face à nova localização. Os factores que justificam o encerramento de uma determinada unidade, a sua deslocalização ou a sua criação, não são necessariamente idênticos.

Cada factor de localização tem um campo espacial próprio. Certos factores, por exemplo o preço do solo ou a facilidade de acesso para camiões, variam em apenas alguns quilómetros ou mesmo centenas de metros, isto é, o seu campo de acção é intra-urbano. Para outros factores, por exemplo os salários, a distância que é necessário percorrer para que haja alguma variação pode ser de algumas centenas de quilómetros. Há ainda alguns factores, como por exemplo as regulamentações aduaneiras, que possuem um campo de acção internacional.

Faça-se notar que é possível escolher um local porque o preço do terreno é bastante baixo mas já não se escolhe uma região pelo mesmo motivo, isto porque em todas as regiões é possível encontrar terrenos livres e a bons preços.

Agrupar numa classificação única factores de localização tão diferentes não faz sentido. Por exemplo (Aydalot, 1985, pp. 50-60), se uma empresa francesa abrir um novo estabelecimento industrial nos arredores oeste de Santander, ela terá feito várias considerações sucessivas, diferentes e não somáveis. Terá inicialmente escolhido Espanha porque pretende tirar proveito dos salários mais baixos que em

França ou para ter acesso ao mercado espanhol. Em seguida escolheu uma região caracterizada por diferentes parâmetros (salários, formação da mão-de-obra, etc.) que se adequam às características pretendidas. Escolheu a cidade de Santander devido à existência do seu porto de mar. Por fim um terreno vazio existente na zona oeste dos arredores pareceu ser conveniente devido ao baixo preço do solo, à existência de infraestruturas adequadas à indústria, às facilidades de acesso e à proximidade dos domicílios dos seus dirigentes. Vários factores intervieram na escolha mas não em simultâneo nem com o mesmo peso na decisão.

Uma outra confusão possível é o facto de existirem diferentes tipos de indústrias, cada uma com as suas exigências próprias e que normalmente os inquiridos não conseguem distinguir. Não se podem interpretar correctamente os resultados de um inquirido sem já se ter feito uma separação por cada tipo de indústria presente. Considerar a empresa individual ou a empresa com várias unidades fabris de uma forma indiferenciada do ponto de vista da tomada de decisão na localização industrial pode também conduzir a graves distorções. De facto, enquanto o empresário individual depende só de si na escolha do local para instalar a sua unidade fabril, a empresa colectiva possui formas de decisão integradas num processo mais complexo onde intervêm vários factores.

É necessário também saber interpretar o discurso dos dirigentes interrogados. Os seus propósitos nem sempre reflectem os seus comportamentos reais. Seja por eles já se não recordarem das verdadeiras razões que os levaram a tomar opções num passado mais ou menos longínquo, e por isso terem tendência a dar respostas banais quando não podem ser suficientemente precisos; seja por quererem esconder alguns dos verdadeiros factores, por exemplo não admitir que os salários baixos são um factor importante, argumentando que o clima social era favorável; ou então não admitir que a distância a uma casa de fim de semana teve algum contributo para a escolha, argumentando que a localização teve o acordo dos quadros da empresa.

É pois necessário interpretar com clareza as respostas obtidas através dos inquiridos efectuados e confrontá-las com a realidade observada para se colocar em evidência, ao lado das respostas directas, as lógicas efectivas dos comportamentos.

2.4.1.2 ALGUNS ENSINAMENTOS

Schmenner (1982)¹³ analisou detalhadamente o processo de expansão das empresas: porquê expandir-se no local actual, deslocalizar-se ou ainda criar numa nova unidade num outro local? Que características deverá apresentar a nova

¹³ Citado em Aydalot, 1985, p. 60.

unidade? Que factores determinam a escolha de uma nova localização? Nos Quadros 2.1 a 2.3, estão indicadas algumas das respostas a estas questões.

Quadro 2.1 - Razões para abrir uma nova fábrica e não ampliar ou deslocalizar as instalações existente

Razões dadas para a opção de abrir uma nova fábrica e não ampliar ou deslocalizar as instalações existentes (amostra de 158 empresas):	
- espaço disponível insuficiente	47 %
- desejo de não “colocar todos os ovos no mesmo cesto”	33 %
- desejo de se libertar da mão-de-obra improdutivo da fábrica actual.....	26 %
- mão-de-obra em demasia na fábrica actual.....	25 %
- melhorar a proximidade aos mercados e baixar os custos de transportes	23 %
- mudança de tecnologia o que exige novas instalações	20 %

Fonte: Adaptado de Aydalot , 1985, p. 61.

Quadro 2.2 - Factores de localização considerados como restritivos segundo diferentes tipos de empresas

<u>Factores de localização:</u>	<u>Tipos de empresas:</u>
• custo da mão-de-obra	Sectores onde a concorrência é intensa e sectores que necessitam de muita mão-de-obra.
• clima social	Sectores onde a concorrência é intensa e sectores que necessitam de muita mão-de-obra.
• proximidade dos mercados	Sectores sensíveis ao custo dos transportes.
• proximidade das matérias primas	Sectores específicos, tais como a indústria da pasta do papel e siderurgias.
• proximidade a serviços especializados	Algumas, poucas, empresas.
• qualidade de vida	Indústrias de alta tecnologia.

Fonte: Adaptado de Aydalot , 1985, p. 61.

Quadro 2.3 - Factores de localização de segunda ordem considerados desejáveis pelas empresas

Factores considerados desejáveis (intervindo em segunda ordem) (% de empresas que responderam citando o factor)		
	Abertura de uma nova fábrica	Deslocalização
• clima social favorável	74	44
• preço baixo dos terrenos	60	50
• proximidade dos mercados	42	22
• fiscalidade local reduzida	35	19
• auto-estradas	35	28
• ramal ferroviário	30	22
• baixos custos da construção	29	33
• salários baixos	28	25
• proximidade a uma escola secundária	26	14

Fonte: Adaptado de Aydalot , 1985, p. 61.

Schmenner insiste no facto de as novas unidades fabris apresentarem características específicas diferentes das antigas, o que explica diferenças entre os factores de escolha conforme se trate da criação de uma nova ou da realocação de uma já existente. As novas unidades são mais pequenas que as antigas, cerca de 40% do tamanho médio das antigas, utilizam tecnologias mais modernas, são mais capitalizáveis, dispõem de espaço para se ampliarem, beneficiam de mais baixas taxas de sindicalização e de um baixo “turnover”, são mais especializados e modificam menos vezes a sua produção.

Ainda Aydalot (1985, p. 61) apresenta os resultados de um inquérito realizado pelo Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (Hannoun e Templé, 1975) às maiores empresas (com mais de 100 trabalhadores) criadas em França entre 1960 e 1970. Com uma taxa de respostas excepcionalmente alta, para um inquérito por questionário realizado em França, foi possível hierarquizar, da forma apresentada no Quadro 2.4, os factores de implantação das novas unidades industriais.

Quadro 2.4 - Localização industrial - Influência dos vários factores

Factores	Influência (proporção de respostas)		
	Forte	Média	Total
Factores ligados ao trabalho:			
- recrutamento de mão-de-obra	32.3	41.4	73.7
- recrut. de operários especializados	25.2	37.2	62.4
- clima social	13.5	35.6	49.1
- salários	6.2	32.3	38.5
- concorrência no mercado de trabalho	18.6	27.6	46.3
Transportes e contactos:			
- aprovisionamentos	15.3	23.2	38.5
- ligações ao mercado	21.0	13.5	34.5
- ligações a fábricas do mesmo grupo	12.2	16.4	28.6
- ligações à sede da empresa	9.7	19.2	28.8
Características locais:			
- meio industrial	8.2	25.0	33.2
- possibilidade de sub-contratação	3.5	14.6	18.1
- existência de serviços à indústria	2.2	9.1	11.3
Factores pessoais:			
- conhecimento do meio local	15.7	22.3	38
- ambiente atractivo para os quadros	4.0	21.7	35.7
- terreno já pertencente à empresa	12.6	9.7	22.3

Fonte: Adaptado de Aydalot , 1985, p. 62.

Manifestamente estes diversos factores não intervêm ao mesmo nível e o factor pessoal, muito importante, permite, indubitavelmente, a escolha entre diversas localizações onde o balanço total é economicamente aceitável e

semelhante, mais do que a escolha de locais em que o balanço é economicamente medíocre.

Os inquéritos individuais realizados num grande número de empresas mostraram que a decisão é tomada em diferentes etapas. É importante verificar aqui que os elementos ligados ao trabalho, quantitativos (mão-de-obra disponível, especialmente mão-de-obra não qualificada), qualitativos (“clima social”) e monetários (salários) eram os mais importantes, ultrapassando claramente, para o período em estudo (os anos 60), as considerações de custos de transportes e de facilidades de contactos e ainda a existência de um meio económico estruturado. Contudo, na escolha final entre diversas localizações pré-seleccionadas, os factores que atendem às preferências pessoais dos responsáveis tomam um lugar não negligenciável.

O contributo de Stafford (1974) é importante na medida em que ele não se limita a pedir às empresas a lista ordenada dos seus factores de localização, mas determina também o nível de intervenção espacial de cada um dos factores.

Deste modo constata-se que ao nível nacional, para a escolha do país de implantação, o mercado, a produtividade do trabalho e o nível dos salários foram considerados determinantes para as empresas questionadas. Compreende-se que para a escolha de uma cidade dentro de uma região, e para a escolha do local dentro da zona urbana, as considerações relativas ao mercado e aos salários não têm significado. Pelo contrário, ao nível local, constata-se que os contactos directos, os conhecimentos pessoais dos lugares e os equipamentos locais, podem intervir fortemente. Assim, uma escolha do nível espacial de análise poderá implicar uma certa resposta a um questionário ou uma determinada ponderação feita por um investigador.

Aydalet (1985, p. 64) apresenta ainda os resultados de um grande inquérito realizado por Klaassen e Vanhove (1980) em 1971 às empresas da Flandre (900 respostas) que permitiu hierarquizar os principais factores de localização da forma apresentada no Quadro 2.5.

Nota-se que os elementos ligados ao trabalho são considerados determinantes (incluindo os níveis salariais fortemente assinalados nas respostas). Os factores ligados às infraestruturas (telefones, estradas) têm perdido importância com as melhorias dos equipamentos a nível regional, enquanto o trabalho desempenha um papel cada vez mais determinante.

Quadro 2.5 - Hierarquia dos principais factores de localização industrial (resultados de um inquérito)

Hierarquia dos principais factores de localização industrial resultante de um inquérito a 900 empresas da Flandres - 1971
--

Ligações rodoviárias satisfatórias	255
Ligação da mão-de-obra à empresa.....	253
Clima social na região.....	250
Contactos fáceis (directos ou por telefone) com clientes e fornecedores	227
Acesso ao mercado Belga	225
Presença de trabalhadores (homens) não qualificados mas com formação.....	220
Ajudas financeiras a nível regional.....	215
Presença de trabalhadores qualificados (homens).....	210
Nível dos salários	199
Baixos custos no transporte dos “inputs”	198
Preço do terreno por m2.....	195
Presença de quadros	176
Proximidade a uma auto-estrada.....	163
Existência de um mercado na região	162
Loteamentos industriais equipados.....	148
...	
(numa lista de 44 factores)	
(o valor máximo possível para um factor é de 400)	

Fonte: Adaptado de Aydalot , 1985, p. 64.

Como referem Santos e Cadima Ribeiro (1995b, p. 5) na região centro de Portugal, onde a problemática da localização das empresas industriais tem sido objecto de estudos mais regulares (Jacinto, 1983; Gaspar, 1984; Ferrão, 1985; Caetano, 1986; Matos 1994), os inquéritos citam como factores favoráveis à instalação de empresas na região: as acessibilidades; a existência de matérias primas apropriadas; a disponibilidade, custo, especialização e produtividade da mão-de-obra; a disponibilidade e custo de terrenos industriais; a tradição industrial da região e a existência de indústrias complementares; a naturalidade, residência e aspectos psico-sociológicos do empresário (afinidade e vivência pessoais); as infraestruturas sócio-económicas e incentivos financeiros.

Também na região centro, e mais especificamente no eixo rodoviário principal (E.N. nº1) entre a Malaposta e Albergaria-a-Nova, Lucília Caetano (1986) destaca como factores de escolha, a nível local, para os empresários industriais aí implantados, a disponibilidade de terreno, o preço daquele, a existência de locais industriais vagos, a disponibilidade de serviços (entre os quais salientam a energia eléctrica, telefone e telex), actividade de promoção das autarquias, tal como a criação de zonas industriais, e algumas razões pessoais, sendo preponderante a naturalidade do empresário.

Na região norte litoral de Portugal, Costa e Silva (1994)¹⁴ questionam a importância de factores como incentivos locais e estatais, clima social e disponibilidade de mão-de-obra qualificada, embora concordem com a relevância da disponibilidade e preço dos terrenos, infraestruturas, afeição à terra e

¹⁴ Citado em F. Santos, 1995b, p. 5.

proximidade dos mercados. Garrido (1985), por seu turno, nas entrevistas que realizou a empresários, economistas e quadros superiores de empresas de todo o país, chega a resultados semelhantes.

2.4.2 A ANÁLISE ECONOMÉTRICA DAS LOCALIZAÇÕES

Relativamente à investigação estatística e econométrica é de salientar o trabalho desenvolvido por Carrière e Reix (1989, pp. 51-73) que, pretendendo identificar os factores de localização de empresas de capital ou participações estrangeiras em Portugal, recorreram à análise de correlação. Obtiveram coeficientes de correlação assinaláveis para variáveis (factores capazes de atrair o investimento estrangeiro) como a disponibilidade de mão-de-obra (densidade e população), o equipamento urbano (escolas, hospitais, actividades de lazer), o ambiente económico (produto interno bruto por distrito, consumo regional de electricidade, peso relativo do sector secundário e terciário) e a qualidade das redes de comunicação.

Em 1992, Santo e Cadima Ribeiro, com base na mesma técnica estatística, salientam a importância da intervenção regional, o dinamismo económico, a dimensão do mercado e a disponibilidade de mão-de-obra como factores de atractividade, em Portugal, para a implantação de indústrias de empresas estrangeiras.

No entanto, Aydalot (1985, p. 66) salienta que, de uma maneira geral, se exige alguma prudência na construção de modelos econométricos, relativos aos problemas da localização, pois a perfeição técnica do modelo e a qualidade estatística dos resultados obtidos não são necessariamente o sinal de um nível explicativo elevado.

2.4.3 O PROCESSO DE DECISÃO

Como é que uma empresa decide a criação ou a deslocalização de uma unidade fabril? Como é que ela escolhe uma nova localização? Durante dezenas de anos a teoria da localização desenvolveu-se e atingiu um grau de sofisticação, como se viu anteriormente, sem que houvesse uma preocupação de observar o comportamento real das empresas. Pode-se dizer que apenas a partir do início dos anos 70 se multiplicaram os inquéritos às empresas neste domínio, nos Estados Unidos (Stafford, 1974; Rees *et al.*, 1981; Schmenner, 1982), em França (Aydalot, 1985) e nos Países Baixos (Molle, 1983).

A grande variedade de observações torna difícil uma resposta simples: a decisão de uma nova implantação permanece normalmente uma decisão excepcional para a empresa, pelo que não se descobrem normas claras e

padronizadas no comportamento das empresas. Somente as empresas de grande dimensão podem sistematizar o processo de escolha pois, a esse nível, este é um tipo de decisão periódica.

Molle (1983) julga que, na maior parte dos casos, uma localização única é proposta ao industrial e ele adapta-se a ela. É bastante raro que mais do que três localizações possíveis sejam analisadas, sendo frequentemente considerado apenas um critério único (por exemplo o preço do terreno).

Stafford (1974), analisando as decisões de implantações tomadas no Ohio retira algumas conclusões semelhantes. É raro as empresas tomarem em consideração mais de seis localizações possíveis. Ainda por cima as escolhas essenciais são tomadas muito rapidamente (decisão de criar uma nova fábrica, a escolha da região), enquanto que justificações relevantes são procuradas para os aspectos menos essenciais à decisão.

Townroe (1983), que fez a síntese dos estudos realizados na Grã-Bretanha, pensa que é rara a empresa que faça um estudo de custos comparativos para as diferentes localizações possíveis. A escolha mais frequente consiste em verificar se as possíveis localizações são convenientes, eliminando aquelas de menor conveniência para manter a melhor de uma amostra que não foi definida de uma forma sistemática. Cooper (1974) mostra que na maior parte dos casos a empresa pára a sua escolha na primeira localização “satisfatória” encontrada, sem procurar verdadeiramente “a melhor”.

Acrescente-se que a utilização de técnicas complexas, na ajuda da escolha, não impedem que os critérios pessoais dos decisores não sejam considerados e desempenhem um papel importante. Rees *et al.* (1981) fazem notar que quanto maior é a incerteza mais as empresas tenderão a reproduzir os esquemas espaciais tradicionais. Quando a incerteza diminui os modelos espaciais mais recentes são aplicados mais facilmente.

Schmenner (1982) tentou ordenar o processo seguido na tomada de decisão. Nas grandes empresas intervêm na escolha diferentes sectores, enquanto que a escolha pessoal do Presidente é mais determinante nas pequenas empresas.

Quando a empresa está em dificuldades e tem que fazer face a escolhas cruciais, os processos são mais centralizados que quando as decisões de implantação são mais frequentes e menos estratégicas. Nas grandes empresas existe geralmente um sector de “planeamento estratégico” que trabalha num horizonte de 5 a 10 anos e prevê as novas necessidades. É este sector que coloca em evidência a necessidade de aumentar a produção. Um outro sector proporá um aumento das instalações existentes ou a criação de uma nova unidade fabril. Então

uma equipa da direcção, especialmente constituída, coordenará a operação de escolha ajudada por especialistas em cada um dos aspectos da decisão.

Este processo, o mais complexo, é muito raramente utilizado. Quando a empresa é mais pequena ou quando a decisão é menos importante a escolha é mais flexível. Privando-se do auxílio de um especialista, é normalmente o Presidente que decide qual a oportunidade melhor para a criação de uma nova implantação e o Vice-Presidente, por exemplo, escolhe o local. Por vezes, são os departamentos técnicos que reclamam a criação de uma nova unidade. Contudo, a decisão final é sempre tomada pelo topo da hierarquia da empresa.

Vários inquéritos levam a pensar que a escolha de uma localização se desenvolve em várias etapas. Selecciona-se, em primeiro lugar, algumas localizações (uma meia dúzia a uma dúzia) em função dos factores determinantes, frequentemente as necessidades relacionadas com o trabalho. Cria-se portanto uma lista de cidades (e/ou pequenas regiões) que oferecem uma solução satisfatória em vista do factor essencial e inicialmente definido. Numa segunda etapa, um certo número de cidades da amostra são eliminadas em função de critérios técnicos (terrenos disponíveis, infraestruturas) ou económicos (proximidade dos fornecedores, dos mercados). Por fim, se várias possibilidades ainda subsistirem, a escolha última será feita por critérios de preferências pessoais. Esta maneira de proceder é sem dúvida a mais aceite, pois permite integrar os factores pessoais, que são frequentemente mencionados como determinantes (de facto eles presidem à escolha da localização preferida), sem que a decisão seja fantasista: os factores são classificados implicitamente, e os factores de nível inferior apenas intervêm após os de ordem superior.

O problema consiste na hierarquização dos factores: alguns inquéritos realizados nos Estados Unidos levam a pensar que os principais factores, os mais determinantes, são os de ordem social (clima social, atitude da comunidade local perante a empresa, etc.), o que leva à eliminação de certas regiões (regiões em crise, por exemplo). Em França, perante as respostas fornecidas pelos responsáveis das empresas e unidades fabris, os motivos ligados à mão-de-obra serão os mais determinantes e intervêm em primeiro lugar.

É necessário enfim colocar à parte o caso das empresas que, habituadas a este tipo de decisões, criaram definitivamente uma grelha de critérios que permitem uma escolha mecânica. Refere-se como exemplo a IBM que utiliza um conjunto de factores ponderados associados a factores económicos (60% da ponderação total) e não económicos (40%).

2.5 OS FACTORES DE LOCALIZAÇÃO

É factor de localização todo o motivo susceptível de diferenciar o espaço para as empresas: dois lugares que ofereçam o mesmo custo de produção não são mais do que um só aos olhos da empresa. Por detrás da análise dos factores de localização coloca-se a questão: o que é que estrutura o espaço e não permite a existência de uma “planície homogénea”, para retomar a expressão clássica da teoria da localização? A corrente neoclássica que vê nos mecanismos de mercado uma máquina de homogeneização de factores e técnicas deveria colocar em primeiro lugar os custos de transporte. Uma análise mais detalhada encontrará muitas diferenças possíveis no espaço. São essas diferenças que se passam a analisar.

Note-se que os factores de localização não são os mesmos em toda a parte. Num país que apenas possua infraestruturas modernas num pequeno número de cidades, estas aparecerão como muito atractivas e este será o factor principal de localização. Num país industrializado e rico que distribuiu por todo o seu território infraestruturas modernas, este factor já não vai ter qualquer importância pois existe uma grande homogeneidade. O factor de localização é portanto o elemento que, entrando nos cálculos da empresa, permite a diferenciação do espaço. Para cada período, para cada país, diferentes elementos poderão desempenhar papéis diferentes. Não existe portanto uma resposta universal para o problema da hierarquização dos factores de localização.

2.5.1 OS CUSTOS DO TRANSPORTE E A PROXIMIDADE DAS MATÉRIAS PRIMAS

Todo o pensamento clássico estima, como já vimos, que a preocupação principal da empresa é de minimizar os seus custos de transporte e portanto localizar-se o mais próximo possível das fontes de matéria prima, das fontes de energia e dos produtos intermédios, para poder dessa forma reduzir ao máximo as despesas de transporte dessas matérias do local de origem para o local de transformação. Pode-se facilmente mostrar que a história da concentração espacial da indústria há mais de um século deu a imagem de uma indústria próxima dos jazigos mineiros. Quanto mais baixo for o índice material de uma matéria prima (isto é, quanto maior quantidade de matéria prima é necessária para obter uma unidade de produto final) mais o seu transporte deverá ser minimizado. A meio do século passado o transporte de uma tonelada de carvão em 160 km duplicava o seu custo. Como para a produção de uma tonelada de aço eram necessárias várias toneladas de carvão é compreensível que a indústria siderúrgica se localizasse

próxima das explorações de carvão. Portanto as regiões que possuíam jazigos de carvão foram as que conheceram primeiro o desenvolvimento industrial moderno. Apesar de historicamente o carvão representar um papel fixador de indústria um pouco por todo o mundo industrializado, tal não se verificou em Portugal. Actualmente, estas regiões já não têm o papel que outrora tiveram, por diferentes razões:

a) os progressos gerais dos transportes e a redução dos seus custos;

b) o progresso contínuo da tecnologia de laboração das indústrias reduz o volume de matéria prima necessária para a mesma quantidade de produto final e as novas indústrias já não utilizam produtos tão pesados como as indústrias antigas (por exemplo, a produção de frigoríficos utiliza muito menos aço que a produção de carris para os caminhos de ferro), bem como as indústrias de ponta quase não utilizam produtos “pesados” (no material electrónico o peso do transporte é quase nulo); tudo isto leva à redução da importância dos transportes.

c) as indústrias tornam-se cada vez mais económicas para a obtenção de uma mesma quantidade de produto final. Se a meio do século passado eram necessárias 5 toneladas de carvão para obter uma tonelada de aço, actualmente bastam algumas centenas de quilos apenas.

d) por fim, numerosas matérias primas são actualmente importadas, o que reduz a atractividade face às explorações mineiras, substituindo-as, de certo modo, pelos portos de importação que são naturalmente mais numerosos e disseminados que as explorações. Qualquer porto que possua características para receber minérios, funciona como uma exploração de minério para as siderurgias. Como exemplo principal podemos considerar o petróleo, cujo transporte por oleoduto é fácil e barato podendo-se então dispensar a proximidade da fonte.

Resulta de todas estas considerações que o custo do transporte (e correlativamente a necessidade da proximidade das explorações mineiras e das fontes de energia) intervém de uma forma diferenciada segundo os casos; na maior parte das novas indústrias o peso do custo do transporte no custo de produção é bastante baixo (menos de 3%) e não desempenha um papel importante na definição da localização.

Quando um factor de localização conhece um progresso tecnológico importante, o seu papel diminui de importância, o que facilita a homogeneização do território.

2.5.2 O TRABALHO

Os inquéritos mostraram que o trabalho é a chave mestra em todas as escolhas das localizações. Antes de tudo uma nova localização deverá fornecer à

empresa a força de trabalho necessária: número de trabalhadores, qualificação desejada, custos moderados (relativamente à sua eficácia).

A importância e as características específicas do factor trabalho (abundância, qualidade, custo) variam com a natureza da empresa e com as técnicas aí utilizadas: uma fábrica de montagem muito mecanizada utiliza uma proporção importante de trabalhadores não qualificados: as considerações de quantidade e de custo dominarão. Para um laboratório de investigação é a presença de engenheiros e cientistas (ou a possibilidade de os atrair) que será determinante. Uma pequena empresa muito especializada terá necessidade de dispor de um pequeno número de trabalhadores muito qualificados.

Uma empresa não pode implantar-se num local se não pensa poder dispor imediatamente ou no futuro dos trabalhadores necessários. A procura de uma força de trabalho abundante e não qualificada foi um factor determinante das localizações na Europa durante os 25 anos após a segunda Grande Guerra. A redução dos efectivos agrícolas “libertou” uma mão-de-obra considerável, sobretudo feminina sem experiência industrial, e que constitui o essencial da nova mão-de-obra industrial dos anos 1960-75. Entretanto é provável que o aumento do desemprego a que se assiste desde a segunda metade dos anos 70 reduza substancialmente o peso deste factor.

2.5.3 A PROXIMIDADE DOS MERCADOS

Este factor clássico de localização intervém de formas diferentes segundo a natureza da empresa; para uma fábrica, o mercado tem um sentido claro: lugar para onde será escoada a produção; mas este lugar tanto pode ser uma cidade como uma outra fábrica, uma região, um país ou um porto de exportação. No caso de uma fábrica integrada num conjunto empresarial mais vasto, o seu mercado pode ser outra ou outras fábricas desse mesmo grupo que poderão estar espalhadas pelo território ou até noutros países. Se para uma pequena empresa as suas opções são mais claras, pois o seu mercado situa-se numa cidade ou região vizinha, para o caso de uma grande empresa, com um vasto mercado, a noção de proximidade deste é menos clara. Pode ainda colocar-se a questão da proximidade através dos meios de comunicação ou da proximidade física propriamente dita.

Nos inquéritos nota-se a preocupação das empresas em não negligenciar este factor, mas a observação dos factos mostra por vezes que as empresas dispersam as suas unidades fabris, apesar de algumas utilizarem os produtos feitos pelas outras. Por exemplo (Aydalot, 1985, p. 74), a Michelin nos anos 80 absorve na sua fábrica de Cholet os seus produtos feitos em Béthune e Bassens, a algumas centenas de quilómetros. Coloca-se aqui novamente o problema dos custos dos transportes,

constatando-se que a redução destes reduz o peso do factor da proximidade ao mercado.

De uma forma geral, a proximidade dos mercados tende a concentrar as localizações. Harris (1973) tentou medir para os Estados Unidos a centralidade relativamente aos mercados. Ele propôs duas formas de definir a proximidade dos mercados: - o “potencial mercado”, medido como a soma dos mercados dividida pela sua distância a um dado ponto fixo; - o ponto de custos mínimos de transporte relativamente a todo o país.

O “potencial mercado”, segundo este estudo, situa-se nas proximidades de Nova York, logo muito descentrado, tendo em conta toda a extensão do país. O ponto de custos mínimos de transporte é mais central, situando-se em Indiana, mas se se tivesse em conta os transportes marítimos então já se situaria em Filadélfia.

2.5.4 A EXISTÊNCIA DE UM MEIO INDUSTRIAL

A inserção de uma empresa num meio industrial complexo e o papel das economias externas de aglomeração, são frequentemente mencionadas nos factores mais importantes de localização. Na teoria dos pólos de crescimento, o ambiente tecnológico pode explicar a concentração de algumas actividades em certos locais.

Por detrás desta teoria encontramos um base simples: a empresa não é um agente isolado que apenas tem relações, por um lado, com os seus fornecedores de matérias primas e, por outro, com um mercado final, mas é sim um elemento de um processo produtivo complexo, que utiliza uma vasta quantidade de produtos semi-elaborados e serviços subsidiários. O estabelecer de uma proximidade elevada face aos fornecedores e clientes é vantajoso para minimizar os custos de movimentação dos bens, da informação e das pessoas, para facilitar os contactos e para permitir a mais fácil troca de informação técnica, financeira e comercial.

A integração num meio industrial complexo é ainda mais necessária quando a empresa é de pequena dimensão e incapaz de, ela própria, produzir os bens e serviços de que necessita. Diversos inquéritos mostram que este factor tem vindo a ter uma redução na sua importância. Gilmour (1974)¹⁵ observou as trocas interindustriais nos complexos de Montréal e Toronto. Se um dos trunfos das “forças de aglomeração” é permitir preços mais baixos devido à redução dos custos de transferência, isso implica, por sua vez, que cada empresa procurará os preços mais baixos para os bens de que necessita, o que encontrará nos fornecedores mais próximos. Analisando 46 casos das indústrias mecânicas, Gilmour deparou com as seguintes respostas:

¹⁵ Citado em Aydalot, 1985, p. 76.

- em 6 casos, o comprador apenas tinha conhecimento de um único vendedor e não se preocupou em fazer qualquer comparação de preços;
- em 9 casos, o comprador não tinha a certeza de estar a comprar ao mais baixo preço pois escolhia o fornecedor por outras razões;
- em 19 casos, a escolha não recaiu sobre a oferta mais baixa;
- nos últimos 12 casos, em que tinha sido escolhido o preço mais baixo, apenas 7 dos fornecedores pertenciam à área metropolitana à qual pertencia o comprador enquanto que os 5 restantes eram exteriores a essa área.

No total, em 46 casos, apenas 7 (15%) obedecem à dupla condição da hipótese teórica, escolher o fornecedor que pratique o preço mais baixo de entre aqueles pertencentes à mesma área metropolitana (proximidade). É necessário compreender que a teoria admite uma produção homogénea e disponível, o que na verdade raramente acontece, sendo o preço geralmente um factor secundário.

Uma segunda chamada de atenção anula a hipótese das relações interindustriais como sendo também causa desta concentração: os processos técnicos evoluem muito rapidamente e a deslocalização das empresas é frequente causa de mutações tecnológicas importantes, pelo que os tecidos industriais não são estáveis e os complexos industriais transformam-se rapidamente. Townroe (1983)¹⁶ revelou que, durante a deslocalização, a actividade da empresa muda em 60% dos casos, enquanto que os processos tecnológicos se alteram em 57% dos casos (atingindo 80% no caso das indústrias mecânicas). Assim os tecidos industriais sofrem transformações relativamente rápidas, para não ficarem desajustados no mercado concorrencial.

Townroe (1976)¹⁷, observando em 1970-71 uma amostra de 24 empresas que se implantaram na Escócia por volta do ano 1964, estudou a localização dos seus fornecedores, constatando que apenas 20% das suas aquisições se efectuavam na Escócia.

Gilmour (1974)¹⁸ fez observações idênticas, analisando também o destino das vendas, para empresas implantadas no continente americano. No caso de empresas situadas na região de Montréal, 27% das compras eram efectuadas na zona metropolitana e 31% das vendas destinavam-se a essa zona; para empresas situadas em Toronto os resultados foram 26% e 35% respectivamente.

Basicamente, quanto maior for a quantidade a encomendar mais facilmente a encomenda poderá ser feita longinquamente. Por isso as relações de proximidade dizem respeito sobretudo aos pequenos fornecimentos, assim como às pequenas

¹⁶ Citado em Aydalot, 1985, p. 75.

¹⁷ Citado em Aydalot, 1985, p. 75.

¹⁸ Citado em Aydalot, 1985, p. 76.

empresas cujas encomendas são em pequenas quantidades e são preferencialmente dependentes dos fornecedores próximos.

Estas observações mostram que não se deve sobrestimar a força das ligações interindustriais entre os factores de localização. Isto leva Gilmour (1974)¹⁹ a concluir: “o desenvolvimento de economias internas à empresa pode ser mais importante que aquelas que advêm da proximidade de fornecedores na mesma aglomeração. Toda a experiência empírica mostra que as economias internas à empresa se vão tornar cada vez mais importantes nos próximos decénios”.

2.5.5 A ORGANIZAÇÃO DOS CONTACTOS INTERNOS DA EMPRESA

Uma empresa não é um ponto isolado no espaço. Numa empresa que possui diferentes fábricas, as relações entre unidade fabris podem levar a um certo agrupamento espacial. Sem dúvida que outras considerações podem levar em sentido contrário e a preocupação de utilizar o melhor possível o espaço nacional ou internacional pode conduzir a uma dispersão das unidades fabris. Tudo conduz, no entanto, ao mesmo raciocínio que é a preocupação de uma localização racional das unidades fabris. Quaisquer que sejam as influências contraditórias que intervenham, a localização da fábrica é sempre decidida tendo em atenção o plano conjunto da localização das unidades fabris que a empresa possui. Este comportamento é mostrado para a França e Grã-Bretanha por Rhodes e Kan (1971)²⁰.

A procura de uma relativa proximidade entre unidades fabris pode ser conduzida para segundo plano quando outros factores (ligados ao trabalho) se tornam dominantes. Foi assim que, por exemplo (Aydalot, 1985, p.78), a Michelin realizou nos anos 50 e 60 uma política de descentralização das suas unidades fabris em França, de Epinal para Vannes e de Béthune para Bassens.

2.5.6 OS TERRENOS E OS EDIFÍCIOS

Todas as fábricas têm necessidades próprias quanto às características dos terrenos onde se implantam. A análise varia consoante se trate de uma unidade com equipamentos pesados ou uma unidade em que quase não existem equipamentos. Um grande número de considerações técnicas (qualidade dos solos, forma e superfície dos terrenos, etc.) e financeiras (condições de compra e preço) podem intervir na decisão. Os locais capazes de acolher uma pequena unidade fabril são incontáveis; o contrário se passa para uma grande unidade de produção, que necessita de grandes áreas disponíveis.

¹⁹ Citado em Aydalot, 1985, p. 76.

²⁰ Citado em Aydalot, 1985, p. 78.

2.5.7 AS INFRAESTRUTURAS

Tendo em conta as restrições técnicas inerentes, cada fábrica possui necessidades específicas quanto a acessos rodoviários, ligações ferroviárias, necessidades de alimentação eléctrica de alta tensão ou de água em grandes quantidades para sistemas de refrigeração. Certas actividades consideram que a proximidade a um aeroporto, para deslocação de pessoas e certos fornecimentos, é indispensável. As telecomunicações são também muito importantes, pois as necessidades de acesso a eixos informatizados são cada vez mais desejáveis para uma boa actividade de gestão.

Para a actividade industrial o equipamento da zona industrial é geralmente um factor determinante. Somente as actividades ligeiras muito especializadas podem preferir uma localização fora de uma zona industrial, assim como grandes empreendimentos industriais capazes de criar um ambiente tecnológico autónomo e próprio às suas necessidades.

Apesar de muito importante, o factor infraestruturas pode perder a sua importância por uma simples razão: nos países industrializados quase todas as cidades possuem condições em termos de infraestruturas, pelo que se pode considerar este factor quase como homogéneo para todo o território. Sendo assim este factor deixa de ter relevância por ser incapaz de diferenciar o espaço e o seu papel estruturante diminui na medida da sua difusão. Já o mesmo não acontece nos países em vias de desenvolvimento, onde apenas algumas cidades estão suficientemente equipadas para satisfazerem as necessidades de uma actividade industrial moderna, logo polarizando o desenvolvimento industrial.

2.5.8 O MERCADO FINANCEIRO E SERVIÇOS ÀS EMPRESAS

Todas as empresas têm necessidade de contactos múltiplos com as instituições bancárias e empresas que prestem serviços, tornando-se portanto essencial que as suas sedes, ou pelo menos os seus serviços financeiros, se encontrem próximas destas. Este factor gera uma tendência para a concentração das actividades terciárias das empresas. Em Portugal, todas as empresas que têm necessidade de importantes operações financeiras procuram ter uma presença em Lisboa, ou no Porto, fazendo, deste modo, crescer aí pólos financeiros do país e aumentar a concentração dos escritórios das grandes empresas. Mesmo as empresas de média dimensão possuem geralmente a sua sede não no local em que se encontra a unidade fabril mas sim na cidade mais próxima, pois aí existem diferentes empresas que prestam os serviços necessários à indústria, e portanto os contactos ficam facilitados.

2.5.9 OS FACTORES PESSOAIS

2.5.9.1 A HISTÓRIA INDIVIDUAL DE CADA EMPRESA E DE CADA UNIDADE FABRIL

Mesmo que se considerem os factores de localização de natureza económica como essenciais, basta admitir que as empresas não podem conhecer perfeitamente o valor dos parâmetros económicos para um número elevado de possíveis localizações para que se adivinhe a intervenção das preferências pessoais.

Frequentemente o conhecimento pessoal que pode ter sido a causa de uma opção por um determinado local, será provavelmente justificado em termos económicos e não por uma preferência pessoal.

Um casamento ou um acontecimento familiar já foram motivos para se desencadearem iniciativas industriais. Por vezes razões naturais não justificam a existência de alguns pólos de indústrias específicas, como comprovam os exemplos apresentados por Caetano (1986) para Portugal (a indústria de ferragens para o sector da construção e do mobiliário em Assequins e Águeda e a indústria de montagem de motos e ciclomotores no lugar da Borralha, próximo de Águeda) e por Aydalot (1985) para a França (trabalhos em renda em Calais, produção de luvas em Millau ou de chapéus em Chazelles). Ainda actualmente, como mostram os inquéritos, as comodidades individuais, de origem familiar, ou a proximidade de um local de férias podem explicar melhor que muitos cálculos a escolha das localizações das empresas.

2.5.9.2 AS “AMENIDADES” LOCAIS

Apesar de determinadas localizações poderem oferecer condições vantajosas para um empresário, a escolha final poderá ser feita por factores não económicos. A fragilidade de certas informações e a impossibilidade de antecipar correctamente a evolução dos parâmetros económicos para o futuro, levam a considerar equivalentes um elevado número de escolhas possíveis. Como escolher, então, a mais correcta?

É por isso natural que haja a intervenção de factores pessoais ou factores ligados ao agrado da localização. Um clima agradável, a proximidade de escolas e universidades para a educação dos filhos dos trabalhadores, a presença próxima de locais de recreio, tudo isto, na ausência de fortes incentivos financeiros, contribui para a decisão.

2.5.10 AS CONDIÇÕES FISCAIS LOCAIS

Este é um factor que pode ter um papel importante e não negligenciável, pois em regiões muito descentralizadas são por vezes criadas condições fiscais

vantajosas comparativamente com outras regiões. Por exemplo (Aydalot, 1985, p. 82), nos Estados Unidos, a Hewlett Packard calculou que se em 1977 tivesse saído da Califórnia teria economizado cerca de oito milhões de dólares. É ainda necessário acrescentar que uma empresa que necessite de trabalhadores muito qualificados deve evitar locais em que a fiscalidade sobre os trabalhadores seja demasiado elevada.

Este factor permite a escolha da localização entre vários países ou regiões e não o sítio específico de escolha final.

2.5.11 A ATITUDE DA POPULAÇÃO RELATIVAMENTE À EMPRESA

Este factor pode parecer pouco importante, mas em algumas regiões as empresas mencionam-no como essencial: algumas empresas recusam a instalação em meios onde possa haver reacções hostis por parte da população, dos sindicatos ou das colectividades locais. As empresas evitam as regiões onde existe uma atmosfera de crise, um ambiente de lutas sociais, onde o poder dos sindicatos é elevado ou onde as administrações locais são hostis às empresas privadas. Kale e Lonsdale (1979)²¹ referem o aspecto negativo dos sindicatos nas decisões de localização das empresas.

2.5.12 AS AJUDAS PÚBLICAS

Actualmente existem novas formas de incentivos públicos que podem relevar-se muito eficazes para atrair a localização das empresas: desenvolvimento de sistemas locais de financiamento às empresas; criação, pelos poderes públicos nacionais ou locais, de meios favoráveis à indústria (centros de investigação, universidades, facilidades várias no dia-a-dia dos quadros das empresas, etc.); atitude de bom acolhimento por parte das autoridades locais, o que faz prever facilidades na resolução dos problemas burocráticos da instalação da nova unidade fabril.

No processo de concorrência inter-regional pela atracção das empresas mais interessantes vulgarizou-se a manipulação de instrumentos de política regional, como a oferta de benefícios fiscais e de incentivos financeiros. Este esforço é depois acompanhado pela divulgação e promoção da imagem dos locais junto dos potenciais empreendedores locais, regionais, nacionais e estrangeiros.

²¹ Citado em Aydalot, 1985, p. 85.

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO

3.1 INTRODUÇÃO

Uma análise da extensa bibliografia existente sobre o tema da tomada de decisão nos domínios da Gestão, da Investigação Operacional e do Planeamento do Território²², conduz à conclusão de que existe uma grande heterogeneidade e divergência no uso da terminologia (Rosenthal, 1985). Por esta razão, foi adoptado um conjunto de definições, que se apresenta de seguida, e que, estando de acordo com os autores mais consensuais em matéria de Teoria da Decisão, se adequa ao tipo de problema tratado nesta dissertação.

Assim, começando pela definição básica, Decisão é a escolha entre alternativas. As alternativas podem representar diferentes localizações, diferentes planos, diferentes classificações, diferentes hipóteses sobre um fenómeno, etc. Por exemplo, a escolha entre três classificações de aptidão (Alta, Média, Má) para um determinado uso do solo relativamente a uma determinada parcela de terreno (também designada Indivíduo) é um acto que se designa por Decisão.

Um Critério representa uma condição que se pode quantificar ou avaliar e que contribui para a tomada de decisão. É portanto a medida de uma evidência que, entre outras, serve de base para a decisão. Os critérios podem ser de dois tipos: Exclusões ou Factores.

Uma Exclusão é um critério que limita as alternativas em consideração na análise. Um bom exemplo de uma exclusão é a consideração de “não aptas” as áreas ambientalmente protegidas, quando se estuda a aptidão dos solos para a expansão

²² De acordo com Eastman (1997), estes domínios são por vezes referidos como uma única disciplina designada Ciência da Decisão.

urbana. Na maioria dos casos, uma exclusão traduz-se na criação de limitações ao espaço de análise, definindo as alternativas não elegíveis que deverão ser excluídas do espaço inicial de soluções possíveis. No entanto, por vezes, as exclusões podem apenas pretender garantir que a solução final possua algumas características pré-estabelecidas, por exemplo se se procurar uma área de terreno livre que possua uma área superior a 1 hectare. Este segundo tipo de exclusões estão mais relacionados com os objectivos finais da solução do que com os critérios de selecção da solução.

Um Factor é um critério que acentua ou diminui a aptidão de uma determinada alternativa para o objectivo em causa. Normalmente esta aptidão é medida numa escala contínua e de forma a abranger todo o espaço de solução inicialmente previsto. Um exemplo clássico de factor é a consideração de que quanto maior for a distância a uma via rodoviária existente menor será a aptidão do solo para a localização de indústrias.

A Regra de Decisão é o procedimento através do qual os critérios são combinados para chegar a uma determinada avaliação, incluindo a própria comparação entre avaliações no sentido de produzir decisões. Tipicamente, as regras de decisão incluem procedimentos para normalizar e combinar diferentes critérios, resultando um índice composto e uma regra que rege a comparação entre alternativas utilizando este índice. Um exemplo seria a determinação de um índice de aptidão de solos para a expansão urbana, baseado num conjunto de critérios como o declive, a presença de determinadas infraestruturas, ou outros. O cálculo de um índice global de aptidão através, por exemplo, dum combinação linear de scores, corresponderia à primeira parte da regra de decisão (também por vezes designada por Função de Escolha, ou Função Objectivo, ou ainda Índice de Performance, de acordo com Diamond e Wright, 1989, referido por Eastman, 1997). Se se pretendesse identificar uma área de 100 hectares para expansão urbana, então a segunda parte da regra de decisão poderia estabelecer que a solução seria um conjunto de parcelas totalizando essa área e cujo somatório dos índices de aptidão fosse maximizado.

As regras de decisão são estruturadas no contexto dum Objectivo específico, o qual corresponde a um conjunto de motivações de alguém interessado na decisão, constituindo assim uma perspectiva que orienta a estruturação das regras de decisão.

No sentido de atingir um determinado objectivo, é frequente que diversos criterios tenham de ser avaliados e combinados através de procedimentos que se designam precisamente por Avaliação Multicritério (Voogd, 1983; Carver, 1991).

Embora em muitas decisões esteja apenas em causa um objectivo, normalmente envolvendo vários critérios, ocorrem também situações em que importa decidir face a diversos objectivos (e também diversos critérios). Este último caso configura um problema multi-objectivo, onde os objectivos podem ser complementares ou conflituosos. Como se estabeleceu no Capítulo de Introdução, este não é assunto objecto de tratamento nesta dissertação.

3.2 AVALIAÇÃO DE PESOS PARA OS CRITÉRIOS

Uma das grandes dificuldades muitas vezes encontradas num processo de decisão que envolve múltiplos critérios é a forma como se deve quantificar a importância relativa de cada um deles, ao que acresce o facto dos mesmos possuírem graus de importância variáveis para diferentes decisores. Portanto, é necessário definir qual a importância relativa de cada critério no processo de decisão, o que é feito normalmente atribuindo um determinado peso a cada critério interveniente. A correcta atribuição de pesos é importante para que sejam mantidas as preferências dos decisores.

Embora não se possa afirmar que exista um método consensual para a definição de pesos, podem encontrar-se na literatura várias propostas de procedimentos para este efeito (Voogd, 1983; von Winterfeldt e Eduards, 1986; Malczewski, 1999). Apresentam-se nas secções seguintes quatro métodos: os baseados no ordenamento de critérios; os baseados em escalas de pontos; os baseados na distribuição de pontos; e os baseados em comparações par a par.

3.2.1 MÉTODOS BASEADOS NO ORDENAMENTO DE CRITÉRIOS

Um método muito simples consiste no simples ordenamento dos critérios de acordo com a ordem de importância atribuída pelo decisor. Ao critério mais importante é atribuído a ordem 1, ao segundo mais importante a ordem 2, e assim sucessivamente. Estabelecido este ordenamento, os pesos podem ser gerados por diversos procedimentos. Referem-se dois desses procedimentos (Stillwell *et al.*, 1981): o *rank sum*, assim designado por utilizar a ordem no ranking; e o *rank reciprocal*, que utiliza o inverso da ordem.

No primeiro procedimento, *rank sum*, o vector de pesos é dado pela seguinte expressão:

$$w_j = \frac{n - r_j + 1}{\sum_k n - r_k + 1} \quad (3.1)$$

onde w_j é o peso normalizado do critério j , r_j é a ordem (posição no ranking) do mesmo critério e n é o número de critérios.

No procedimento *rank reciprocal*, os pesos são calculados pela normalização dos recíprocos da ordem dos critérios no ranking:

$$w_j = \frac{1/r_j}{\sum_k 1/r_k} \quad (3.2)$$

Estes métodos são atractivos devido à sua simplicidade de utilização. No entanto, o seu interesse prático é limitado pelo número de critérios em causa. Em geral, quanto maior for o número de critérios menos adequado é o método (Voogd, 1983).

Para um exemplo de cálculo de pesos por estes métodos, ver Malczewski (1999, p. 179).

3.2.2 MÉTODOS BASEADOS EM ESCALAS DE PONTOS

A escala de pontos é uma outra forma muito simples de atribuir pesos a critérios, particularmente quando uma avaliação directa é possível.

O método foi inicialmente desenvolvido por Osgood *et al.* (1957), que defendia que uma diferenciação em sete níveis é suficiente para alguém expressar adequadamente a sua preferência. A atribuição de pesos a cada critério é feita pela simples identificação de um número numa escala de um a sete, ladeada por duas expressões opostas (denominado princípio da semântica diferencial), como se apresenta na Figura 3.1.

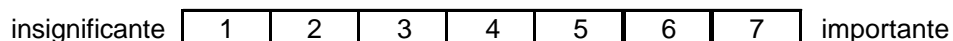


Fig. 3.1 - Escala de sete pontos

Após a avaliação de todos os critérios através da atribuição de um valor de 1 a 7 é possível fazer a normalização desses valores, o que resulta num conjunto de

pesos. Esta escala tem sido sujeita a variações que a convertem de forma arbitrária em escala de n pontos.

Exemplos da utilização deste método com uma escala de 5 pontos em estudos de avaliação multicritério de qualidade de vida urbana, podem ser encontrados em Findlay *et al.* (1988) e em Mendes (1999a).

3.2.3 MÉTODOS BASEADOS NA DISTRIBUIÇÃO DE PONTOS

De acordo com este método, o decisor deve distribuir pelos diferentes critérios um conjunto de pontos. Se, por exemplo, forem utilizados 100 pontos, a atribuição de 0 pontos a um critério significa que o mesmo pode ser ignorado, enquanto a atribuição de 100 pontos a um critério significa que, para a decisão em causa, apenas esse critério será considerado. Portanto, quantos mais pontos um critério recebe, maior é a sua importância relativa.

Easton (1973) introduziu uma alteração ao método, que assume assim a designação de *procedimento de estimativa de rácios*. Começando por atribuir uma pontuação arbitrária ao mais importante critério (100, por exemplo), identificado por um processo de ranking, os critérios de menor ordem de importância vão recebendo pontuações proporcionalmente mais baixas, até se chegar ao critério menos importante. A pontuação atribuída ao último critério (portanto a mais baixa) é então utilizada como base para calcular os rácios. Em concreto, a pontuação de cada critério é dividida pela pontuação mais baixa, obtendo-se assim o rácio de cada critério. Estes valores são então normalizados através da divisão pelo total dos rácios e obtêm-se os pesos finais.

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

3.2.4 MÉTODO BASEADO NA COMPARAÇÃO DE CRITÉRIOS PAR-A-PAR

Uma forma bastante mais complexa, mas também mais promissora, para a obtenção dos pesos a atribuir aos vários critérios é a metodologia de comparação par-a-par desenvolvida por Thomas Saaty (1977, 1980, 1987) no contexto dum processo de tomada de decisão denominado AHP (*Analytic Hierarchy Process*).

Esta técnica baseia-se numa matriz quadrada $n \times n$, de comparação entre os n critérios, onde as linhas e as colunas correspondem aos critérios (na mesma ordem ao longo das linhas e ao longo das colunas). Assim, o valor $a_{i,j}$ representa a importância relativa do critério da linha i face ao critério da coluna j . Como:

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \quad \text{e} \quad a_{ii} = 1; \quad (3.3)$$

a matriz é recíproca; isto significa que se o critério da linha $i=2$ é três vezes mais importante que o critério da coluna $j=5$ então $a_{2,5}=3$ e $a_{5,2}=1/3$; implica também que apenas a metade triangular inferior esquerda necessita ser avaliada, já que a outra metade deriva desta e a diagonal principal assume valores unitários.

O estabelecimento de comparações par a par para todos os critérios necessita da definição de uma escala de modo a normalizar todas as comparações efectuadas. Saaty (1980) propôs uma escala de comparação de critérios que se traduz em nove níveis numéricos (1 - igual importância de ambos os critérios; 3 - o primeiro critério pouco mais importante que o segundo; 5 - o primeiro critério mais importante que o segundo; 7 - o primeiro critério bastante mais importante que o segundo; 9 - o primeiro critério extremamente mais importante que o segundo), invocando que esta escala se mostrou bastante mais eficiente e fiável que escalas mais curtas. (Quadro 3.1 e Figura 3.2).

Quadro 3.1 - 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.
3	- Pouco mais importante - a análise e a experiência mostram que um critério é um pouco mais importante que o outro.
5	- Muito mais importante - a análise e a experiência mostram que um critério é claramente mais importante que o outro.
7	- Bastante mais importante - a análise e a experiência mostram que um dos critérios é predominante para o objectivo.
9	- Extremamente mais importante - sem qualquer dúvida um dos critérios é absolutamente predominante para o objectivo.
2,4,6,8 Valores recíprocos dos anteriores	- Valores intermédios , o compromisso é sempre aceitável. - Se um critério i possui um dos valores anteriores quando comparado com o critério j , então o critério j possui o valor recíproco quando comparado com o critério i .

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)

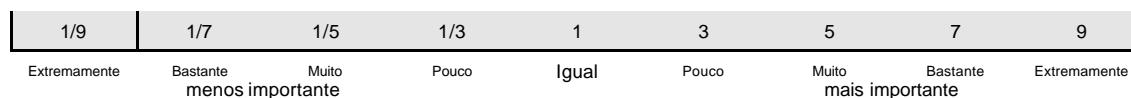


Fig. 3.2 - Escala de comparação de critérios

O processo de determinação dos pesos desenvolve-se ao longo de oito etapas, como segue:

- Etapa 1: Construção da matriz de comparação par-a-par;
 Etapa 2: Cálculo do *eigenvector* principal;
 Etapa 3: Cálculo do máximo *eigenvalue*;
 Etapa 4: Cálculo do Índice de Consistência (CI-Consistency Index);
 Etapa 5: Cálculo do Índice de Aleatoriedade (RI-Random Index);
 Etapa 6: Cálculo do Grau de Consistência (CR-Consistency Ratio) através de CI/RI;
 Etapa 7: Eventual reavaliação da matriz de comparação se CR superior a 0.1.

Em seguida explica-se cada uma destas etapas concretizando com um exemplo de cálculo.

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

Através do inquérito realizado a cada membro do painel de especialistas, que de acordo com a escala de nove níveis anteriormente referida atribui um grau à relação entre cada par de critérios, define-se uma matriz $A=[a_{i,j}]$ idêntica à apresentada no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 - Matriz de comparação par a par

Matriz A	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4	Critério 5	Critério 6
Critério 1	1	1/2	2	2	3	1
Critério 2	2	1	4	4	6	2
Critério 3	1/2	1/4	1	1	2	1/2
Critério 4	1/2	1/4	1	1	2	1/2
Critério 5	1/3	1/6	1/2	1/2	1	1/3
Critério 6	1	1/2	2	2	3	1

Etapa 2: Cálculo do eigenvector principal

Para qualquer matriz A pode-se calcular o vector w_i pela resolução do seguinte sistema:

$$Aw = \lambda_{máx} w \quad (3.4)$$

em que A é a matriz de comparação par a par, $\lambda_{máx}$ é o máximo *eigenvalue* da matriz A , e w é o vector de pesos pretendido. Saaty (1980) mostrou que o *eigenvector* resultante do máximo *eigenvalue* da matriz A traduz a prioridade dos factores e preserva a preferência ordinal entre as alternativas. Os valores do vector w podem então ser obtidos pela equação:

$$w_i = \left(\prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{1/n} / \sum_{k=1}^n \left[\left(\prod_{j=1}^n a_{kj} \right)^{1/n} \right] \quad (3.5)$$

Para o exemplo do Quadro 3.2 obtém-se o seguinte resultado:

$$w_i = \begin{bmatrix} 0.18685 \\ 0.37369 \\ 0.09801 \\ 0.09801 \\ 0.05659 \\ 0.18685 \end{bmatrix}$$

Etapa 3: Cálculo do máximo eigenvalue

O máximo *eigenvalue* é dado pela equação:

$$I_{máx} = \frac{1}{n} \left(\frac{w'_1}{w_1} + \frac{w'_2}{w_2} + \dots + \frac{w'_n}{w_n} \right) \quad (3.6)$$

sendo o vector w' obtido da seguinte forma:

$$w' = A \times w \quad (3.7)$$

sendo a matriz A a matriz de comparação par-a-par e o vector w o vector de pesos encontrado na etapa anterior.

Para o exemplo apresentado obtém-se $I_{máx} = 6.01381$.

Etapa 4: Cálculo do Índice de Consistência (CI-Consistency Index)

O valor de CI é obtido pela equação:

$$CI = \frac{I_{máx} - n}{n - 1} \quad (3.8)$$

Para o exemplo apresentado obtém-se $CI = 0.00276$.

Etapa 5: Cálculo do Índice de Aleatoriedade (RI-Random Index)

Saaty (1980) propôs valores para RI através do cálculo do valor médio de CI obtido para matrizes recíprocas geradas aleatoriamente (Quadro 3.3).

Quadro 3.3 - Índice de Aleatoriedade (RI) para $n=1, 2, \dots, 15$

n	RI	n	RI	n	RI
1	0.00	6	1.24	11	1.51
2	0.00	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

Fonte: Adaptado de Saaty, 1980

Para o exemplo apresentado $RI=1.24$.

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

O Grau de Consistência é dado pela relação CI/RI , para matrizes da mesma dimensão.

Para o exemplo apresentado $CR = 0.00276/1.24 = 0.00223$.

Etapa 7: Eventual reavaliação da matriz de comparação se CR superior a 0.1

Como referem Saaty e Vargas (1991), baseados na aplicação do método AHP em vários contextos envolvendo problemas complexos, parece ser razoável aceitar os valores obtidos para os pesos sempre que se obtenha para CR um valor inferior a 0.1, sendo necessário reavaliar as opções adoptadas na avaliação feita quando este valor é ultrapassado. Será portanto necessário definir nova matriz de comparação par-a-par sempre que se obtenha um valor superior a 0.1 para o CR.

3.3 NORMALIZAÇÃO DE CRITÉRIOS

Normalmente os valores de diferentes critérios não são comparáveis entre si, o que inviabiliza a sua agregação imediata. Para resolver este problema é necessário normalizar para a mesma escala de valores a avaliação dos diferentes critérios.

A maior parte dos processos de normalização utilizam os valores máximo e mínimo para a definição duma escala. A forma mais simples é uma variação linear definida da seguinte forma (Eastman *et al.*, 1997):

$$x_i = (R_i - R_{\min}) / (R_{\max} - R_{\min}) * \text{Intervalo_normalizado} \quad (3.9)$$

em que R_i é o valor de score a normalizar e R_{\min} e R_{\max} são os scores mínimo e máximo, respectivamente.

Uma outra forma de normalização é o chamado z-score, bastante conveniente quando se está na presença de scores em número suficiente para permitir o cálculo de médias e desvios padrões com algum significado (Bossard, 1999).

O valor do z-score é dado por (Mendes *et al.*, 1999a):

$$Zscore = a \frac{R - m[R]}{s[R]} \quad (3.10)$$

onde R é o valor do score a normalizar, $m[R]$ é a média dos scores das diferentes alternativas em consideração e $s[R]$ é 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.

Definido desta forma, o z-score é o número de desvios padrões que o score daquele critério está acima ou abaixo da média dos scores de todas as alternativas em consideração. Uma utilização extensiva deste conceito pode ser consultada em Mendes *et al.* (1999a, 1999b).

O processo de normalização é na sua essência idêntico ao processo de *fuzzification*²³ introduzido pela lógica *fuzzy*, segundo o qual um conjunto de valores expressos numa escala de valores é convertido num outro comparável, expresso numa escala normalizada (por exemplo 0-1). O resultado expressa um grau relativamente à pertença a um conjunto (designado por *fuzzy membership* ou possibilidade) que varia de 0.0 a 1.0, indicando um crescimento contínuo desde não-pertença até pertença total, na base do critério submetido ao processo de *fuzzification*.

²³ *Fuzzification* é a expressão original apresentada por Zadeh (1965), para a qual não se adoptou qualquer tradução. O mesmo acontece para a palavra *fuzzy*.

Para a normalização dos critérios, várias são as funções que podem ser utilizadas para reger a variação entre o ponto mínimo, a partir do qual os valores de score do critério começam a contribuir para a decisão, e o valor máximo, a partir do qual scores mais elevados não trazem contribuição adicional para a decisão. Algumas das mais utilizadas destas funções, designadas por funções *fuzzy* ou, mais genericamente e na terminologia anglo-saxónica, *fuzzy set membership functions*, são: Sigmoidal, J-Shaped, Linear e Complexa (Zadeh, 1965; Eastman, 1997; Mendes, 2000). A Figura 3.3 apresenta a respectiva forma e formulação matemática, sendo visíveis os pontos de controlo mínimo (*a*) e máximo (*b*).

Convém referir que na Figura 3.3 se apresentam apenas as formas de curva crescentes, isto é, aquelas cujo score normalizado cresce com o score original. Quando se verifica a situação inversa, isto é, quando a uma variação positiva dos scores originais corresponde uma variação negativa dos scores normalizados, a curva é decrescente e a respectiva equação deverá ser ajustada. É o caso, por exemplo, dum critério relativo à acessibilidade, onde maiores distâncias a uma estrada correspondem a áreas menos aptas para um objectivo, logo de score normalizado mais baixo.

A escolha da função *fuzzy* adequada depende da natureza do critério, sendo que a função sigmoidal é a mais utilizada.

A selecção dos pontos de controlo é um dos aspectos críticos no processo de normalização (*fuzzification*), já que de certa forma calibra a função para critérios e realidades particulares. Importa portanto considerar o seu significado (Eastman *et al.*, 1998), para o que se discute um exemplo simples. Suponha-se que, no âmbito dum processo de localização dum equipamento no território, se considerou que o declive do terreno é um critério relevante, no sentido em que é mais vantajosa uma área plana do que uma área declivosa. Desde logo, *plano* e *declivoso* são conceitos que, não sendo quantificados, são pouco úteis em termos da tomada de decisão, isto é, da identificação das áreas que, à luz deste critério, são mais adequadas para a instalação do equipamento em causa. Há então que definir qual o declive do terreno (limiar) que distingue as áreas planas das áreas declivosas. Numa perspectiva de lógica Booleana, se se definisse o valor de 8% para esse limiar, teríamos que as áreas com declive inferior a 8% seriam planas ou quase planas, logo aptas para a localização do equipamento, e as áreas com declive superior a 8% seriam declivosas, logo não aptas. Isto significa que uma área com declive 7.9% seria boa e uma outra com 8.1% seria má, situação aparentemente inaceitável. Em contraposição a esta abordagem, a lógica *fuzzy* admite um conjunto de valores do declive a que corresponde a classificação indubitável de plana ou quase plana, digamos até 3%, e um conjunto de valores a que corresponde a classificação

indubitável de declivosa, digamos acima de 12%. Entre 3% e 12% (que seriam os pontos de controlo mínimo e máximo), a variação seria gradual, de acordo com uma função (*fuzzy*) definida. Assim, o andamento da função seria (com normalização para uma escala 0-1):

Declive até 3%: score 1 (áreas aptas)

Declive entre 3% e 12%: score a variar de 1 até 0, de acordo com a função (áreas de aptidão variável)

Declive acima de 12%: score 0 (áreas não aptas)

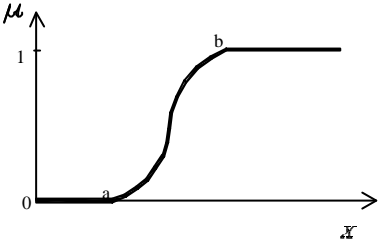
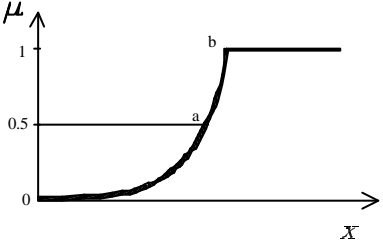
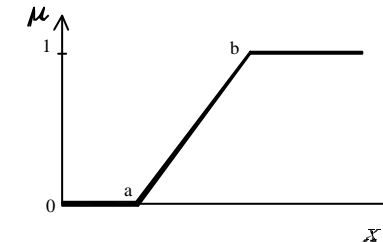
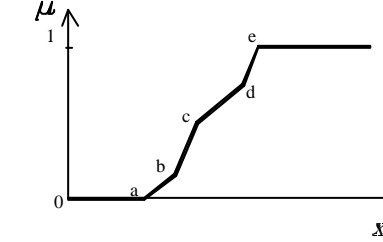
 <p style="text-align: center;">Sigmoidal</p>	$m = \sin^2(a)$ $a = (x - x_a) / (x_b - x_a) * p / 2$ <p>Para $x > x_b$, $m=1$; $x < x_a$, $m=0$</p>
 <p style="text-align: center;">J-shaped</p>	$m = 1 / (1 + ((x - x_b) / (x_b - x_a))^2)$ <p>Para $x > x_b$, $m=1$</p>
 <p style="text-align: center;">Linear</p>	$m = (x - x_a) / (x_b - x_a)$ <p>Para $x > x_b$, $m=1$; $x < x_a$, $m=0$</p>
 <p style="text-align: center;">Complex</p>	<p>A função <i>fuzzy</i> entre dois pontos pode ser linearmente interpolada.</p>

Fig. 3.3 - Funções *fuzzy*

3.4 COMBINAÇÃO DE CRITÉRIOS

Uma vez normalizados os scores dos critérios para um intervalo fixado (0 a 1, ou outro qualquer) estes já podem ser agregados de acordo com a regra de decisão. Existem diversas classes de operadores para a combinação de critérios (para uma descrição extensiva ver Malczewski, 1999). Nas secções seguintes apresentam-se dois procedimentos que, no âmbito dos processos de decisão de natureza espacial, são mais relevantes: a Combinação Linear Pesada (WLC²⁴) e a Média Pesada Ordenada (OWA²⁵).

3.4.1 COMBINAÇÃO LINEAR PESADA - WLC

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

$$S = \sum_i w_i x_i ; \quad (3.11)$$

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

Nos casos em que, para além dos factores (que se expressam em escalas de score contínuas), se aplicam também exclusões (que se expressam em escala binária 0/1), o procedimento pode ser alterado multiplicando o score calculado com base nos factores pelo produto das exclusões:

$$S = \sum_i w_i x_i \times \prod_j c_j ; \quad (3.12)$$

onde c_j é o score (0/1) da exclusão j .

A mais importante característica do procedimento WLC é o facto de permitir a compensação entre critérios (*Trade-off*), o que significa que uma qualidade (score a respeito dum critério) muito pobre numa dada alternativa pode ser compensada por um conjunto de boas qualidades (scores mais altos a respeito de outros critérios).

As aplicações do WLC são frequentes (Mendes *et al.*, 1999a, 1999b).

²⁴ WLC deriva de Weighted Linear Combination. Por ser uma sigla reconhecidamente associada a este procedimento de agregação, será utilizada ao longo da dissertação.

²⁵ OWA deriva de Ordered Weighted Average. Por ser uma sigla reconhecidamente associada a este procedimento de agregação, será utilizada ao longo da dissertação.

3.4.2 MÉDIA PESADA ORDENADA - OWA

Yager (1988) introduziu uma nova perspectiva de análise através de um novo procedimento de agregação de factores. Esta técnica, para além de utilizar os pesos de critérios usados no procedimento WLC, considera outro conjunto de pesos que não estão especificamente ligados a quaisquer factores, mas que lhes são aplicados por uma ordem que depende do valor dos factores após a aplicação normal do primeiro conjunto de pesos.

Este procedimento denomina-se OWA e estes novos pesos denominam-se *order weights*, visto a sua aplicação depender de uma determinada ordenação dos factores que agregam (Yager, 1988, Eastman *et al.*, 1996, 1998).

Depois da aplicação do primeiro conjunto de pesos aos factores (tal como no procedimento WLC), os scores resultantes (agora pesados) são ordenados do valor mais baixo para o mais elevado. Ao factor com o score pesado mais baixo (o primeiro da lista ordenada) é aplicado o primeiro *order weight*, ao factor com o segundo valor mais baixo é aplicado o segundo *order weight*, e assim sucessivamente. Trata-se portanto de pesar os factores com base na sua ordem, do mínimo para o máximo.

Fazendo variar os *order weights*, o procedimento OWA permite implementar uma gama vastíssima (na verdade infinita) de operadores de agregação. Como referem Eastman *et al.* (1998), num processo de decisão que envolva três factores, um conjunto de *order weights* [1 0 0] aplicaria todo o peso ao factor com o menor score, produzindo assim uma solução adversa ao risco (dita pessimista ou conservadora), equivalente ao operador lógico AND; um conjunto de *order weights* [0 0 1], pelo contrário, aplicaria todo o peso ao factor de mais alto score, produzindo assim uma solução de elevado risco (dita optimista), equivalente ao operador lógico OR; um conjunto de *order weights* [0.33 0.33 0.33], por sua vez, aplicaria igual peso a todos os factores, produzindo assim uma solução de risco neutro (intermédia), equivalente ao operador WLC. Nos dois primeiros casos apenas os scores extremos são considerados (o mínimo no primeiro e o máximo no segundo), o que significa que os factores não podem ser compensados uns pelos outros (ausência de *Trade-off*). Contudo, no terceiro caso, como foi atribuído um conjunto de *order weights* perfeitamente equilibrado, os factores podem compensar-se mutuamente (*Trade-off* total), no sentido em que maus scores nuns factores podem ser compensados por bons scores noutros factores. Na realidade este terceiro caso é um equivalente do WLC ou, ainda mais correctamente, o procedimento WLC é um caso particular do procedimento mais geral OWA.

A título ilustrativo, apresenta-se um pequeno exemplo de agregação através do procedimento OWA. Considere-se três factores com os scores e os pesos do Quadro 3.4.

Quadro 3.4 - Exemplo de agregação OWA - factores

Factor	Score	Peso	Avaliação
A	100	0.5	50
B	200	0.1	20
C	150	0.4	60

A avaliação dos factores após a aplicação dos respectivos pesos conduz à seguinte ordenação, do menor para o maior: [B A C]. A aplicação de três conjuntos de *order weights* conduz aos resultados apresentados no Quadro 3.5.

Quadro 3.5 - Exemplo de agregação OWA - resultados

Factor	Avaliação (1ª fase)	Order weight	Avaliação (2ª fase)	Score final (soma pesada)
B	20	1	20	20 (avaliação pessimista)
A	50	0	0	
C	60	0	0	
B	20	0	0	60 (avaliação optimista)
A	50	0	0	
C	60	1	60	
B	20	0.333	6.7	43.4 (WLC)
A	50	0.333	16.7	
C	60	0.333	20.0	

Os *order weights* não estão obviamente restringidos aos três casos apresentados no parágrafo anterior; na verdade, qualquer combinação é possível desde que o seu somatório seja a unidade. A deslocação relativa dos *order weights* no sentido do mínimo ou do máximo controla o nível de risco (também designado por ANDness) (Figura 3.4); por sua vez, a homogeneidade de distribuição dos *order weights* pelas posições controla o nível global de *Trade-off* (Figura 3.5).

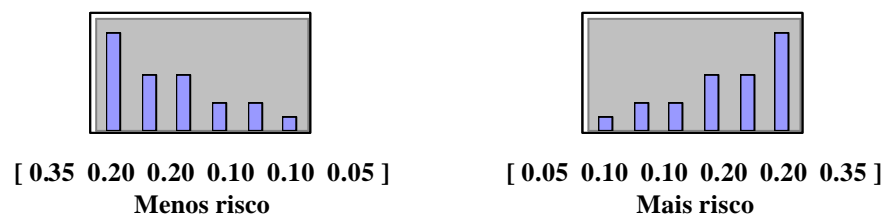


Fig. 3.4 - Controlo do risco

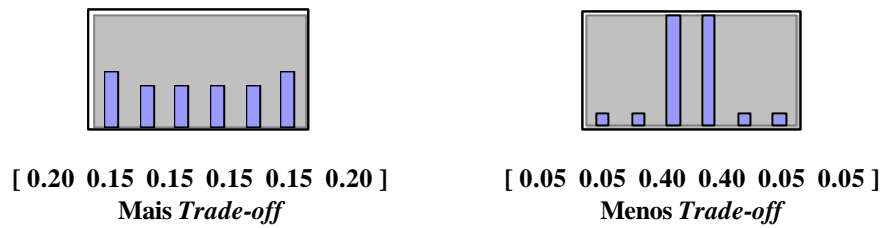


Fig. 3.5 - Controlo do Trade-off

O resultado é um espectro estratégico de decisão, aproximadamente triangular, definido por um lado pela atitude de risco e, por outro lado, pelo nível de Trade-off (Eastman *et al.*, 1988), como se observa na Figura 3.6.

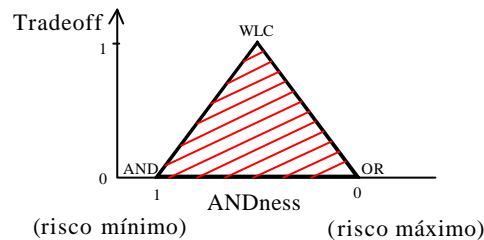


Fig. 3.6 - Espaço estratégico de decisão (OWA)

A atitude de risco é medida pela variável *ANDness*, dada pela equação (Eastman *et al.*, 1998):

$$ANDness = \frac{1}{n-1} \sum_i ((n-i)O_i) \tag{3.13}$$

e o *trade-off* é dado por:

$$Tradeoff = 1 - \sqrt{\frac{n \sum_i (O_i - 1/n)^2}{n-1}} \tag{3.14}$$

onde *n* é o número total de factores, *i* é a ordem do factor e *O_i* é o peso (*order weight*) para o factor de ordem *i*.

O Quadro 3.6 apresenta valores de *ANDness* e *trade-off* para seis pontos de decisão, os quais se representam na Figura 3.7.

Quadro 3.6 - *ANDness* e *tradeoff* para vários pontos de decisão

Ponto	<i>Order weights</i>		ANDness	Tradeoff	Tipo de avaliação
A	[0.20 0.20 0.20 0.20 0.20]		0.50	1.00	Risco neutro <i>Trade-off</i> total
B	[1.00 0.00 0.00 0.00 0.00]		1.00	0.00	Risco mínimo (pessimista) Sem <i>Trade-off</i>
C	[0.00 0.00 0.00 0.00 1.00]		0.00	0.00	Risco máximo (optimista) Sem <i>Trade-off</i>
D	[0.55 0.25 0.10 0.05 0.05]		0.80	0.53	Baixo risco Algum <i>Trade-off</i>
E	[0.05 0.05 0.10 0.25 0.55]		0.20	0.53	Alto risco Algum <i>Trade-off</i>
F	[0.05 0.15 0.60 0.15 0.05]		0.50	0.49	Risco neutro Algum <i>Trade-off</i>

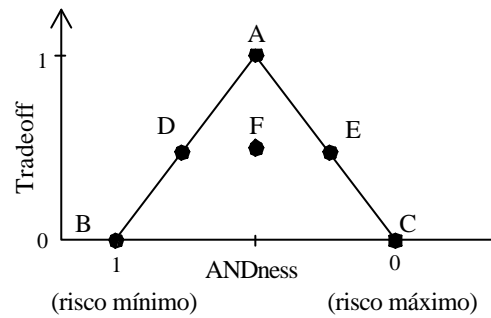


Fig. 3.7 - Pontos de decisão

CAPÍTULO 4

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

4.1 DEFINIÇÃO DE SIG

Como referem Puebla e Gould (1994, p.13), não é fácil definir o que é um Sistema de Informação Geográfica (SIG)²⁶ podendo mesmo considerar-se que existem quase tantas definições como autores que escrevem sobre o tema.

Como ponto de partida, deve referir-se que os SIG se enquadram na família dos Sistemas de Informação, os quais têm assumido grande relevância e sido objecto de implementação maciça nas últimas décadas. Os Sistemas de Informação, implementados num ambiente computacional, não são mais que rotinas de programação, ou conjuntos integrados de subrotinas de programação, desenvolvidas para representar ou gerir grandes quantidades de dados que representam o mundo real (Martin, 1991). Muitas vezes estes sistemas estão orientados para o apoio à decisão, pois através da análise selectiva e orientada dos dados produzem informação relevante para a tomada de decisão.

Os SIG são Sistemas de Informação desenvolvidos para trabalhar com dados georeferenciados segundo coordenadas geográficas (Star e Estes, 1990), isto é, com informação geográfica.

O *National Center for Geographic Information and Analysis* (NCGIA), dos Estados Unidos da América, refere que um SIG é “um sistema de *hardware*, *software* e procedimentos definidos para realizar a captura, ou introdução, armazenamento, manipulação, análise, modelação e apresentação de dados referenciados espacialmente, visando a resolução de problemas complexos de gestão e planeamento” (NCGIA, 1990). Utilizando a informação organizada por diferentes níveis temáticos (por exemplo: rede de auto-estradas, rede de estradas principais, rede de linha de caminho de ferro, caracterização do uso do solo,

²⁶ Estes sistemas são designados na terminologia anglo-saxónica por GIS (*Geographical Information System*).

modelo digital do terreno, etc.) é possível realizar operações de análise lógica e matemática, apresentado os resultados graficamente através de uma imagem, com maior ou menor detalhe de contexto (carta ou mapa), ou numa tabela alfanumérica. Este tipo de ferramenta revolucionou a monitorização e gestão dos recursos naturais e uso do solo devido a possuir a capacidade de análise de grande quantidade de informação, de diversas origens, em simultâneo. Não se torna portanto surpreendente que recentemente tenha havido um crescente interesse na utilização de ferramentas com recurso a SIG como um suporte de apoio à decisão (Eastman *et al.*, 1998,1994,1993).

4.2 APLICAÇÕES TÍPICAS DOS SIG

O que distingue um SIG relativamente aos outros sistemas de informação? A resposta é simples: a Geografia. A Geografia faz parte da nossa vida diária (Rhind, 1989), a maior parte das decisões que tomamos estão relacionadas ou são influenciadas pela Geografia. Claro que as pessoas, muitas vezes, não põem em questão o caminho escolhido para o trabalho, ou onde comprar uma casa. No entanto, estas são opções apoiadas geograficamente. Esta relação com a Geografia não só é válida para os indivíduos mas também para as empresas ou instituições. Quase todas as empresas e instituições têm que definir onde instalar os seus escritórios; algumas necessitam de definir rotas de distribuição dos seus produtos, outras de definir onde promover determinada cultura; ou ainda que traçado definir para uma nova estrada. A utilidade dos SIG deriva das suas capacidades para responder a problemas deste tipo.

No entanto, a realidade espacial é bastante complexa. Para obviar este problema, e de modo a simplificar a informação necessária a qualquer análise espacial, é usual que os SIG façam a sua divisão por temas. Cada tema considerado deverá ser representativo de uma porção finita da realidade importante para a análise em causa, desprezando toda a restante informação. Por vezes a realidade necessária à análise é tão complexa que se utilizam muitos temas em simultâneo, mantendo a simplicidade de cada um. A título de exemplo podem apresentar-se os seguintes temas e respectiva utilização:

- Litologia: informação sobre a permeabilidade dos solos que permite o desenvolvimento de uma análise que vise impedir a contaminação das águas subterrâneas;

- Vegetação: informação sobre as áreas vegetais a proteger que permite desenvolver uma política de protecção;
- Hidrografia: informação sobre os leitos dos rios que permite desenvolver uma política de modo a impedir a sua contaminação;
- Rede de estradas: informação sobre as estradas que permite desenvolver modelos de procura dos melhores trajectos e, se a informação de tráfego for em tempo real, até ajudar a evitar zonas congestionadas;
- Solos: informação sobre a qualidade dos solos, de modo a desenvolver políticas para a implementação de uma melhor utilização agrícola.

Estes exemplos, apenas indicativos, constituem questões espaciais que podem ser resolvidas recorrendo a um SIG.

Rhind (1990) divide em seis grandes grupos os tipos de problemas que se podem resolver recorrendo ao SIG, a saber:

1. Localização: através de inquirição visual, apontando com o cursor no monitor, obter informação guardada no SIG sobre a zona em causa (por exemplo, qual o número de pisos de um edifício);
2. Condição: através da implementação de uma condição sobre a base de dados do SIG saber onde a mesma é satisfeita (por exemplo, quais as condutas de uma rede de abastecimento de água construídas em fibrocimento);
3. Evolução: através da comparação de dados correspondentes a tempos diversos analisar processos de evolução, possibilitando a identificação de tendências (por exemplo, quais as áreas de expansão urbana de uma cidade, em períodos de dez anos, nos últimos trinta anos);
4. Caminhos: procurar caminhos óptimos, o mais curto, o mais barato ou o mais rápido, entre pontos pré-definidos (por exemplo, qual o caminho mais rápido entre um quartel de bombeiros e um incêndio florestal);
5. Padrão: através da pesquisa espacial de um determinado fenómeno procurar definir áreas com o mesmo comportamento (por exemplo, definir áreas em que uma determinada doença tenha o mesmo nível de incidência na população);
6. Modelo: através do desenvolvimento de modelos simular o efeito que determinados fenómenos produzem sobre a realidade, em antecipação à sua actuação (por exemplo, quais as consequências ambientais resultantes da construção de um novo troço de autoestrada).

Todas as problemáticas referidas se enquadram na actividade de planear, donde se conclui que os SIG são ferramentas muito potentes no apoio ao planeamento e à compreensão das actividades geograficamente referenciadas.

Bosque (1992) caracteriza os SIG como uma caixa de experimentações e Burrough (1986) chega a comparar os SIG a um simulador de voo na formação de pilotos de aviação. Isto é, recorrendo à tecnologia SIG é possível que os planeadores e políticos possam encontrar as soluções que melhor se enquadrem em cenários pré-estabelecidos ou analisar quais as repercussões em implementar determinado projecto.

Actualmente, a quase totalidade dos SIG são desenvolvidos na óptica da ajuda à gestão e à decisão, o que se designa por Sistemas de Apoio à Decisão (ver Guariso e Werthner, 1989; Fedra e Reitsma, 1990; Densham, 1991; Birkin *et al.*, 1996; e Longley e Batty, 1996).

4.3 COMPONENTES DUM SIG

Basicamente, um SIG é composto por quatro componentes fundamentais. Maguire (1991, p.16) definiu essas componentes como sendo: a parte física do sistema (*hardware*); o programa (*software*); os dados; e a componente humana (*liveware*).

A parte física, em que se instala o SIG, é normalmente constituída por uma plataforma computacional, desde o mais simples computador pessoal até às mais avançadas estações de trabalho. Além desta componente física são ainda necessários diversos periféricos de apoio à entrada e armazenamento de dados e à apresentação de resultados, como por exemplo: mesas de digitalização, leitores de imagens (*scanners*), discos de grande capacidade e rápida leitura, gravadores de grande capacidade e impressoras a cores de grande formato.

A segunda componente, o *software*, é aquela que permite a execução de operações e manipulação dos dados. No mercado existem vários programas SIG que, apesar de permitirem realizar certas operações comuns, se distinguem, normalmente, pela forma de armazenar os dados espaciais, pelas operações que permitem realizar, pela forma como as realizam e pela própria capacidade de processamento. Assim, cabe aos potenciais utilizadores, em função dos objectivos dos seus projectos, procurar qual o programa que melhor se adapta às suas necessidades.

Os dados, terceira componente, constituem o elemento chave na maioria das situações, pois sobre eles são executadas todas as operações desenvolvidas por um

SIG. Também constitui a componente que representa maiores custos na implementação de um SIG. Rowley e Gilbert (1989) estimam que a obtenção de um conjunto de dados operacionais num SIG podem custar cerca de 70% do custo total do projecto, pelo que se pode compreender a importância vital desta componente.

A última componente definida por Maguire, o *liveware*, inclui as pessoas que planificam, desenvolvem e implementam e utilizam o sistema de informação, sendo frequentemente o aspecto crítico que determina o sucesso ou o insucesso do SIG.

4.4 ESTRUTURAS DE DADOS ESPACIAIS

O mundo real é muito diversificado e cada investigador necessita de simplificar essa realidade para definir um modelo que permita atingir os objectivos da análise pretendida (Puebla e Gould, 1994, p.75). Reconhecida a impossibilidade de representar a realidade com toda a sua complexidade, é necessário isolar as componentes que são úteis ao estudo que se vai desenvolver. Por outro lado, é importante ter presente que um modelo que contemple de forma complexa e muito completa a realidade, poderá não ser o que produz melhores resultados.

No âmbito dos SIG a realidade é, basicamente, representada em dois modelos de dados: o vectorial e o *raster*. Sendo desde logo esta uma simplificação da representação da realidade, independentemente da simplificação na quantidade de informação a representar.

No modelo vectorial, o mundo real é representado por entidades, caracterizadas pelas suas propriedades. Essas entidades são representadas por objectos na base de dados georeferenciada; por exemplo, um lago (uma entidade) pode ser representado através dum polígono (objecto). As entidades a representar podem, contudo, não ser entidades visíveis no espaço ou mesmo não ter existência material, como por exemplo uma divisão administrativa ou uma curva de nível. A forma de representar as entidades por objectos também varia em função da análise em causa; assim, uma casa poderá ser representada por um ponto, no caso da análise de uma rede de abastecimento de água, ou por um polígono, no caso da análise de uso de solo numa zona urbana.

As primitivas de representação utilizadas pelo modelo vectorial são o ponto, a linha (ou arco) e o polígono (ou área) (Figura 4.1).

No modelo *raster* a realidade é representada por uma malha que é colocada sobre o mundo real e pela atribuição de um atributo a cada célula da malha, que identifica apenas uma das características dessa porção do espaço. Normalmente a

malha é composta por células regulares o que facilita o seu manuseamento e análise. No entanto, para representar diversas características de uma mesma área é necessário criar várias malhas, cada uma contendo atributos relativos apenas a uma característica do mundo real. Portanto neste modelo não se representam as entidades do mundo real, como no modelo vectorial, mas sim porções do espaço real através de células (Figura 4.1). Um dos inconvenientes desta representação é a não identificação exacta dos limites das entidades geográficas, podendo no entanto obter-se essa fronteira de uma forma aproximada pela junção das células com atributos idênticos.

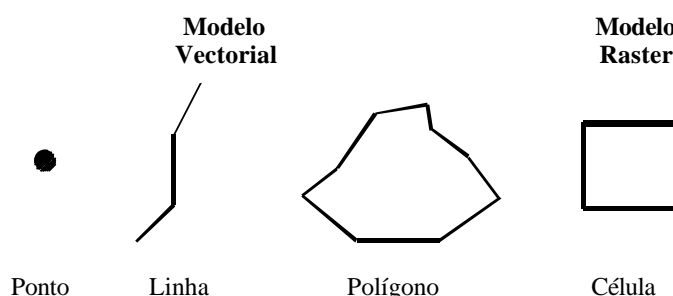


Fig. 4.1 - Tipos básicos de objectos espaciais: ponto, linha, polígono e célula

Pode considerar-se que estes dois modelos são duas concepções distintas do espaço: uma baseada em entidades (*object view*) e outra em campos (*field view*) (Frank e Goodchild, 1990).

Ambos os modelos apresentam uma série de vantagens e desvantagens em função das suas características próprias e da utilização que lhes é dada (ver Burrough, 1986, pp.33-37; Aranoff, 1989, pp.165-166; e Bosques, 1992, pp.68-69).

4.4.1 ESTRUTURAS PARA A GESTÃO DE ATRIBUTOS

No caso do modelo vectorial, em que se representam as entidades do mundo real por objectos cartográficos, é necessário armazenar os dados relativos à definição espacial (forma e localização) desses objectos. Também relativamente aos atributos das entidades, é necessário armazenar essa informação e criar uma ligação entre a mesma e o objecto cartográfico a que se refere.

4.4.1.1 MODELO RELACIONAL

O modelo entidades-relações (Chen, 1976) é uma forma conceptual de organizar e esquematizar informação apoiado nos conceitos de entidades e classes

de entidades, relações entre entidades ou classes de entidades, atributos das entidades e das relações e cardinais das relações.

As classes de entidades resultam do agrupamento de entidades de acordo com um critério definido. Neste modelo as relações podem existir entre as entidades individuais ou entre as classes e podem ser de diversos graus. No caso de relacionamento entre duas classes define-se como sendo uma associação binária, será ternária se relacionar três classes e assim sucessivamente. Sendo o grau da relação expresso pelo número de ligações.

No processo de criação de uma base de dados, à modelação conceptual segue-se a modelação lógica. Este nível de modelação corresponde à transformação do modelo conceptual no sentido do armazenamento dos dados, através da utilização das ferramentas do modelo lógico.

Para o modelo entidades-relações a modelação lógica que melhor se lhe adapta, do ponto de vista do desenho de base de dados, é o modelo relacional (Codd, 1970, 1979), cuja estrutura básica é a tabela. Refira-se que alguns dos melhores programas de gestão de bases de dados se baseiam neste modelo, o que torna esta metodologia numa forma quase consagrada de armazenamento de informação.

4.4.1.1.1 MODELAÇÃO DE DADOS POR TABELAS

A tabela consiste em linhas, colunas e células. As colunas, por vezes também designados por campos, correspondem aos atributos. As linhas, por vezes também designadas por registos, correspondem às ocorrências particulares de uma entidade. Cada célula, que é referenciada pela linha e coluna a que pertence, contém o valor do atributo relativo à entidade em causa.

Uma característica particular desta modelação é que cada coluna, ou seja cada atributo, se expressa num único domínio, que pode ser do tipo numérico (inteiro ou real), alfanumérico (texto ou carácter), data ou lógico. Um domínio pode abarcar vários atributos, mas como se referiu, um atributo corresponde apenas a um domínio.

Algumas das vantagens e desvantagens do modelo relacional são sintetizadas por Healey (1991) e Huxhold (1991). De uma forma muito resumida, pode-se dizer que a sua grande vantagem é ser uma metodologia apoiada num corpo teórico bem fundado e facilmente acessível a utilizadores sem grande formação técnica.

4.4.1.1.2 OPERAÇÕES SOBRE TABELAS

Para a manipulação das tabelas (também designadas relações) são necessários operadores organizados numa álgebra, que permitem executar operações sobre as tabelas onde estão organizados e armazenados os dados. Os principais operadores

da álgebra relacional são a intersecção, a união, a diferença, a junção, a projecção relacional e a restrição. Apresenta-se uma síntese do seu significado (Laurini e Thompson, 1992):

- *Intersecção*

Considerando duas relações R_1 e R_2 , cujos atributos são definidos nos mesmos domínios, as ocorrências resultantes da sua intersecção são comuns a ambas.

- *União*

A união de duas relações R_1 e R_2 , cujos atributos são definidos nos mesmos domínios, tem como resultado todas as ocorrências que estão presentes em R_1 ou em R_2 .

- *Diferença*

A diferença entre as relações R_1 e R_2 , cujos atributos são definidos nos mesmos domínios, corresponde à lista das ocorrências que estão presentes em R_1 e não estão presentes em R_2 .

- *Junção*

Uma junção entre duas relações R_1 e R_2 , que têm pelo menos um atributo definido no mesmo domínio, tem como resultado uma lista de ocorrências cujos atributos comuns pertencem a ambas as relações.

- *Projecção relacional*

A projecção relacional consiste na operação de selecção de um ou mais atributos de uma relação, permitindo assim obter um subconjunto vertical da tabela.

- *Restrição*

A restrição de uma relação R_1 selecciona as ocorrências que satisfazem uma determinada condição expressa por operadores Booleanos, obtendo-se um subconjunto horizontal da tabela.

4.4.2 O MODELO VECTORIAL

4.4.2.1 MODELAÇÃO DA REALIDADE POR PONTOS, LINHAS E POLÍGONOS

Como já se referiu anteriormente, no modelo vectorial as entidades do mundo real são representadas por objectos espaciais do tipo ponto, linha ou

polígono.

Os pontos representam entidades cuja dimensão é irrelevante para a sua representação cartográfica, como por exemplo semáforos, poços, bocas de incêndio, etc.

As linhas representam entidades cuja dimensão longitudinal é preponderante face à largura, como por exemplo todas as entidades de redes artificiais (estradas, condutas, linhas de telecomunicações ou electricidade) ou naturais (linhas de água).

Os polígonos representam entidades cuja representação cartográfica é feita por uma área, definida por um conjunto de linhas que a envolvem.

A forma de representação das entidades do mundo real também pode variar em função da análise que se pretenda fazer. Por exemplo, se numa linha de água pertencente a uma rede hidrográfica apenas for relevante a sua extensão, poderá ser representada por um objecto do tipo linha. No entanto, se estiver em causa algum fenómeno para o qual a largura, ou variação de largura, seja relevante, a sua representação deverá ser feita recorrendo a um polígono, de modo a que o fenómeno possa ser analisado segundo a largura do curso de água, dimensão que nunca existiria no caso da linha.

Torna-se, portanto, muito importante que as entidades do mundo real tenham a devida representação no modelo que o procura representar.

4.4.2.2 ESTRUTURA NÃO TOPOLÓGICA: "SPAGHETTI"

No caso da representação de entidades vectoriais se resumir apenas às coordenadas cartesianas dos pontos, linhas e polígonos, sem especificação de relações de vizinhança ou satisfação de regras topológicas, está-se na presença de uma base de dados gráfica. Esta estrutura, denominada habitualmente *spaghetti*, é habitual em programas de desenho assistido por computador. Como não suporta operações de análise espacial avançada, não é adequada para tirar partido das potencialidades dum SIG.

Na Figura 4.2 encontram-se representados alguns objectos gráficos de acordo com esta estruturação de dados, em que todas os objectos são referenciados pelas suas coordenadas.

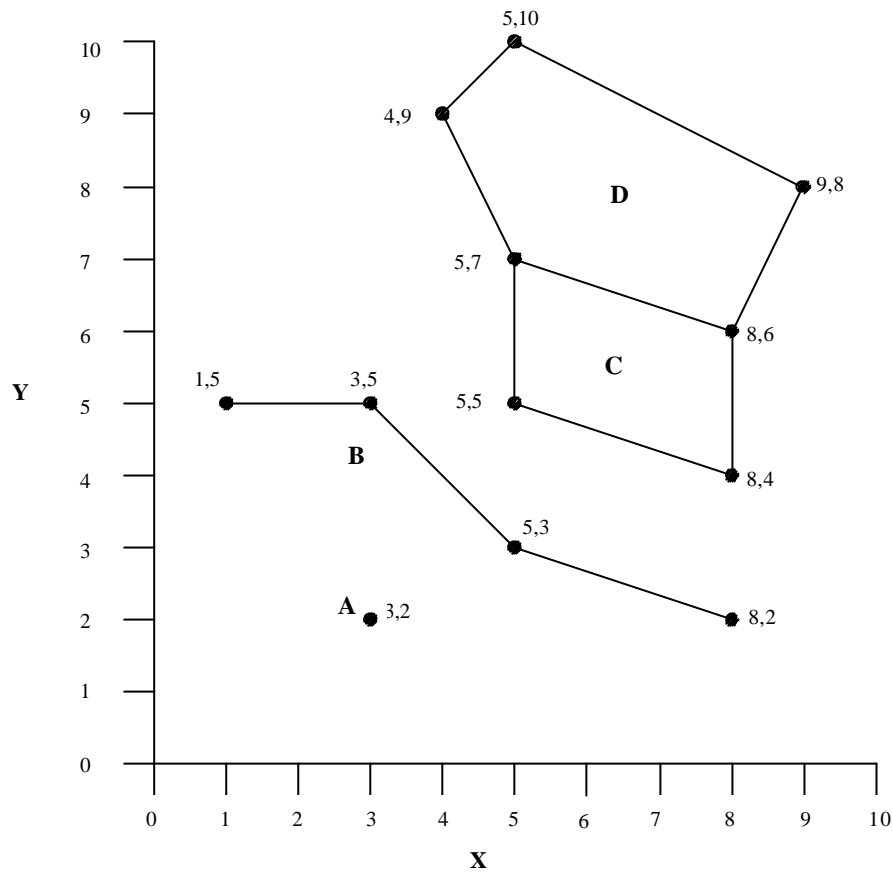


Fig. 4.2 - Estrutura de dados vectorial tipo "spaghetti"

Cada objecto é registado através das coordenadas dos pontos que o definem. Assim, para um ponto vem:

Ponto	Coordenadas x,y
A	3,2

Para uma linhas, definidas pelos seus pontos devidamente ordenados, vem:

Linha	Coordenadas x,y
B	1,5 3,5 5,3 8,2

Finalmente, para um conjunto de áreas (polígonos), definidas pelos pontos que compõem as suas linhas envolventes, vem:

Polígono	Coordenadas x,y
C D	5,7 8,6 8,4 5,5 5,7 5,10
	9,8 8,6 5,7 4,9 5,10

Uma das desvantagens desta representação é que possui muita informação redundante pois as coordenadas dos pontos e dos arcos dos polígonos são diversas vezes armazenadas.

Uma outra forma de armazenar a informação, conforme se representa na Figura 4.3, é através de uma lista de coordenadas de todos os vértices existentes. Complementarmente, para cada objecto são identificados os vértices que lhe pertencem, isto é, que o definem. Desta forma alguma da informação redundante relativa às coordenadas desaparece.

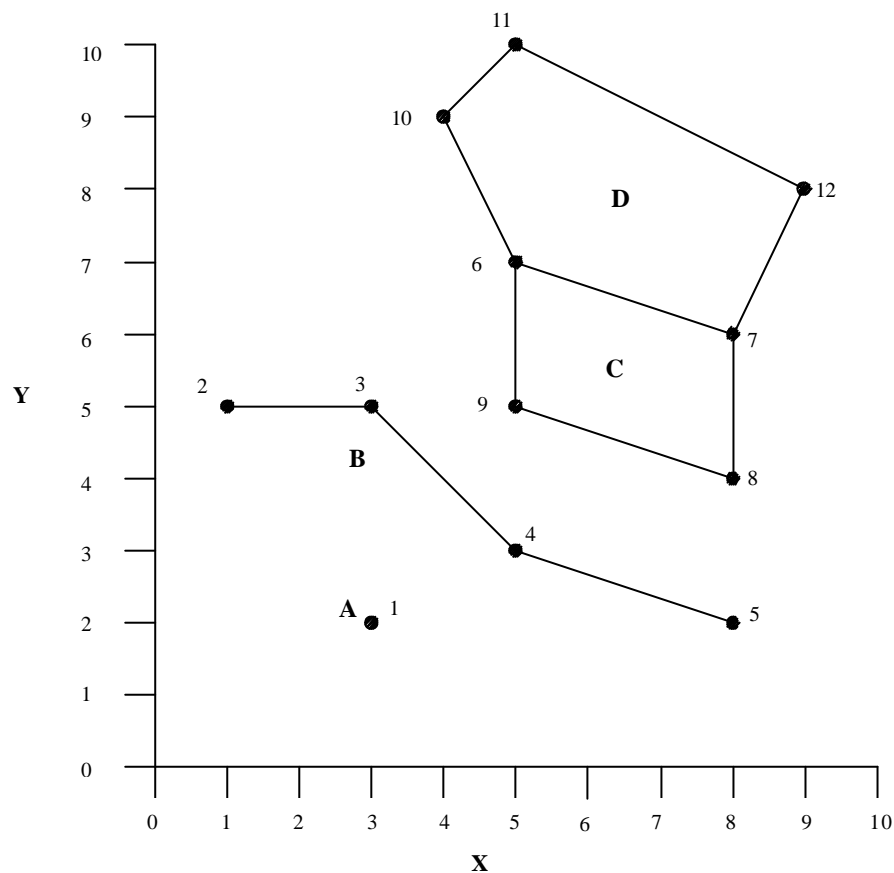


Fig. 4.3 - Estrutura de dados vectoriais por vértices

4.4.2.3 ESTRUTURAS TOPOLÓGICAS

Quando na forma de guardar a informação relativa aos objectos gráficos são identificadas algumas condições que estabelecem relações espaciais, introduz-se aquilo a que se chama topologia, consubstanciada pelos seguintes três princípios:

- Definição de áreas: os arcos que se ligam por forma a envolver uma área definem um polígono;

- Contiguidade: os arcos têm um sentido e lados direito e esquerdo;
- Conectividade: os arcos ligam-se entre si através de nós.

4.4.2.3.1 ESTRUTURA ARCO-NÓ

A estrutura de dados vectoriais arco-nó satisfaz os princípios acima identificados.

Na Figura 4.4 apresenta-se um exemplo que segue esta estrutura. Neste caso, para além de se armazenar a informação relativa às coordenadas de todos os vértices e quais os vértices que constituem cada um dos arcos, também se armazenam as relações topológicas. É armazenada a informação relativa aos arcos que confluem em cada nó (topologia dos nós), os arcos que limitam cada polígono (topologia dos polígonos) e para cada arco é identificado o nó de origem, o nó final e os polígonos à sua esquerda e à sua direita (topologia dos arcos). A informação armazenada relativa às relações topológicas é muito útil pois viabiliza e acelera os processos de análise espacial, para além de permitir verificar se existem erros de representação espacial, que por vezes não são perceptíveis nas representações não topológicas.

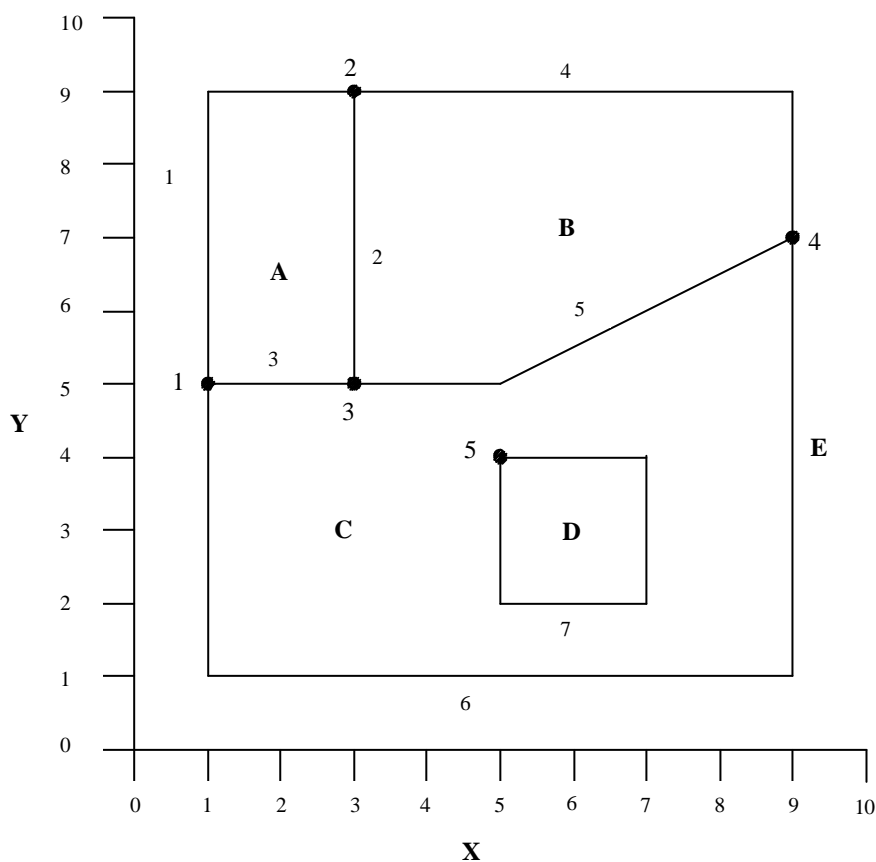


Fig. 4.4 - Estrutura de dados vectoriais de arco-nó

4.4.2.3.2 REDE IRREGULAR DE TRIÂNGULOS

A rede irregular de triângulos (conhecida por TIN - *Triangulated Irregular Network*) é um caso particular da estrutura arco-nó, e é especialmente concebida para a representação de modelos digitais de terreno em sistemas vectoriais.

Como se pode analisar nas Figuras 4.5 e 4.6, cada nó é um vértice de um triângulo e possui uma cota conhecida, sendo ligado a outro nó de cota conhecida por uma linha recta, desenhando triângulos que correspondem a superfícies que procuram modelar a superfície terrestre. Deste modo é possível identificar declives e orientações, bem como linhas de água e bacias hidrográficas.

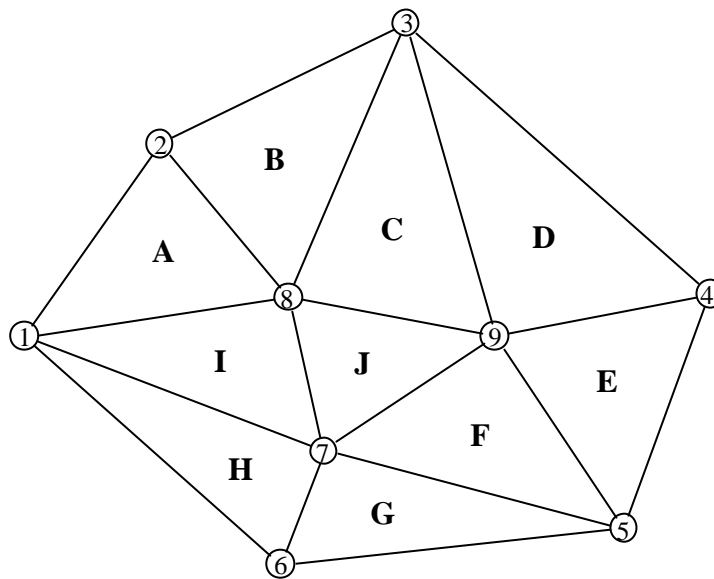
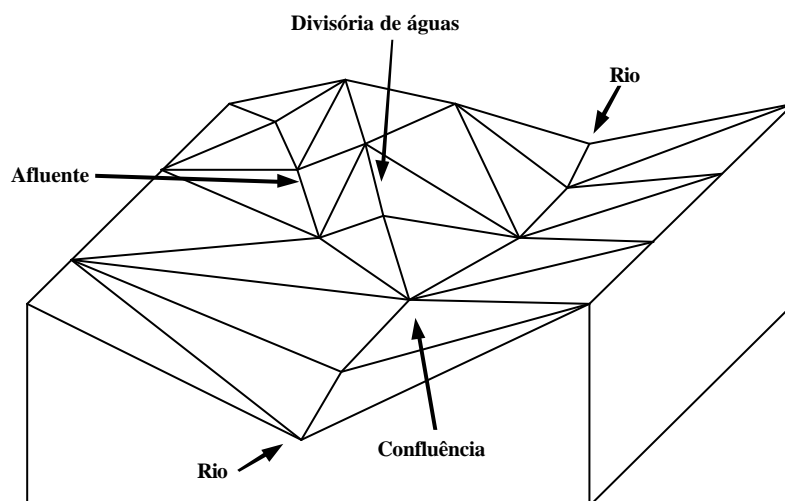


Fig. 4.5 - Estrutura de dados vectoriais (TIN)



Fonte: Adaptado de NCGIA, 1990, Cap.11

Fig. 4.6 - Triangulação da superfície da terra

4.4.2.4 INTEGRAÇÃO ENTRE ENTIDADES VECTORIAIS E ATRIBUTOS

Não obstante se ter já discutido, no subcapítulo sobre gestão de atributos, como estruturar este tipo de dados, importa ainda referir como se processa a ligação entre atributos e entidades vectoriais.

Relativamente aos atributos, estes estão normalmente estruturados e armazenados em tabelas constituídas por diversos campos. Portanto, desde que a informação de referenciação espacial (que descreve as entidades vectoriais) esteja igualmente guardada na mesma forma, é possível relacionar as respectivas tabelas de forma a ligar os atributos de uma entidade à sua representação espacial. Para que esta relação seja válida é necessário que nas tabelas a relacionar existam campos comuns, os quais são normalmente criados de uma forma automática pelos SIG durante as operações de criação de topologia e permitem identificar inequivocamente cada uma das entidades. Este modelo é frequentemente designado pela expressão georelacional. Desta forma passa a ser possível inquirir a base de dados geográfica, no sentido mapa-atributos (apontando uma entidade no mapa, obter a sua descrição) ou no sentido atributos-mapa (impondo uma condição lógica à tabela de atributos - restrição à tabela - visualizar no mapa as entidades cartográficas que satisfazem a condição).

4.4.3 O MODELO RASTER

O modelo *raster* é um modelo bastante mais simples que o modelo vectorial. De uma forma simplificada pode-se dizer que este modelo corresponde a fotografias digitais do mundo real em que apenas se enfoca determinado atributo, ignorando os restantes. Na verdade, o modelo *raster* corresponde à sobreposição de uma grelha sobre o mundo real, em que cada célula é representativa de uma área e possui um valor descritivo de um determinado atributo que se pretende utilizar na análise.

O trabalho com este modelo de representação envolve normalmente grande quantidade de imagens representativas de variáveis espaciais e guardadas sob uma forma matricial. Estas variáveis podem ser tratadas e combinadas através de diversas técnicas, num conjunto de operações que recebe a denominação de modelação cartográfica (Tomlin, 1990, 1991).

4.4.3.1 MODELAÇÃO DA REALIDADE POR CÉLULAS REGULARES

A modelação da realidade, neste caso, é feita através de uma malha regular de células, também por vezes designadas por pixeis. Cada uma das células é identificada pela linha e coluna a que pertence (Figura 4.7). Outra característica importante é que cada célula apenas pode possuir um valor, por isso cada imagem

só pode representar um atributo, como por exemplo, a altitude, o uso do solo, o tipo de solo, etc. (Figura 4.8).

Como o reticulado da malha *raster* é sempre regular, é habitual denominar esta modelação de *malha regular*, em contraponto com os polígonos irregulares da modelação vectorial, ditos *malha irregular*. Refira-se ainda que a modelação *raster* cobre todo o espaço, o que nem sempre acontece na modelação vectorial.

		Colunas								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Linhas	1	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9
	2	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9
	3	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	3-9
	4	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7	4-8	4-9
	5	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	5-6	5-7	5-8	5-9
	6	6-1	6-2	6-3	6-4	6-5	6-6	6-7	6-8	6-9
	7	7-1	7-2	7-3	7-4	7-5	7-6	7-7	7-8	7-9

Fig. 4.7 - Identificação das células pelo seu número de linha e de coluna

		Colunas								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Linhas	1	1	1	1	1	1	3	3	1	1
	2	1	1	1	1	3	3	3	1	1
	3	2	2	1	3	3	3	3	1	1
	4	1	1	1	3	3	3	1	1	1
	5	1	1	3	3	3	3	1	2	2
	6	1	3	3	3	1	1	2	2	2
	7	1	3	3	3	1	1	2	2	2

USO DO SOLO
1 - Cereais
2 - Olival
3 - Regadio

Fig. 4.8 - Valores das células - variável uso do solo

Nesta modelação uma entidade pontual é representada por uma célula, uma entidade linear por uma sucessão de células e uma entidade do tipo polígono por um agrupamento de células contíguas (Figura 4.9).

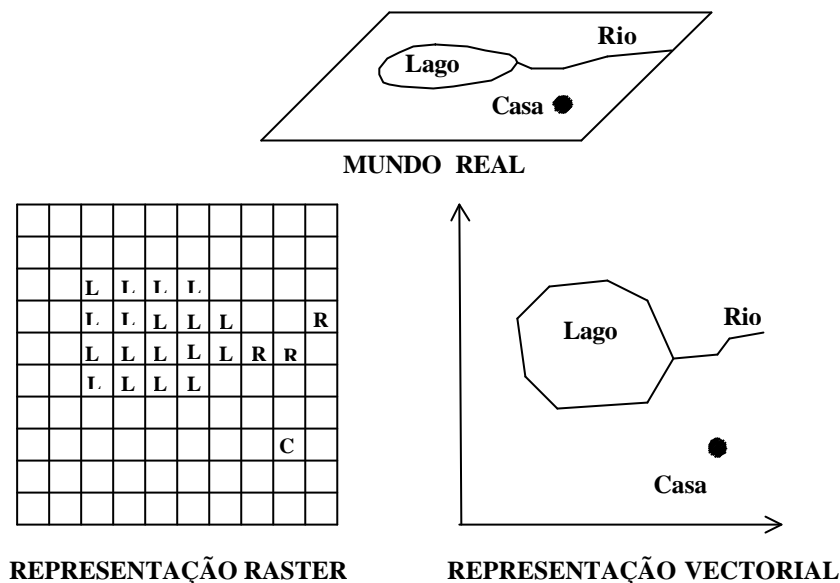


Fig. 4.9 - Representação de elementos pontuais, lineares e poligonais no modelo *raster* e no modelo vectorial

Os principais conceitos que caracterizam as representações *raster* são a *resolução*, *orientação*, *zona*, *classe*, *valor* e *localização*.

A *resolução* diz respeito à área do mundo real que cada célula representa. Como toda a imagem é constituída por células regulares, todas representam áreas idênticas, pelo que a resolução será a dimensão que cada uma das célula procura representar, por exemplo 30m x 30m. A resolução depende do nível de detalhe que se pretenda utilizar para representar a realidade. Claro que quanto maior for o detalhe (maior resolução), o número de células para uma mesma área aumenta de forma quadrática, e de igual forma o tempo necessário para a sua leitura e o espaço necessário para o seu armazenamento.

A *orientação* diz respeito à forma como a malha está orientada relativamente à direcção do ponto cardeal Norte. Esta componente pode ser importante quando se utilizam imagens de satélite.

Zona e classe são dois conceitos interligados pois uma zona é composta por células cujo atributo é igual, logo representam uma mesma classe de valores de um atributo. Estes dois conceitos são facilmente perceptíveis pela análise da Figura 4.8.

Valor é a informação armazenada para cada uma das células e procura caracterizar um aspecto da área do mundo real que a célula representa. Os valores podem ser reais ou inteiros. As variáveis qualitativas são representadas por valores inteiros, enquanto que as variáveis quantitativas são normalmente representadas por valores reais.

Localização corresponde à identificação de cada uma das células através da linha e coluna a que pertencem, o que situa cada uma das células relativamente às restantes. Deste modo, a topologia está implícita na imagem, pois a partir da localização relativa das células se podem estabelecer relações topológicas de contiguidade, de proximidade e de orientação relativa (Figura 4.10).

A localização absoluta no espaço real é sempre possível através do estabelecimento de coordenadas geográficas para a imagem, num processo que se designa por georeferenciação.

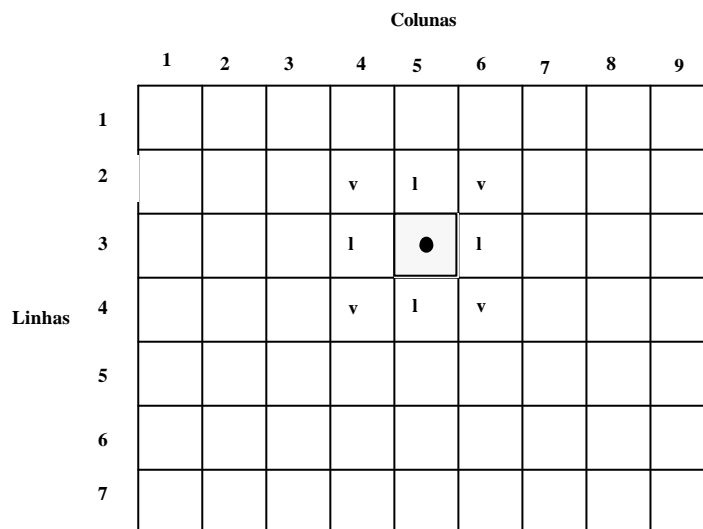


Fig. 4.10 - Relações de vizinhança no modelo *raster* - células que dividem um lado (l) e que dividem um vértice (v)

Existem diversas formas de criar as imagens utilizadas pelo modelo *raster*, designadamente a conversão de informação analógica existente (a cartografia tradicional) em imagens digitais (Figura 4.11) e a conversão de informação vectorial em informação *raster* (Figura 4.12). Por vezes a informação primária é produzida directamente em formato digital *raster*, caso da generalidade das imagens de satélite.

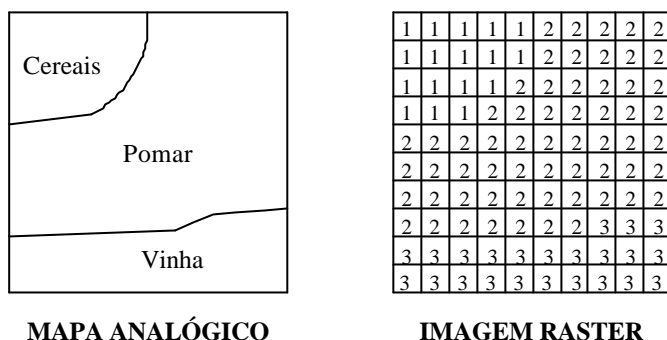


Fig. 4.11 - Uma imagem *raster* a partir de um mapa analógico

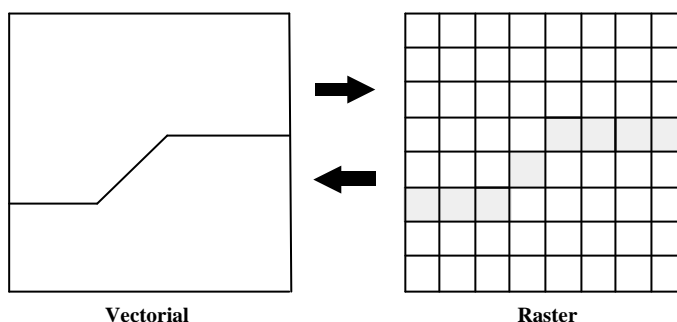


Fig. 4.12 - Conversão vectorial-*raster* e *raster*-vectorial

4.4.3.2 ESTRUTURAS RASTER SIMPLES

Um dos principais problemas do modelo *raster* é a forma de armazenamento da informação matricial relativa às células, devido ao elevado número de valores que é necessário guardar. No passado este problema era ainda mais crítico, dadas as limitações de memória e capacidade de cálculo dos computadores.

Para armazenar os dados relativos às células de uma imagem, desenvolveram-se vários algoritmos (ver Abel e Mark, 1990; ou Goodchild e Grandfield, 1983), dos quais se destacam, por serem mais difundidos, os seguintes:

- Enumeração exaustiva, em que os valores de todas as células são guardados, normalmente seguindo a ordem de linha a linha (forma convencional);
- Codificação por grupos longitudinais variáveis, em que se armazena o número de células sucessivas que possuem valores idênticos, mais o respectivo valor, de acordo com uma determinada ordem na imagem, que pode ser uma das representadas na Figura 4.13.

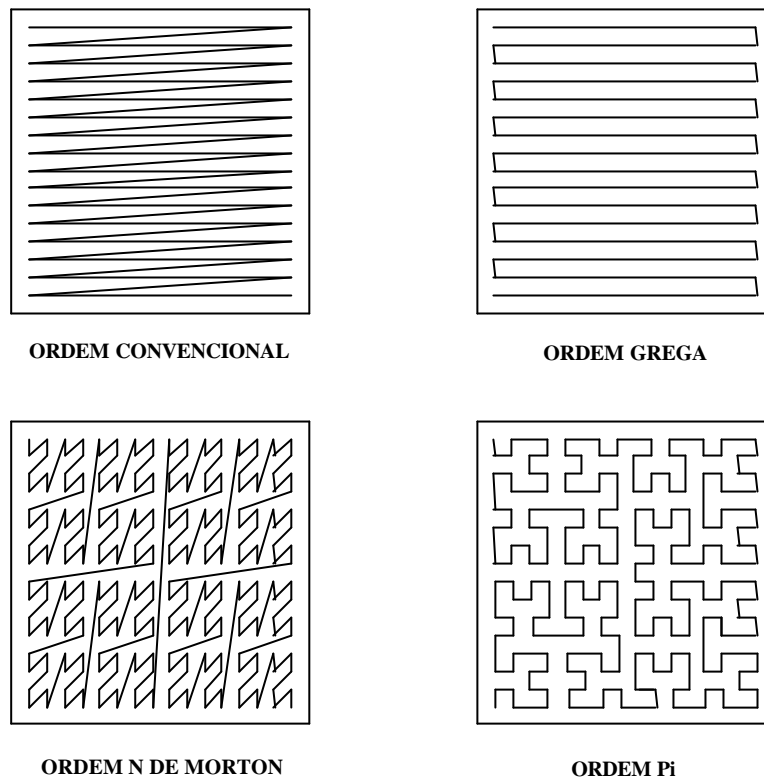


Fig. 4.13 - Ordens adoptadas no armazenamento dos valores de estruturas *raster*

4.4.3.3 ESTRUTURAS *RASTER* HIERÁRQUICAS

Uma derivação da estrutura convencional de ordenação dos dados *raster* é a estrutura *raster* hierárquica, em que a forma mais conhecida é a árvore quaternária (*quadtree*, em inglês). Consiste em representar um determinado tema por células de tamanho variado, mas forma idêntica, o que corresponde na prática a possuir diversas resoluções numa mesma imagem (Burrough, 1986). Adoptam-se células de menor dimensão nas zonas em que se requer maior detalhe e células de maiores dimensões onde esse detalhe é desnecessário. Na Figura 4.14 é utilizada esta técnica para a representação de um polígono, adoptando-se pequenas células nos bordos de maior complexidade e células de grande dimensão no seu interior.

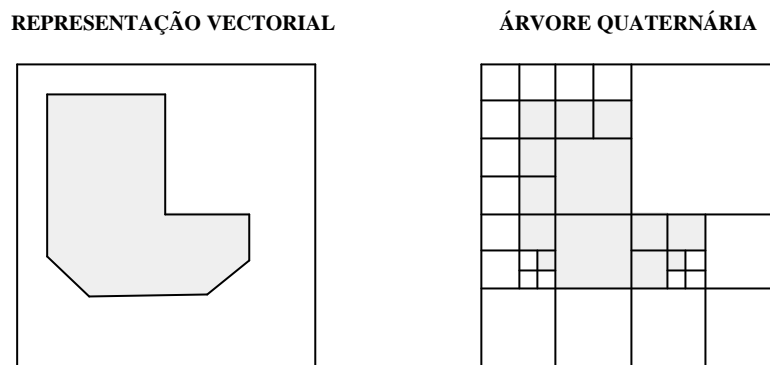


Fig. 4.14 - Representação de um polígono por meio de uma estrutura de árvore quaternária

Esta técnica obtém melhores resultados quando a variação espacial dos dados é reduzida, isto é, quando existem áreas extensas para uma mesma classe.

Conceptualmente as árvores quaternárias são construídas através da identificação das células que representam classes pouco extensas na imagem e pela subdivisão das áreas representativas da classe dominante em quadrantes cada vez mais pequenos na direcção da classe pouco abundante (Figura 4.15).

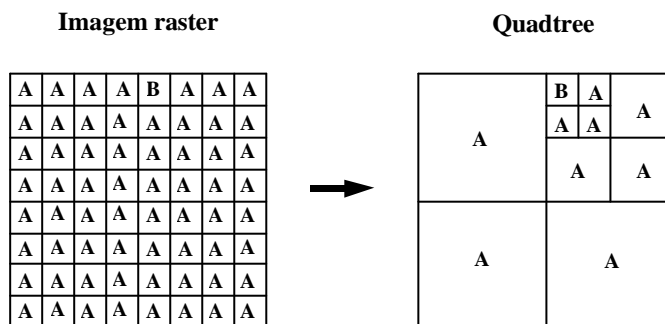


Fig. 4.15 - Passagem de uma estrutura *raster* simples a uma hierárquica de árvore quaternária

Os valores associados às células são os mesmos na imagem *raster* simples e hierárquica, só o modo de referenciar a informação é que é distinto.

A forma mais difundida de identificar os quadrantes de distintos níveis hierárquicos é o número matricial de Morton (NCGIA, 1990). Este número é um número de ordem bidimensional hierárquico e contínuo, proposto pelo italiano Peano em 1890 e implementado nos SIG por Morton nos anos sessenta (Puebla e Gould, 1994, p.97). Os quatro quadrantes iniciais são identificados pelos números 0, 1, 2 e 3. A este primeiro algoritmo se vão adicionando outros à medida que se vão subdividindo os quadrantes (Figura 4.16).

Note-se que esta identificação satisfaz os princípios de autocorrelação espacial pois respeita a contiguidade das células. Por outro lado o número também indica a localização da célula de uma forma inequívoca.

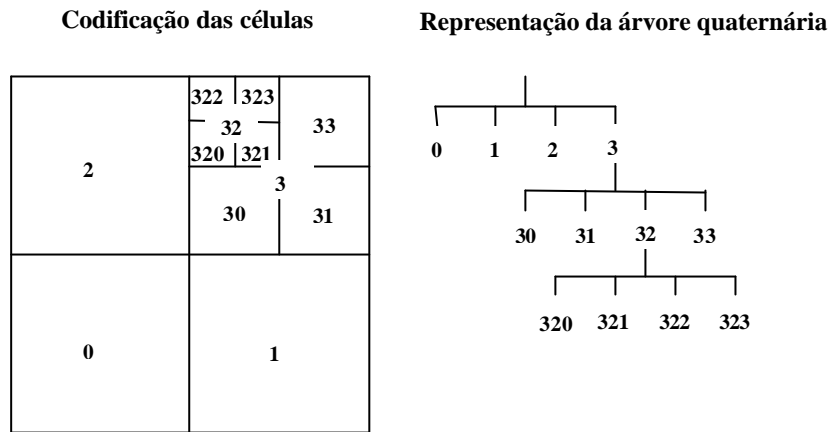


Fig. 4.16 - Identificação das células na estrutura de árvore quaternária

As vantagens da estrutura hierárquica da árvore quaternária são fundamentalmente a rapidez de acesso à informação, a redução do tamanho dos ficheiros (de uma forma mais eficiente quanto maior uniformidade existir na imagem), a identificação das células por um único número e a fácil identificação da resolução das células pelo número de algarismos existentes no seu identificador.

4.5 FUNÇÕES DE ANÁLISE ESPACIAL SOBRE DADOS *RASTER*

No contexto dos modelos de localização que integram a componente espacial, os critérios que se expressam através de superfícies contínuas modelam-se tipicamente recorrendo ao modelo *raster*, o qual suporta também superfícies discretas, isto é, aquelas que podem por exemplo representar um critério binário.

Por isto, a estrutura de dados adoptada para a implementação do modelo de localização industrial é a *raster*, pelo que se apresenta no restante deste capítulo o conjunto das funções de análise espacial relevantes neste modelo de representação.

4.5.1 HISTOGRAMAS DE FREQUÊNCIA DUMA IMAGEM *RASTER*

Os valores armazenados nas células de uma imagem podem ser apresentados sob a forma de tabelas numéricas ou, mais frequentemente, em gráficos do tipo histogramas. Os histogramas de frequências de imagens apresentam o número de

células por cada valor do atributo que representam, ou então por gamas de atributos. Esta apresentação é normalmente completada com medidas estatísticas, tais como mínimo, máximo, média e desvio padrão, o que permite resumir a informação e estabelecer comparações entre imagens.

4.5.2 ALTERAÇÃO DA RESOLUÇÃO DAS IMAGENS E FUNÇÕES DE AGREGAÇÃO

Por vezes há lugar à reestruturação das células de uma imagem, a qual resulta habitualmente da necessidade de alterar a orientação das células, o seu sistema de projecção, a resolução da imagem, ou então proceder à união de imagens ou à extracção de parte de uma imagem.

A alteração da resolução é um processo que se pode revelar de grande utilidade, particularmente quando se combinam imagens com diferentes origens. Na diminuição da resolução, normalmente denominada de generalização, o processo de cálculo dos novos atributos das células não é sempre idêntico. Neste caso, várias células são substituídas por uma única, o que significa que os atributos das células da imagem inicial passam a ser representados por um único atributo. Assim, para variáveis como a *altitude* (valor médio representativo de uma área espacial) o processo de generalização consiste em calcular a média das células originais e atribuir esse valor à célula da imagem nova. Para variáveis como a *população* (valor global de uma variável representativa de uma determinada quantidade existente numa área espacial) o processo de generalização consiste em atribuir à célula da imagem nova o somatório dos valores das células da imagem inicial. Estes dois processos estão representados na Figura 4.17.

a) Generalização através de soma (p. ex. - número de habitantes)

Imagem original				Imagem resultante	
55	18	151	69	80	239
7	0	0	19		
81	0	97	178		
18	959	49	94	1058	418

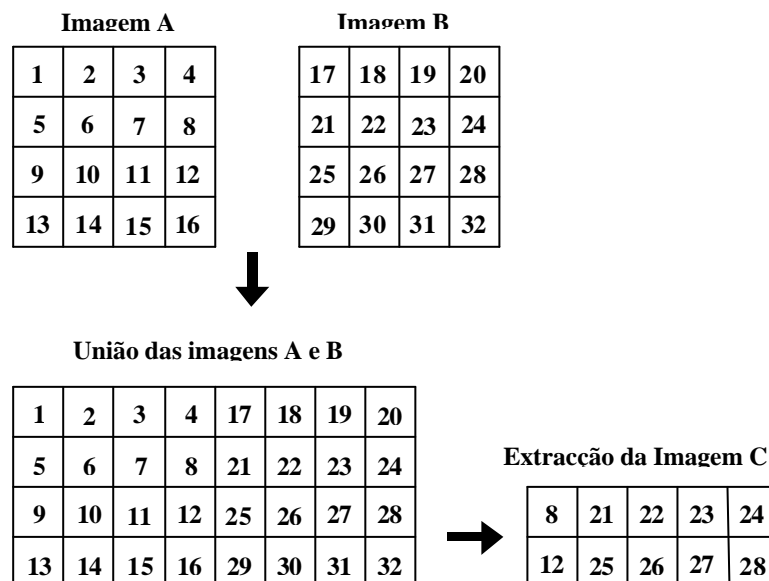
b) Generalização através de média (p. ex. - altitude)

Imagem original				Imagem resultante	
506	502	498	496	502	495
500	500	496	490		
500	498	494	488		
496	490	486	480	496	487

Fig. 4.17 - Alteração da resolução de imagens *raster*

Por vezes é necessário unir imagens para estudos de áreas que não estão totalmente integradas numa mesma imagem. Pelo contrário, interessa por vezes trabalhar sobre uma área parcial duma imagem pelo que há que extrair essa parte.

Estas operações, designadas de união e extracção, não envolvem a alteração dos valores das células (Figura 4.18).

Fig. 4.18 - União e extracção de imagens *raster*

4.5.3 OPERAÇÕES LOCAIS

Algumas das operações que se realizam num SIG *raster* não têm em conta a relação de cada célula com as restantes, considerando apenas cada célula isoladamente. O resultado é uma nova imagem em que o novo valor associado a cada célula depende do valor que esta anteriormente apresentava. Dentro deste contexto podem-se definir duas possibilidades:

- os novos valores apenas dependem dos valores existentes numa única imagem, caso em que se está na presença duma operação de reclassificação de imagem;
- os novos valores dependem de valores existentes em várias imagens, que são combinadas célula a célula, caso em que se está na presença duma operação de sobreposição de imagens.

Na prática, acontece muitas vezes que as operações de reclassificação e sobreposição se efectuem de uma forma sucessiva, já que um dos tipos de sobreposição mais frequentes corresponde a operações lógicas sobre imagens binárias, as quais se obtiveram por reclassificação.

As operações de sobreposição de imagens e as de reclassificação do tipo aritmética enquadram-se no que frequentemente se denomina de álgebra de mapas, termo que resulta do facto das novas imagens resultarem da aplicação de expressões matemáticas onde os operandos podem ser também imagens.

4.5.3.1 RECLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS

A reclassificação de uma imagem consiste na alteração dos valores das células dessa imagem resultando numa nova imagem. Portanto, a cada célula da nova imagem é atribuído um valor que está directamente relacionado com o valor existente nessa mesma célula na imagem fonte. O tipo de variável representada pela imagem fonte condiciona o processo de reclassificação, podendo-se distinguir a reclassificação de variáveis qualitativas e de variáveis quantitativas.

Para as variáveis qualitativas, que representam classes, podem-se definir dois tipos de reclassificações: um que apenas altera os valores numéricos que as células possuem, recodificando as classes; e outro que agrega as classes.

A recodificação de classes consiste em alterar os valores de uma variável qualitativa, pertencentes a um determinado conjunto de valores possíveis, em valores diferentes, definidos noutra conjunto de valores possíveis.

A agregação de classes consiste no agrupamento de diversas classes da imagem fonte resultando numa imagem com menor número de classes.

Nas variáveis quantitativas as operações de reclassificação traduzem-se em: agrupamento dos valores em intervalos; operações matemáticas sobre os valores; e eliminação das casas decimais por truncamento ou arredondamento.

O agrupamento dos valores de uma variável quantitativa em intervalos consiste em obter uma imagem que resulta da imagem fonte de modo a que os valores das células sejam agrupados em intervalos definidos pelo utilizador ou de uma forma automática. A imagem resultante passa sempre a representar uma variável qualitativa. Por exemplo, para uma imagem representativa de declives pode-se gerar uma nova imagem em que os declives sejam agrupados em intervalos pré-definidos, representados por um código representativo de cada intervalo. Na Figura 4.19 está representado um agrupamento de valores de declives em que apenas se definiram duas classes resultantes, 1-apto e 0-não apto, para os intervalos de 0 a 10% e superior a 10%, respectivamente.

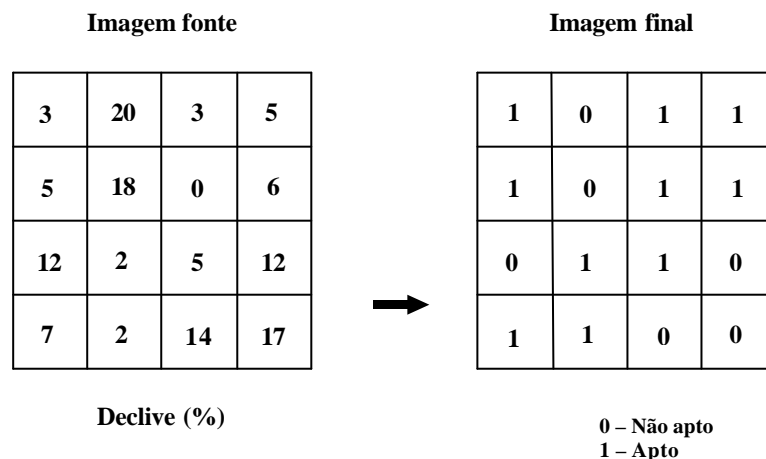


Fig. 4.19 - Agrupamento de valores de uma variável quantitativa

Através de operações matemáticas é possível obter uma nova imagem a partir de uma imagem fonte. Se, por exemplo, se possuir uma imagem representativa de distâncias em pés e se pretender obter uma nova imagem mas com distâncias em metros dever-se-á multiplicar a imagem fonte por 0.3048, visto que cada pé vale 0.3048 metros.

A eliminação das casas decimais por truncamento ou arredondamento consiste em passar os valores das células de reais a inteiros, no primeiro caso pela perda da parte decimal e no segundo pela passagem ao valor inteiro mais próximo. Esta operação é utilizada sempre que a parte decimal seja irrelevante para a análise

e tem a vantagem de a nova imagem, uma vez que apenas possui valores inteiros, poder ser armazenada de uma forma mais compacta.

4.5.3.2 SOBREPOSIÇÃO DE IMAGENS

A sobreposição de imagens consiste na geração de uma nova imagem, em que os valores das células dependem dos valores da mesma célula nas várias, pelo menos duas, imagens fonte. Os valores das células das imagens fonte podem ser combinados através de operadores aritméticos ou utilizando condições lógicas.

Na sobreposição lógica procura-se encontrar as zonas que satisfazem determinada condição lógica. Por exemplo, se se considerar que para a edificação só solos resistentes e que não possuam grandes declives (< 10%) são aceitáveis, pode começar-se por criar duas imagens binárias que representem estes tipos de solos; em seguida, utilizando o operador lógico AND sobre as duas imagens binárias, uma que identifica os solos aptos de acordo com a sua resistência e outra que identifica os solos aptos de acordo com o declive, gera-se uma nova imagem, também binária, que identifica os solos aptos de acordo com a operação lógica definida (Figura 4.20).

Os operadores mais utilizados na sobreposição lógica são: AND, OR, XOR e NOT.

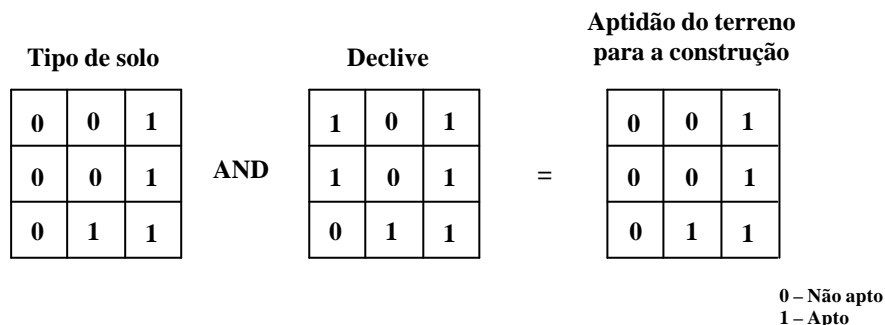


Fig. 4.20 - Sobreposição lógica - AND

Na sobreposição aritmética é gerada uma nova imagem que agrega os valores, célula a célula, das várias imagens fonte através da aplicação de uma expressão matemática, podendo incluir-se qualquer operador matemático. Por exemplo, se as células de três imagens, representativas de uma mesma área de um pomar, apresentassem a produção de maçãs nos anos 1996, 1997 e 1998, seria possível gerar uma nova imagem que identificasse, em cada célula, a produção média no período 1996-98.

4.5.4 OPERADORES DE VIZINHANÇA IMEDIATA

Os operadores de vizinhança imediata são aqueles em que o valor de cada uma das células de uma nova imagem dependem dos valores das células na sua vizinhança imediata, na imagem fonte, isto é, das células contíguas àquela para a qual se faz o cálculo.

4.5.4.1 FILTRAGEM DE IMAGENS

Na filtragem de imagens considera-se sempre um conjunto de células em torno da célula para a qual se pretende calcular um novo valor. Para o cálculo do novo valor, a atribuir à célula central do conjunto de células, podem definir-se pesos para as várias células, os quais multiplicam os valores da imagem fonte, ou também utilizar médias estatísticas, tais como a moda ou a mediana, para calcular os novos valores.

A janela de células a considerar no cálculo, que poderá ser de 3x3 ou 5x5 ou outro conjunto definido pelo utilizador, percorrerá toda a imagem e, com base nos seus valores, calcula um novo valor a atribuir à célula central.

No caso da aplicação de pesos às várias células da janela de cálculo, o seu valor (dos pesos) depende do que se pretende: amaciar ou realçar os valores da imagem fonte.

No caso de se pretender amaciar, os pesos a adoptar devem procurar mostrar a tendência geral da imagem. Se se pretende um amaciamento intenso, todas as células devem adoptar o mesmo peso. No caso de um amaciamento débil, a célula central deverá ter um peso mais elevado, por exemplo 60%, e as restantes pesos idênticos, reduzindo deste modo a influência das células vizinhas.

Quando se pretende realçar os detalhes locais deve-se então adoptar para a célula central um peso superior à unidade, por exemplo 180%, pelo que os restantes pesos são negativos de modo a todos totalizarem a unidade. O efeito que se obtém é de aumentar as diferenças existentes na imagem fonte.

Na Figura 4.21 pode analisar-se o resultado de aplicação de filtros, em que se considerou um conjunto de 3x3 células e para o amaciamento intenso adoptaram-se pesos todos idênticos e iguais a 0.11; para o amaciamento débil adoptou-se o peso de 0.60 para a célula central e 0.05 para as restantes; e para o realce adoptou-se o peso de 1.80 para a célula central e -0.10 para as restantes.

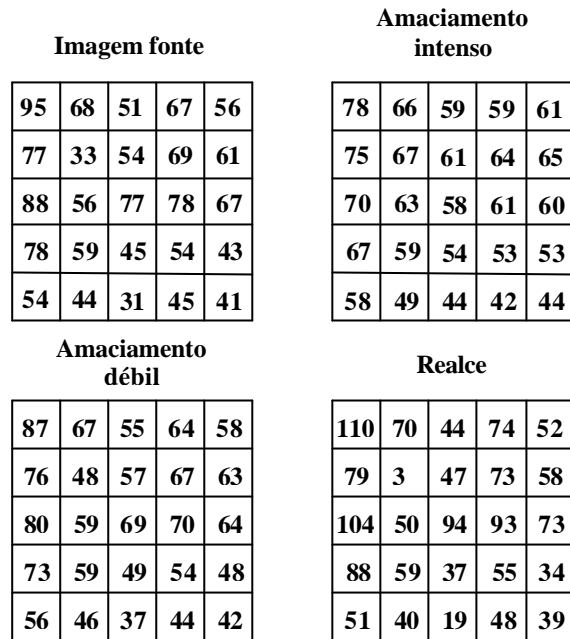


Fig. 4.21 - Filtragem de imagens

4.5.4.2 CÁLCULO DE DECLIVES E ORIENTAÇÃO DE ENCOSTAS

A partir de uma imagem em que cada célula contém a altitude média da área por ela representada (modelo digital do terreno) é possível calcular automaticamente os respectivos declives e orientações. Este cálculo é feito através de operações de vizinhança imediata, isto é, através da utilização de uma janela de células de 3x3 calcula-se o valor para a célula central da imagem resultante. O declive de uma célula corresponde a uma relação entre essa célula e as células suas vizinhas.

Na Figura 4.22 é apresentado um dos processos possíveis para o cálculo de declives a partir de uma imagem representativa de altitudes. Neste exemplo, a distância entre células corresponde à distância euclidiana entre centros de células.

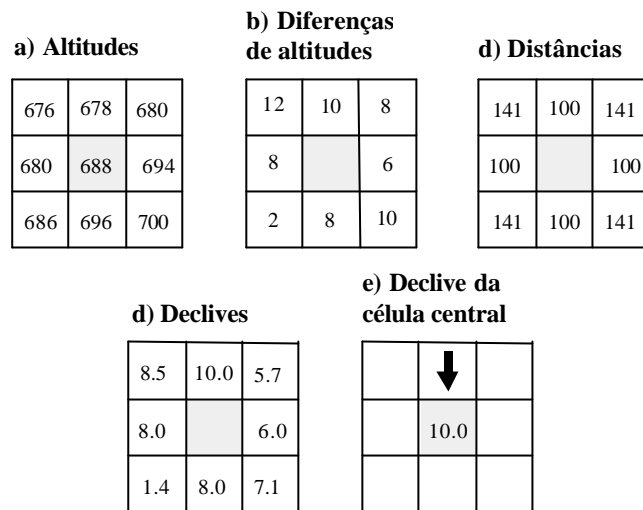


Fig. 4.22 - Etapas para o cálculo do valor do declive (%) num SIG raster (células de 100mx100m)

No que respeita a orientações de encostas estas são referenciadas, normalmente, segundo os pontos cardeais, e resultam de cálculos trigonométricos. Na Figura 4.23 podem ver-se dois exemplos de apresentação de orientações: na imagem *a*, a identificação das orientações é feita pelo valor em graus do ângulo formado pela linha de maior declive com a direcção Norte; na imagem *b*, a identificação é feita de uma forma esquemática (por classes) e segundo oito pontos cardeais (ou seja, segundo oito classes).

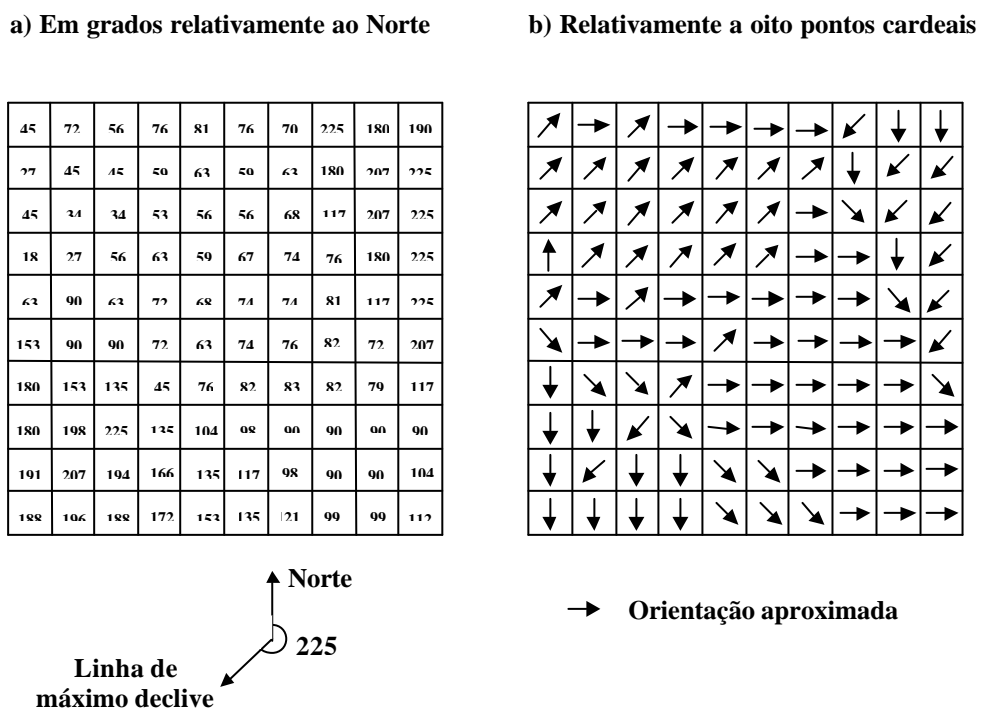


Fig. 4.23 - Orientação: a) em graus com respeito ao norte; b) relativamente a oito pontos cardeais

A partir das imagens de orientações é possível obter facilmente imagens representativas de áreas de drenagem de encostas, bem como imagens representativas de sombreado do relevo.

As imagens de orientações são indicativas quanto aos percursos de drenagem das águas pluviais, daí que seja simples identificar qual o conjunto de células que drenam para uma determinada célula, e estendendo este conceito a toda a imagem obter uma imagem representativa de bacias hidrográficas de uma região.

Relativamente às imagens de sombreado do relevo estas são obtidas através da imposição de uma certa orientação para a incidência solar e daí que sabendo a orientação das encostas seja possível identificar quais as que recebem essa incidência.

4.5.5 OPERADORES DE VIZINHANÇA ESTENDIDA

Os operadores de vizinhança estendida correspondem aqueles em que o valor de cada uma das células de uma nova imagem pode depender dos valores das células de toda a imagem, independentemente da sua relação de vizinhança. Nesta classe de operadores encontram-se os de cálculo de distâncias, euclidianas ou não, e os de análise de intervisibilidade.

4.5.5.1 BASEADOS EM DISTÂNCIAS EUCLIDIANAS

Nos sistemas *raster* é possível definir diversos mapas baseados em distâncias entre células. Os mapas resultantes dependem do conceito de distância adoptado no cálculo. Por vezes é suficiente utilizar a distância euclidiana, isto é, em linha recta; outras vezes é necessário introduzir condições que traduzem factores anisotrópicos do mundo real.

4.5.5.1.1 CÁLCULO DE IMAGENS DE DISTÂNCIA

A imagem de distância mais simples corresponde à distância euclidiana de todas as células a uma determinada célula objectivo. Neste caso, na nova imagem o atributo de cada uma das células é a distância segundo um alinhamento recto, entre o centro da célula em causa e o centro da célula objectivo.

Na Figura 4.24 pode-se analisar um mapa de distâncias euclidianas para células de dimensão 30x30m.

É ainda possível definir distância relativa a um conjunto de células, contínuas ou não. Neste caso, existem várias células objectivo e o atributo de cada célula corresponderá ao valor mínimo das distâncias a essas várias células, ou seja, a distância à célula objectivo mais próxima.

4.5.5.1.2 ANÁLISE DE PROXIMIDADE

A partir de uma imagem de distâncias é possível fazer análises de proximidade, isto é, definir áreas que respeitem um critério de proximidade. Frequentemente, estes critérios de proximidade são denominados *buffer*.

Esta análise consiste numa reclassificação dos valores das células, atribuindo-se o valor 1 às células que respeitem o critério definido e 0 às restantes células. Por vezes também se atribui um valor diferente às células objectivo para as distinguir das restantes. Resulta portanto uma imagem binária, em que as células que cumprem o objectivo pretendido têm o valor 1 e as restantes 0. Desta forma, pode utilizar-se a imagem binária para operações lógicas combinando com outras imagens binárias, relativas a critérios de proximidade ou outros.

Na Figura 4.24 determinam-se quais as células que se situam a uma distância inferior a 100 metros de uma célula objectivo.

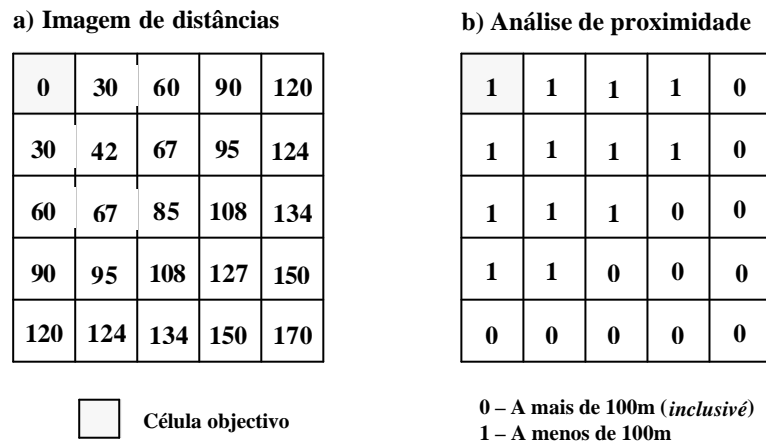


Fig. 4.24 - Distância euclidiana e análise de proximidade: a) Mapa de distâncias com respeito a uma célula; b) Mapa binário representativo de um *buffer*

4.5.5.1.3 GERAÇÃO DE POLÍGONOS DE THIESSEN

Os polígonos de Thiessen são um caso particular de uma análise de proximidade, e dizem respeito à proximidade a um conjunto de células dispersas no espaço de análise.

Estes polígonos são frequentes em análises de áreas de influência de equipamentos ou centros de serviço, por exemplo antenas de retransmissão de sinais de rádio. A particularidade destes polígonos é que definem as células, no caso de imagens *raster*, que se situam mais próximas de uma determinada célula objectivo do que das restantes células objectivo. Os limites destes polígonos correspondem às linhas equidistantes a dois dos pontos pré-definidos.

O resultado final é uma imagem cujo atributo é igual para todas as células que integram um mesmo polígono, e atributos diferentes para cada um dos polígonos. Na Figura 4.25 pode ver-se um exemplo de aplicação.

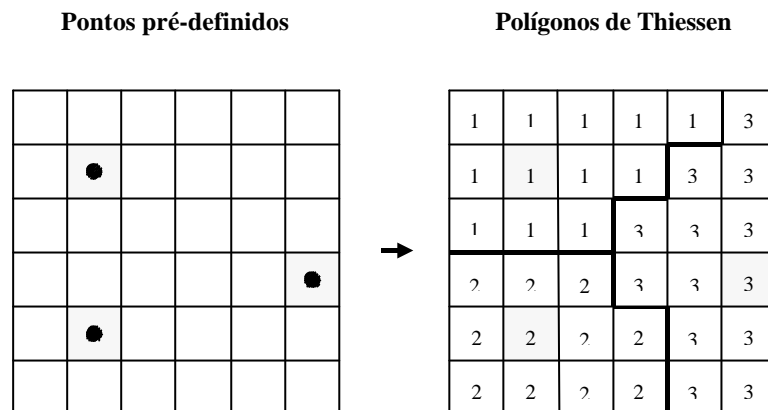


Fig. 4.25 - Geração de polígonos de Thiessen a partir de um conjunto de pontos

4.5.5.2 BASEADOS EM DISTÂNCIAS COM IMPEDÂNCIA

Para determinadas análises é suficiente considerar a distância euclidiana, embora para certas situações existam condicionamentos à forma de medir distâncias. Alguns exemplos são as condicionantes do relevo, a impossibilidade de transpor linhas de água, a diferença de propagação de determinados fenómenos em função da direcção, entre outros.

Nestes casos utiliza-se uma superfície que afecta o cálculo das distâncias, e que se denomina de superfície de fricção ou de impedância, a qual traduz a dificuldade de movimentação sobre as várias células, podendo mesmo restringir a sua passagem.

4.5.5.2.1 CÁLCULO DE IMAGENS DE DISTÂNCIA-CUSTO

Neste caso não se utiliza a distância euclidiana mas sim uma distância que resulta do atravessamento sucessivo das células contíguas de menor custo (distância com fricção) a partir da célula objectivo. Na Figura 4.26 pode ver-se um exemplo de aplicação, em que cada célula possui uma dimensão de 1x1 unidade.

4.5.5.2.2 ANÁLISE DE PROXIMIDADE

Para as imagens de distância com fricção é também possível realizar análise de proximidade. A forma de análise é similar à utilizada em imagens de distância euclidiana, mas agora sobre a imagem de distância-custo (Figura 4.26).

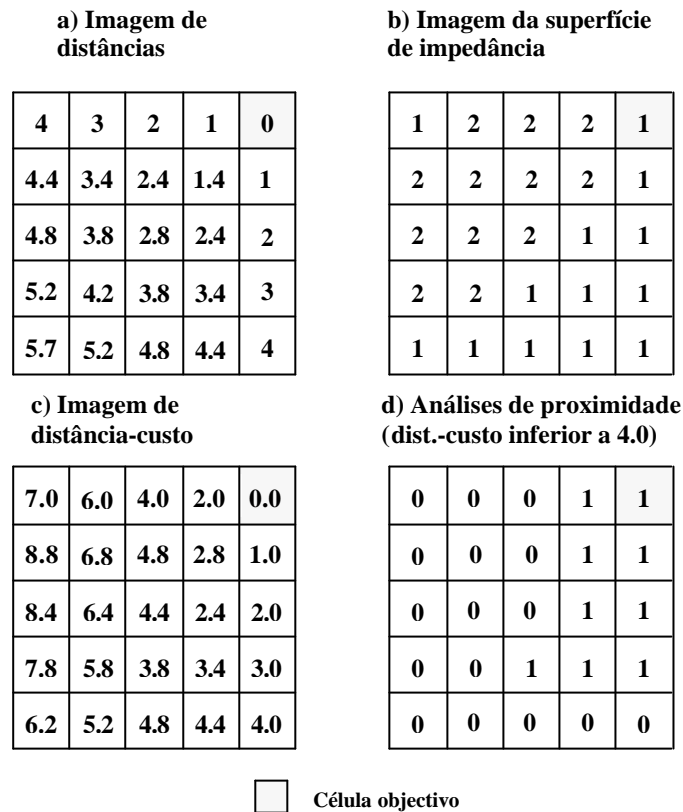


Fig. 4.26 - Cálculo de distâncias e análise de proximidade sobre uma superfície de fricção

4.5.5.2.3 CÁLCULO DE CAMINHOS MÍNIMOS

Sobre as imagens de distância-custo é também possível calcular caminhos mínimos entre células ou conjunto de células. A imagem resultante corresponde ao percurso entre as células em análise a que corresponda um custo total de percurso mais baixo.

Na imagem resultante é definido um atributo igual para todas as células do percurso mínimo e um atributo diferente para as restantes células.

Desta forma é possível, por exemplo, determinar o traçado mais económico para uma nova estrada atendendo à dificuldade de atravessamento em função do solo ou dos declives.

4.5.5.3 ANÁLISE DE INTERVISIBILIDADE

A análise de intervisibilidade define quais as células que representam a zona visível, de acordo com uma imagem representativa do relevo, a partir de uma célula ou conjunto de células. É habitual atribuir o valor 1 às áreas visíveis e o valor 0 às

áreas invisíveis; por vezes também se atribui outro valor diferente às células representativas das áreas a partir das quais se pretende analisar a visibilidade.

Esta análise é bastante útil quando se procuram definir pontos de vigia ou de instalação de antenas, bem como na definição de áreas de ocultação de determinadas instalações ou de protecção de impactos visuais negativos na paisagem.

CAPÍTULO 5

O MODELO DE LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL PARA O NOROESTE DE PORTUGAL

5.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo procede-se à estruturação do modelo de localização industrial para o noroeste de Portugal, aquele que é afinal o grande contributo desta dissertação.

O modelo que se defende resulta da fusão dos três grandes eixos teóricos abordados nos capítulos anteriores, a saber:

- Os modelos teóricos de Localização Industrial e os estudos específicos realizados nacional e internacionalmente, designadamente os exercícios de identificação de critérios;
- A Análise Multicritério como ferramenta de avaliação de alternativas, particularmente interessante quando se exploram diversas hipóteses de combinação de critérios no sentido do desenvolvimento de cenários de avaliação;
- Os Sistemas de Informação Geográfica como ambiente de desenvolvimento de modelos de natureza espacial²⁷, possuidores de potentes ferramentas de análise e processamento espacial.

Os fundamentos conceptuais que suportam o modelo são os seguintes:

- A aptidão do território para o uso industrial pode ser avaliada através de critérios ou grupos de critérios que estão associados a diferentes pontos de vista: o dos empresários e o do ordenamento do território;

²⁷ Também designados por modelos cartográficos.

- Os critérios podem ser organizados por grupos e por níveis de análise, e combinados através da atribuição de diferentes graus de importância (pesos);
- Os critérios podem ser normalizados através da aplicação de funções *fuzzy*;
- Na combinação de critérios podem ser desenvolvidos cenários de avaliação com base em diferentes opções de trade-off e de risco.

5.2 ESTRUTURA DO MODELO

5.2.1 ESTRUTURA DO PROCESSO DE DECISÃO

A localização industrial é essencialmente um processo de decisão através do qual se pretende comparar diferentes alternativas para a instalação de unidades industriais ou, de um modo mais geral, a identificação das áreas de um território que apresentam maior aptidão para o uso industrial.

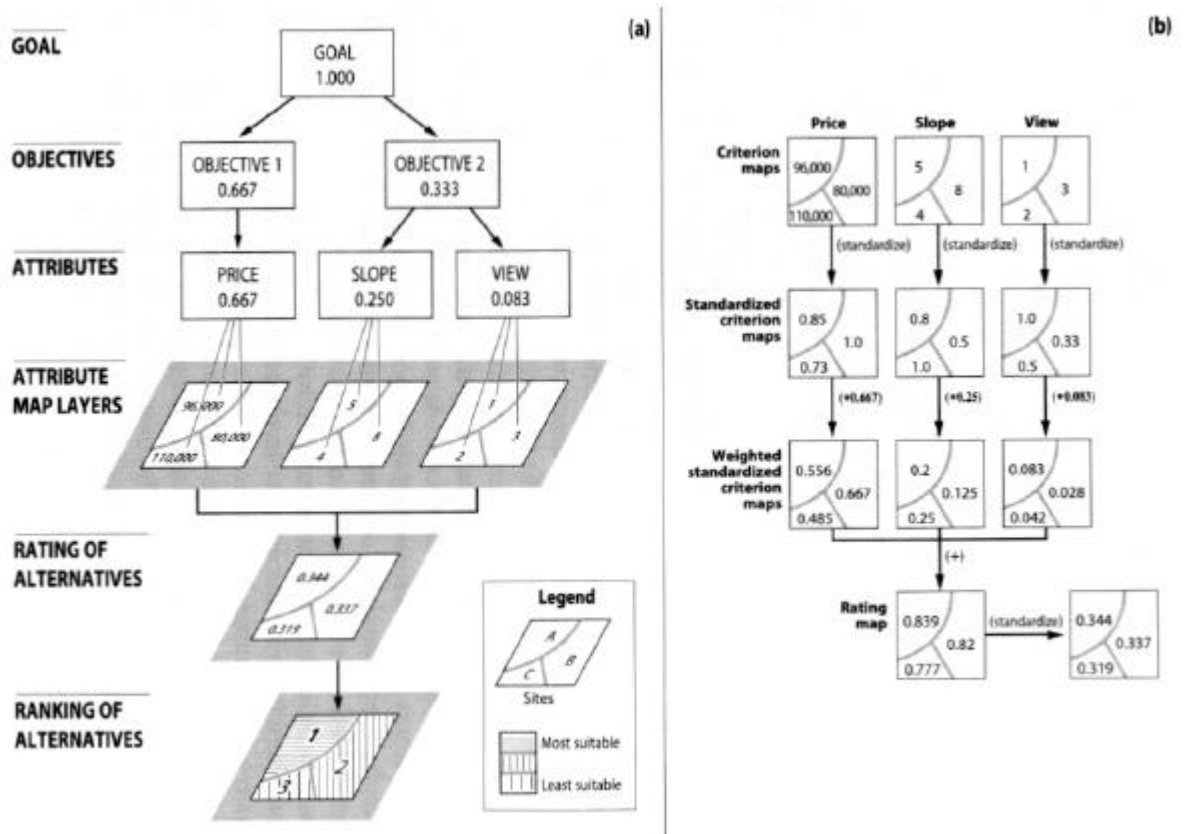
Este processo de decisão considera múltiplos critérios, os quais podem ser organizados em grupos, por um lado, e de acordo com uma estrutura hierárquica, por outro lado, configurando uma abordagem designada por AHP (*Analytic Hierarchy Process*) e desenvolvida originalmente por Saaty (1977, 1980, 1987). Dividindo o problema em grupos de critérios e subdividindo estes noutros de nível inferior, o decisor pode integrar grande quantidade de informação na estrutura do problema e visualizar de uma forma mais completa todo o processo de decisão (Saaty e Kearns, 1985).

Na estruturação hierárquica dos diferentes critérios intervenientes no processo de decisão, o nível superior deverá ser a meta do problema, objectivo final do processo de decisão, e os níveis inferiores devem ser estruturados de modo a que se possa descer de níveis mais abrangentes para níveis mais específicos, terminando num nível de atributos, isto é, critérios quantificáveis ou facilmente avaliáveis. A lista dos critérios intervenientes no nível mais baixo deverá ser o mais vasta possível de modo a cobrir todas as possibilidades que possam interferir no processo de decisão.

Wedley (1990) evidencia que não existem regras para a forma de estruturar as hierarquias nem para definir o número de níveis a criar. Isto permite ao decisor inserir ou eliminar elementos e níveis da forma que julgue necessária para clarificar as suas prioridades ou para evidenciar algumas partes do processo de decisão (Saaty, 1990).

Na Figura 5.1 pode ver-se um pequeno exemplo proposto por Malczewski (1999, pp. 218-222) em que se mostra a forma de implementar os níveis

hierárquicos do método AHP num SIG. Cada *tema* da base de dados do SIG contém os valores avaliados para cada critério em cada uma das alternativas (as células num SIG *raster* ou os polígonos num SIG vectorial). Estes valores são então normalizados e combinados de forma a gerar um mapa final de prioridades.



Fonte: Malczewski (1999, p. 219)

Fig. 5.1 - Método *Analytic Hierarchy Process*: (a) Procedimento AHP; (b) Avaliação de alternativas em SIG.

5.2.2 SELECÇÃO DE TÉCNICAS ASSOCIADAS À AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO

No Capítulo 3 foram apresentados os fundamentos teóricos da Análise Multicritério considerados relevantes para esta dissertação, o que incluía as técnicas e procedimentos disponíveis para a avaliação de pesos para os diferentes critérios, para a normalização de critérios e para a respectiva combinação.

A selecção das técnicas a utilizar depende, desde logo, da sua adequação à situação particular em análise, mas também dos dados e recursos disponíveis.

No que se refere à avaliação de pesos, sempre que estiver em causa expressar aquelas que são as prioridades dum grupo de decisores, deverá ser utilizado o Método de Comparações Par-a-Par. 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 ao problema da localização industrial, isto é, quando se pretende uma avaliação da importância relativa dos critérios de localização considerados pelos empresários.

Para a pesagem de outros critérios, e nomeadamente quando se pretende construir cenários de avaliação, podem utilizar-se outros métodos mais simples; tipicamente atribuem-se directamente pesos decimais, o que corresponde a utilizar um método baseado na distribuição de pontos.

No que se refere à normalização de critérios, o procedimento mais adequado para variáveis contínuas (distâncias, por exemplo), é o da *fuzzification*, isto é, a aplicação dum função *fuzzy*, a qual deverá ser escolhida e calibrada criteriosamente. Para variáveis com valores numéricos discretos (emprego no sector secundário por freguesia, por exemplo), pode optar-se por calcular previamente um Zscore para cada localização alternativa e só depois aplicar a função *fuzzy*, o que dá alguma contextualidade ao processo, dado que os Z-scores são referidos à média dos valores em análise.

Nos casos em que se está em presença de critérios envolvendo escalas nominais (uso do solo, por exemplo) deverão ser atribuídos arbitrariamente os scores normalizados, de acordo com a escala normalizada adoptada.

Finalmente, no que se refere à combinação de critérios, podem ser utilizados os procedimentos de agregação WLC (combinação linear pesada) ou OWA (média pesada ordenada), ou ainda uma combinação de ambos ao longo da estrutura hierárquica de decisão. Interessa recorrer ao procedimento OWA sobretudo quando se pretendem explorar cenários de risco e variação de *trade-off*.

5.2.3 IMPLEMENTAÇÃO EM AMBIENTE SIG

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são programas destinados à aquisição, gestão, análise e apresentação de informação georeferenciada. Utilizando a informação organizada em diferentes níveis temáticos (por exemplo, rede de estradas principais, declive do terreno, ocupação do solo, etc.) é possível fazer várias operações de análise lógica, estatística e matemática apresentado os resultados numa carta ou numa tabela. Este tipos de ferramenta revolucionou a monitorização e gestão dos recursos naturais e uso do solo, não sendo portanto surpreendente o interesse crescente no desenvolvimento de abordagens de suporte à decisão baseadas em SIG (Eastman *et al.*, 1993, 1994; Eastman, 1998; Carver, 1991; Janssen and Rietveld, 1990; Honea *et al.*, 1991).

A avaliação multicritério pode ser implementada num SIG através de um de dois procedimentos. O primeiro envolve a sobreposição booleana, na qual todos os

critérios são reduzidos a declarações lógicas de aptidão (isto é, classificados de forma binária: 0/1) e então combinados por via de operadores lógicos como a intersecção (AND) e a união (OR). O segundo envolve a combinação de critérios contínuos (factores), através da normalização para uma escala comum e da aplicação de pesos para obter médias pesadas. Por razões que remontam à facilidade com que estas abordagens podem ser implementadas, a sobreposição booleana tem dominado as aplicações em SIG vectoriais, enquanto a combinação de critérios contínuos domina as aplicações em SIG *raster*.

No modelo que se desenvolve nesta dissertação optou-se por um SIG *raster*, no qual as Exclusões são processadas através de operações booleanas enquanto os Factores são processados por operadores matemáticos.

A implementação do modelo corresponde, num SIG *raster*, ao processamento de cada pixel numa imagem *raster* representativa do território em estudo, permitindo obter mapas contínuos de aptidão para a localização industrial, quer global (final) quer por níveis de análise (ou seja, por grupos de factores).

A exploração das potencialidades do SIG na preparação das imagens de base correspondentes aos critérios, por um lado, e a interpretação do exercício de modelação no quadro da álgebra de mapas, por outro lado, são aspectos críticos da implementação do modelo, que serão extensivamente descritos no próximo capítulo.

5.2.4 SÍNTESE

Resulta das secções anteriores que o modelo de localização é estruturado por níveis hierárquicos de análise, podendo definir-se dentro de cada um grupos de critérios. Estes grupos de critérios são processados de acordo com uma sequência que envolve a sua normalização, a aplicação dos pesos respectivos e a sua combinação. Esta sequência, a implementar num ambiente SIG para cada grupo de critérios e nível de análise, é apresentada na Figura 5.2, onde se indicam também as técnicas de Análise Multicritério aplicáveis.

Esta estrutura de análise será concretizada no Capítulo 6, relativamente ao caso de estudo.

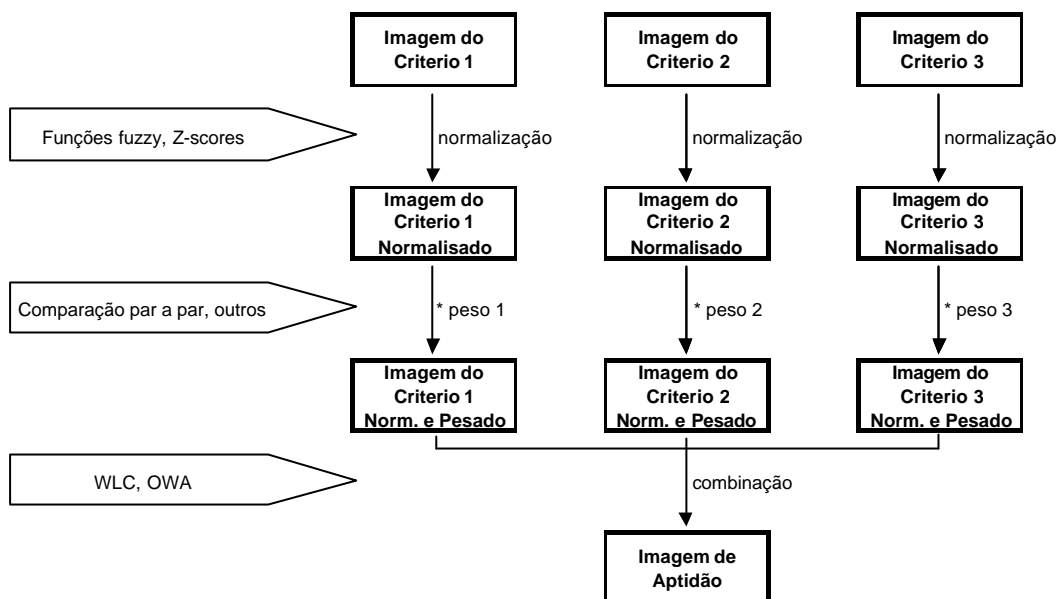


Fig. 5.2 - Estrutura de análise por nível e grupo de critérios

5.3 O MODELO PARA O NOROESTE DE PORTUGAL

Definida a estrutura de análise, importa agora avançar para a especificação do modelo de localização industrial para a situação particular do Noroeste de Portugal. Por outras palavras, impõe-se:

- Identificar os critérios e grupos de critérios relevantes;
- Estabelecer os pesos associados a cada critério e grupo de critérios;
- Identificar as funções *fuzzy* a aplicar aos critérios, quando relevante;
- Calibrar as funções *fuzzy* através da identificação dos pontos críticos.

Nas secções seguintes procede-se a esta especificação, apresentando-se sucessivamente o ponto de vista dos empresários e o ponto de vista do ordenamento do território.

5.3.1 O PONTO DE VISTA DOS EMPRESÁRIOS

5.3.1.1 INQUÉRITO AO PAINEL DE EMPRESÁRIOS

Com o objectivo de traduzir para o modelo de localização o ponto de vista dos empresários, designadamente no que concerne aos critérios que consideram relevantes na localização de novas indústrias, foi realizado um inquérito a um painel

seleccionado de 25 empresários da indústria transformadora, sediados nos concelhos de Braga, Vila Nova de Famalicão e Santo Tirso, e cuja actividade industrial, instalações e investimentos se expressam prevalentemente no Noroeste de Portugal.

Dado que se pretendia traduzir de alguma forma o modelo de decisão dos empresários, impôs-se como regra que fossem auscultados aqueles que são efectivamente potenciais decisores em processos de localização industrial. Por outro lado, dado tratar-se de um inquérito de alguma complexidade, que envolveu algumas iterações, foi à partida posta de parte a hipótese de inquérito indirecto (postal, por exemplo) e optou-se pela entrevista directa. Facilmente se pode concluir da dificuldade de levar a cabo uma tarefa como esta que, para além da complexidade própria associada à síntese dum processo de decisão, deve enfrentar o congestionamento da agenda de empresários-decisores ao mais alto nível.

A opção por um painel de empresários, numa base de diálogo (entrevista) directo, em desfavor duma amostra de maior dimensão, baseada num inquérito postal, é absolutamente crítica, já que os resultados são indubitavelmente mais fiéis ao processo de decisão dos empresários, eliminando-se interpretações deficientes e privilegiando-se a iteração. As vantagens deste tipo de abordagem são discutidas por Witlox e Timmermans (1999), os quais fizeram opção idêntica no contexto do desenvolvimento dum sistema pericial para a avaliação e selecção de locais para a instalação de indústrias.

O contacto com os empresários desenvolveu-se individualmente, durante o ano de 1998, e em diversas fases, a saber:

- Com base na revisão bibliográfica efectuada no Capítulo 2, foi produzida uma lista extensa de critérios de localização, que serviu de base de trabalho para, conjuntamente com os empresários, se chegar a uma lista mais reduzida dos critérios efectivamente relevantes. Definiram-se igualmente os agrupamentos de critérios a adoptar. Esteve sempre presente um clima de pragmatismo, aliás muito próprio dos processos de decisão de empresários do sector industrial, no sentido em que os critérios considerados deveriam ser possíveis de avaliar, quer do ponto de vista da disponibilidade de dados, quer do ponto de vista do esforço de aquisição dos mesmos.
- Para os critérios de cada grupo, bem como para os grupos de critérios entre si, foram desenvolvidas matrizes de comparação par-a-par, utilizando a escala de nove níveis de Saaty, as quais serviram de base para o cálculo dos pesos dos critérios. Ocasionalmente, foi encontrado um grau de inconsistência inaceitável ($CR > 0.10$, cf. 3.2.4), pelo que houve necessidade de refazer a

matriz de comparação e recalculando os pesos até se chegar a um nível de inconsistência aceitável.

- Relativamente aos critérios contínuos (distâncias), foi colocada aos empresários a possibilidade de escolherem entre uma de duas funções *fuzzy* de normalização (linear e sigmoideal), bem como de identificarem os pontos de controlo necessários à calibração das curvas *fuzzy*, isto é, quantificarem as distâncias correspondentes aos limites mínimo e máximo de relevância do critério.

Os resultados e detalhes do processo de inquérito ao painel de empresários estão apresentados no Anexo A. Nas secções seguintes apresenta-se a descrição e os pesos dos critérios (factores) agrupados em duas grandes classes: factores associados à actividade industrial; e factores associados a opções administrativas e sócio-económicas.

5.3.1.2 FACTORES ASSOCIADOS À ACTIVIDADE INDUSTRIAL

Os factores associados à actividade industrial foram divididos em cinco categorias, a saber: (i) Acessibilidade; (ii) Mão-de-obra; (iii) Inércia industrial; (iv) Infraestruturas básicas; (v) Equipamentos terciários.

5.3.1.2.1 ACESSIBILIDADE

O conjunto de factores associados à acessibilidade pretende avaliar o nível de acesso das localizações alternativas²⁸, na perspectiva do transporte das matérias primas e dos produtos finais. Os resultados da consulta ao painel, apresentados no Quadro 5.1, tomam em consideração a proximidade a nós de autoestrada, a estradas da rede principal²⁹, a terminais rodoviário e ferroviário de carga, a portos marítimo e fluvial, e a aeroportos com terminal de carga.

Uma leitura atenta do Quadro 5.1 revela que, do ponto de vista dos empresários, o factor de acessibilidade mais importante é a proximidade a estradas da rede principal, seguido da proximidade a nós de autoestrada e a terminais

²⁸ Num contexto de avaliação da aptidão dum espaço contínuo para a localização industrial, cada ponto do território é uma localização alternativa. No caso dum modelo representativo do território do tipo *raster*, cada ponto é reduzido a um pixel, pelo que a avaliação é realizada para cada um dos pixels. A este espaço contínuo de análise há que subtrair as áreas correspondentes a Exclusões, como se verá adiante.

²⁹ A designação de rede principal, neste contexto, não tem implícita qualquer classificação formal da rede rodoviária, mas tão somente a sua relevância enquanto infraestrutura de apoio ao transporte de matérias primas e produtos finais. Tipicamente, a rede principal incluirá as vias das redes nacional e regional mais algumas vias da rede municipal que se revelem importantes do ponto de vista da acessibilidade geral do território e que, simultaneamente, tenham capacidade para suportar tráfego pesado.

rodoviários de carga. O transporte ferroviário, por via marítima ou fluvial e por avião é bem menos importante nas decisões de localização industrial, o que revela uma grande dependência do transporte por terra.

Quadro 5.1 - Factores associados à Acessibilidade

Factores	Pesos	Função fuzzy	Dist. <i>a</i> (Km)	Dist. <i>b</i> (Km)
Proximidade a nós de autoestrada	0.2207	Sigmoidal	0.00	27.36
Proximidade a estradas da rede principal	0.3642	Sigmoidal	0.00	3.49
Proximidade a terminal rodoviário de carga	0.1581	Sigmoidal	0.00	10.40
Proximidade a terminal ferroviário de carga	0.1167	Sigmoidal	0.00	20.08
Proximidade a porto marítimo	0.0753	Sigmoidal	0.00	51.91
Proximidade a porto fluvial	0.0260	Sigmoidal	0.00	46.04
Proximidade a aeroporto com terminal de carga	0.0389	Sigmoidal	0.00	69.90

5.3.1.2.2 MÃO-DE-OBRA

Os factores considerados para a avaliação da disponibilidade de mão-de-obra, e de acordo com os dados estatísticos normalmente disponíveis, foram a população activa, a população desempregada residente na freguesia e a população empregue no sector secundário na freguesia.

Estes factores consideram o nível de actividade (população activa), a disponibilidade imediata (população desempregada), e a especialização no sector secundário (trabalhadores na freguesia).

A consideração de valores absolutos por freguesia, em lugar de densidades, justifica-se por se tratar de áreas de pequena dimensão (tipicamente alguns quilómetros quadrados), onde as distâncias casa-trabalho a percorrer são reduzidas, relevando portanto a importância do valor absoluto, isto é, de se dispôr de limiares mínimos de trabalhadores.

Os resultados do inquérito, apresentados no Quadro 5.2, mostram que a disponibilidade efectiva de mão-de-obra é o factor mais relevante, assumindo mesmo mais importância (o dobro) que a especialização no sector secundário.

Quadro 5.2 - Factores associados à Mão-de-obra

Factores	Pesos	Função fuzzy	Ponto <i>a</i>	Ponto <i>b</i>
População activa residente na freguesia	0.1155	Sigmoidal	*	*
População desempregada residente na freguesia	0.6017	Sigmoidal	*	*
População empregada no sector secundário res. na freguesia	0.2828	Sigmoidal	*	*

* Valor que depende da variável utilizada no processo de *fuzzification*. Tipicamente é utilizado o *z-score*, com os pontos de controlo da curva fuzzy iguais a $\pm n$, sendo *n* o número de desvios padrão acima ou abaixo da média.

5.3.1.2.3 INÉRCIA INDUSTRIAL

Os factores considerados para a avaliação da atractividade gerada pela existência de unidades industriais na área de estudo foram a proximidade a aglomerados industriais (incluindo áreas industriais planeadas e não planeadas) e a quantidade de trabalhadores por freguesia no sector secundário, ambos com igual importância (Quadro 5.3).

Quadro 5.3 - Factores associados à Inércia Industrial

Factores	Pesos	Função fuzzy	Dist. a (Km)	Dist. b (Km)
Proximidade a aglomerados industriais	0.5000	Sigmoidal	0.00	3.21
Densidade industrial (emprego sector secundário/freguesia)	0.5000	Sigmoidal	*	*

* Valor que depende da variável utilizada no processo de *fuzzification*. Tipicamente é utilizado o z-score, com os pontos de controlo da curva fuzzy iguais a $\pm n$, sendo n o número de desvios padrão acima ou abaixo da média.

5.3.1.2.4 INFRAESTRUTURAS BÁSICAS

A existência de infraestruturas, nomeadamente de abastecimento de água, de drenagem de águas residuais, de distribuição de energia eléctrica, de abastecimento de gás, de comunicações ou um sistema de recolha de resíduos sólidos constitui um factor de atractividade para a instalação de novas unidades industriais. No entanto, este tipo de infraestruturas possuem uma área de atractividade relativamente reduzida, pois os custos de ligação a qualquer uma das infraestruturas referidas só são aceitáveis quando a distância de instalação é relativamente pequena, variando para as várias infraestruturas.

Pode observar-se no Quadro 5.4 que as redes de energia eléctrica e de comunicações são as mais importantes.

Quadro 5.4 - Factores associados às Infraestruturas Básicas

Factores	Pesos	Função fuzzy	Dist. a (Km)	Dist. b (Km)
Proximidade a rede de abastecimento de água	0.1015	Sigmoidal	0.00	0.29
Proximidade a rede de drenagem de águas residuais	0.0734	Sigmoidal	0.00	0.30
Proximidade a rede de distribuição de energia eléctrica	0.3930	Sigmoidal	0.00	0.53
Proximidade a rede de distribuição de gás	0.1195	Sigmoidal	0.00	0.55
Proximidade a rede de comunicações	0.2753	Sigmoidal	0.00	0.46
Proximidade a ponto de recolha de resíduos sólidos	0.0373	Sigmoidal	0.00	0.66

5.3.1.2.5 EQUIPAMENTOS TERCIÁRIOS

A proximidade de equipamentos e serviços de apoio à actividade industrial foi identificada como factor relevante para a localização de novas unidades industriais.

De entre os factores identificados (Quadro 5.5), a proximidade a um centro coordenador de transportes e a um CBD (elevada concentração de serviços - bancos e seguros, por exemplo) são os mais importantes.

Quadro 5.5 - Factores associados aos Equipamentos Terciários

Factores	Pesos	Função <i>fuzzy</i>	Dist. <i>a</i> (Km)	Dist. <i>b</i> (Km)
Proximidade a um CBD	0.2269	Sigmoidal	0.00	16.53
Proximidade a um centro coordenador transp. rodo/ferrov.	0.4857	Sigmoidal	0.00	8.09
Proximidade a corporação de bombeiros	0.1407	Sigmoidal	0.00	5.95
Proximidade a serviço de saúde com urgência/emergência	0.1097	Sigmoidal	0.00	7.51
Proximidade a laboratório de cálculo/medida/controlo	0.0370	Sigmoidal	0.00	31.17

5.3.1.2.6 SÍNTESE

Os empresários foram também chamados a avaliar a importância relativa dos diferentes grupos de factores associados à actividade industrial, sempre através do procedimento de comparação par-a-par. Os resultados são apresentados no Quadro 5.6.

Quadro 5.6 - Factores associados à actividade industrial

Grupos de Factores	Pesos
Acessibilidade	0.2860
Mão-de-obra	0.2939
Inércia industrial	0.0585
Infraestruturas básicas	0.1318
Equipamentos terciários	0.2298

5.3.1.3 FACTORES ASSOCIADOS A OPÇÕES ADMINISTRATIVAS E SÓCIO-ECONÓMICAS

Os factores associados a opções administrativas e sócio-económicas foram divididos em quatro categorias, a saber: (i) Preferências pessoais; (ii) Políticas de incentivo à implantação industrial; (iii) Proximidade a centros de investigação e ensino superior; (iv) Proximidade a centros de decisão.

5.3.1.3.1 PREFERÊNCIAS PESSOAIS

As preferências pessoais dos empresários assumem por vezes papel relevante na localização de unidades industriais. No entanto, a carga subjectiva deste tipo de factores dificulta muito a sua modelação, essencialmente porque depende das características sociais, da personalidade e do próprio historial/tradição dos empresários. Assim, foi opinião dos empresários a consideração de dois factores associados ao bem estar social (seu e do seu *staff*): a proximidade a uma área urbana com particular qualidade de vida (este mais importante) e a proximidade a uma área com infraestruturas de recreio e lazer (Quadro 5.7).

Quadro 5.7 - Factores associados às Preferências Pessoais

Factores	Pesos	Função <i>fuzzy</i>	Dist. <i>a</i> (Km)	Dist. <i>b</i> (Km)
Proximidade a áreas urbanas com particular qualidade de vida	0.7087	Sigmoidal	0.00	18.60
Proximidade a áreas com infraestruturas de recreio e lazer	0.2913	Sigmoidal	0.00	44.40

5.3.1.3.2 POLÍTICAS DE INCENTIVO À IMPLANTAÇÃO INDUSTRIAL

As políticas de incentivo revelam-se decisivas em muitos contextos, podendo aplicar-se diversamente a diferentes áreas e a diferentes tipos de indústrias. Por outro lado, variam no tempo, isto é, têm períodos de validade finitos. Para territórios de análise de pequena dimensão (concelhos, por exemplo), estes factores não são em geral diferenciadores, já que não é usual oferecer incentivos diferenciados dentro do mesmo território municipal.

No modelo de localização foram considerados dois factores separados - incentivos ao nível municipal e ao nível central -, com praticamente a mesma importância (Quadro 5.8). A avaliação destes factores faz-se pela sua redução a unidades monetárias.

Quadro 5.8 - Factores associados às Políticas de Incentivo à Instalação Industrial

Factores	Pesos	Função <i>fuzzy</i>	Ponto <i>a</i>	Ponto <i>b</i>
Políticas municipais	0.5153	Sigmoidal	*	*
Políticas centrais	0.4847	Sigmoidal	*	*

* Valor que depende da variável utilizada no processo de *fuzzification*. Tipicamente é utilizado o *z-score*, com os pontos de controlo da curva fuzzy iguais a $\pm n$, sendo *n* o número de desvios padrão acima ou abaixo da média.

5.3.1.3.3 PROXIMIDADE A CENTROS DE INVESTIGAÇÃO E ENSINO SUPERIOR

A proximidade de um ambiente de investigação tecnológica pode ser importante para a localização de novas indústrias, já que constitui uma fonte de inovação, investigação e desenvolvimento, por um lado, e uma fonte de recrutamento de quadros superiores, por outro.

Os factores identificados são a proximidade a Parques de Ciência e Tecnologia, a Universidades (este dois mais importantes) e a Institutos Politécnicos (Quadro 5.9).

Quadro 5.9 - Factores associados à Proximidade a Centros de Investigação

Factores	Pesos	Função <i>fuzzy</i>	Dist. <i>a</i> (Km)	Dist. <i>b</i> (Km)
Proximidade a Parques de Ciência e Tecnologia	0.4870	Sigmoidal	0.00	43.40
Proximidade a Universidade com ramo tecnológico	0.3654	Sigmoidal	0.00	45.60
Proximidade a Instituto Politécnico com ramo tecnológico	0.1476	Sigmoidal	0.00	44.40

5.3.1.3.4 PROXIMIDADE A CENTROS DE DECISÃO

Estar próximo dos centros onde são tomadas as decisões que de alguma forma afectam a actividade industrial, permite acompanhar, leia-se participar e/ou influenciar, os processos de decisão. Assim, na perspectiva dos empresários, é relevante considerar no modelo de localização a proximidade a centros de decisão, quer a nível central quer a nível municipal (Quadro 5.10).

Quadro 5.10 - Factores associados à Proximidade a Centros de Decisão

Factores	Pesos	Função <i>fuzzy</i>	Dist. <i>a</i> (Km)	Dist. <i>b</i> (Km)
Proximidade a centros de decisão a nível municipal	0.5214	Sigmoidal	0.00	33.60
Proximidade a centros de decisão a nível central	0.4786	Sigmoidal	0.00	217.60

5.3.1.3.5 SÍNTESE

Finalmente, os empresários foram chamados a avaliar a importância relativa dos diferentes grupos de factores associados às opções administrativas e sócio-económicas, sempre através do procedimento de comparação par-a-par. Os resultados são apresentados no Quadro 5.11.

Quadro 5.11 - Factores associados a opções administrativas e sócio-económicas

Grupos de Factores	Pesos
Preferências pessoais	0.2015
Políticas de incentivo à localização de novas indústrias	0.1893
Proximidade a centros de investigação e ensino superior	0.2852
Proximidade a centros de decisão	0.3241

5.3.2 O PONTO DE VISTA DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

A localização de unidades industriais configura obviamente uma intervenção no território que, não raramente, assume grande importância do ponto de vista da sua estruturação e grande impacto do ponto de vista ambiental. Por outro lado, existem limitações inultrapassáveis do uso do solo que, na prática, implicam a exclusão de determinadas áreas do espaço de solução do problema de localização industrial.

Os critérios associados ao ordenamento do território foram divididos em factores e exclusões. Os factores incluem: (i) Uso preferencial do solo; (ii) Protecção ambiental (visibilidade a partir de áreas urbanas); e (iii) Condições de implantação das instalações industriais. As exclusões, por sua vez, incluem: (i) Uso do solo; (ii) Protecção ambiental; e (iii) Servidões e restrições de utilidade pública.

5.3.2.1 FACTORES

5.3.2.1.1 USO PREFERENCIAL DO SOLO

O uso preferencial do solo é definido por plano territorial em vigor ou, na ausência deste, por qualquer estudo realizado para o efeito numa base *ad-hoc*. Em qualquer dos casos, do balanço entre o uso existente, as características do solo e as necessidades de instalação de actividades, resulta um quadro de uso preferencial, eventualmente regulamentado por um articulado que estabelece as intensidades de uso e demais condições.

Qualquer exercício de localização industrial não pode ignorar esta realidade, consubstanciada por um conjunto de direitos e condicionantes. Acontece mesmo que os planos territoriais definem áreas de uso industrial preferencial, o que significa que, num certo sentido, existe à partida uma solução ou um esboço de solução para o exercício de localização industrial.

A forma de considerar este factor no modelo de localização é a atribuição de scores às diferentes classes de uso preferencial do solo, na escala normalizada

adoptada. Esta normalização é feita numa base arbitrária, na certeza de que pode e deve ser estudada caso a caso, nomeadamente tendo em conta a natureza e as características do zonamento do território. Numa situação típica para um município português, onde esteja em vigor um Plano Director Municipal, a cada classe de uso do plano seria atribuído um score, que poderia variar entre 100% do score máximo (para áreas industriais planeadas, por exemplo) e 0 (para áreas de uso industrial impedido), passando por diversos valores (percentagens do score máximo) de acordo com o tipo de uso preferencial do solo e com a respectiva regulamentação na perspectiva do eventual uso para fins industriais.

5.3.2.1.2 PROTECÇÃO AMBIENTAL - VISIBILIDADE A PARTIR DE ÁREAS URBANAS

As instalações industriais, pela sua dimensão e características funcionais, provocam normalmente impactos ambientais apreciáveis. Se é certo que em termos de poluição emitida (ar, água, solo, ruído) não é muitas vezes possível fazer uma análise *a priori*, dado o desconhecimento específico e detalhado das indústrias que serão instaladas nas áreas seleccionadas, o mesmo não se pode afirmar quanto ao previsível impacto paisagístico. Com efeito, à parte os aspectos específicos do tratamento paisagístico que qualquer intervenção no território deve envolver, a simples visibilidade de grandes áreas industriais a partir de áreas urbanas é um factor de distúrbio ambiental. É pertinente neste discurso fazer referência às distâncias de visibilidade, já que, para certos territórios, a forma particular do seu relevo implica uma total visibilidade a partir de áreas urbanas. Assim, é vulgar limitar o raio de *screening*, para efeitos de determinação da visibilidade/invisibilidade, podendo adoptar-se valores que vão das centenas de metros (para territórios de povoamento difuso) até alguns quilómetros.

Neste quadro, importa atribuir scores (sempre na escala normalizada adoptada), de acordo com a visibilidade/invisibilidade das áreas industriais a partir de áreas urbanas. Pretende-se assim conferir uma maior aptidão às áreas invisíveis (por exemplo, 100% do score máximo) e, naturalmente, menor aptidão às áreas visíveis (por exemplo, 50% do score máximo).

A atribuição arbitrária destes valores de score não retira generalidade ao modelo, já que é sempre possível atribuir valores diferentes a estudar caso a caso, ou mesmo incorporar qualquer outra função *fuzzy*.

5.3.2.1.3 CONDIÇÕES DE IMPLANTAÇÃO DAS INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS

Um dos factores que mais limita a implantação de edifícios industriais é o relevo do terreno. Uma leitura do declive, na perspectiva da implantação de

actividades industriais, conduz à seguinte segmentação:

- Zonas planas (declive até 2%) são excelentes para a instalação de unidades industriais, desde que sejam tomadas algumas medidas para obviar problemas de drenagem;
- Zonas com declive entre 2% e 5% são óptimas para localização de qualquer edifício, infraestruturas sanitárias, vias rodoviárias e áreas de estacionamento, praticamente sem movimento de terras;
- Zonas com declive entre 5% e 10% apresentam já algumas limitações para a implantação de edifícios e infraestruturas sanitárias; constituem o limite para o desenvolvimento equilibrado de vias rodoviárias e não são muito adequadas à localização de superfícies de estacionamento por implicarem grandes movimentos de terras;
- Zonas com declive entre 10% e 15% põem sérios problemas à localização de áreas industriais, sendo apenas admissíveis se não houverem outras alternativas mais económicas;
- Zonas com declive entre 15% e 25% apresentam riscos de erosão elevados e não são, salvo situações excepcionais, adequadas para fins industriais.
- Acima dos 25% de declive os riscos de erosão são muito elevados, pelo que, para além da interdição de uso para construções, devem ser tomadas medidas de estabilização do terreno (florestação por exemplo).

Neste quadro, a aptidão do solo pode ser modelada através duma curva *fuzzy* complexa, que se desenvolve da seguinte forma:

- Declive (%) no intervalo [0 ; 10]: score representado por uma recta decrescente com valores no intervalo [100% ; $n\%$] relativamente ao score máximo;
- Declive (%) no intervalo]10 ; 15]: score representado por uma curva sigmoideal decrescente com valores no intervalo] $n\%$; 0%] relativamente ao score máximo;
- Declive superior a 15%: score = 0.

O valor de n pode ser escolhido de forma arbitrária, caso a caso. Em territórios de relevo complexo, onde escasseiam áreas de baixa declividade, pode optar-se por um valor alto (80%, por exemplo), o que permite aceder a mais altos valores de aptidão mesmo em áreas de declives acentuados. Pelo contrário, em territórios onde abundam as áreas planas, pode optar-se por um valor baixo (20%, por exemplo), o que significa que as áreas de declive superior a 10% apresentarão valores de score de aptidão muito baixos.

Na Figura 5.3 apresenta-se um exemplo de curva *fuzzy* complexa, onde se adoptou um valor de n de 50% e uma escala normalizada de 0 a 255.

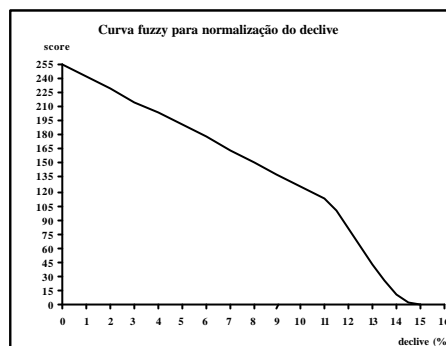


Fig. 5.3 - Exemplo de curva *fuzzy* para normalização do declive

5.3.2.1.4 SÍNTESE

Relativamente aos factores associados ao ordenamento do território optou-se por admitir uma importância idêntica para todos, sendo portanto adoptados os pesos apresentados no Quadro 5.12.

Quadro 5.12 - Factores associados ao ordenamento do território

Factores	Pesos
Uso preferencial do solo	0.3333
Protecção ambiental - visibilidade a partir de áreas urbanas	0.3333
Condições de implantação das instalações industriais	0.3333

5.3.2.2 EXCLUSÕES

5.3.2.2.1 USO DO SOLO

Como foi já referido antes, o uso preferencial do solo, instituído por via de plano territorial em vigor ou outra, é um critério a ter em conta no processo de localização industrial. Na secção 5.3.2.1.1, o uso do solo foi interpretado numa lógica de factor, atribuindo-se diferentes scores a diferentes classes de uso, de acordo com a sua maior ou menor permissividade para acomodar unidades industriais.

Existem, no entanto, usos do solo que são, à partida, incompatíveis com o uso industrial. Assim, as áreas correspondentes a estas classes de uso devem ser excluídas.

Independentemente do sistema de classificação adoptado para o uso do solo, podem identificar-se algumas classes que, pela sua generalidade, podem ser definidas como exclusões, a saber:

- Áreas de uso urbano existente e de uso urbano planeado (prioritário);
- Áreas de equipamentos colectivos existentes e previstos;
- Áreas de uso industrial já ocupadas³⁰;
- Áreas para indústrias extractivas existentes e planeadas;
- Áreas agrícolas e agro-industriais integradas na RAN³¹;
- Áreas florestais e agro-florestais de elevada relevância económica;
- Áreas de usos naturais de elevada relevância ambiental;
- Áreas de uso cultural com elevado interesse arquitectónico, histórico ou arqueológico;
- Espaços canal correspondentes a infraestruturas existentes e previstas;

Para além das exclusões relativas aos usos, importa também introduzir uma barreira de separação entre usos potencialmente incompatíveis com a actividade industrial. Assim, o modelo inclui uma exclusão em forma de *buffer* de protecção em torno das áreas com os seguintes usos:

- Áreas de uso urbano existente;
- Áreas de equipamentos colectivos existentes e previstos;
- Áreas de usos naturais;
- Áreas de uso cultural.

A largura do *buffer* a excluir pode ser fixada caso a caso de forma arbitrária, dependendo do grau de incompatibilidade de usos percebido ou assumido, ou ainda das disponibilidades de solo. Em casos correntes, podem admitir-se *buffers* da ordem da centena de metros.

³⁰ São frequentes as situações de áreas industriais consideradas ocupadas mas que correspondem a instalações desactivadas, pelo que, nestes casos, devem ser recuperadas para a análise.

³¹ RAN - Reserva Agrícola Nacional, instrumento que visa proteger os solos que, em virtude das suas características morfológicas, climatéricas e sociais, maiores potencialidades apresentam para a produção de bens agrícolas.

5.3.2.2.2 PROTECÇÃO AMBIENTAL

Relativamente à protecção de áreas ambientalmente sensíveis, são objecto de exclusão as seguintes:

- Áreas integrantes da REN³²;
- Áreas únicas e ecossistemas classificados que, por alguma razão, não constituam áreas da REN³³;
- *Buffers* de protecção de recursos hidro-geológicos, cuja largura é fixada caso a caso.

5.3.2.2.3 SERVIDÕES E RESTRIÇÕES DE UTILIDADE PÚBLICA

Finalmente, deverão ser excluídas do espaço de análise as áreas que, por via da aplicação dos diplomas legais que instituem servidões e restrições de utilidade pública, não são elegíveis para efeitos de localização de unidades industriais. Refere-se, a título de exemplo, as áreas de protecção a aeroportos, a instalações militares e das forças de segurança, a vias rodoviárias, etc.

5.4 SÍNTESE DO MODELO DE LOCALIZAÇÃO

Apresenta-se, finalmente, nos Quadros 5.13 a 5.16 e na Figura 5.4 uma síntese do modelo de localização industrial para o Noroeste de Portugal. O cálculo da aptidão é realizado a partir do nível mais baixo da Figura 5.4 utilizando os pesos apresentados nos Quadros.

Admite-se que, para o nível de agregação mais baixo, se possa utilizar apenas uma combinação linear (procedimento WLC). Para o segundo nível de agregação, pode recorrer-se aos procedimentos WLC ou OWA, o que permite gerar cenários de avaliação (*risco/trade-off*) para os três grandes grupos de factores: associados à actividade industrial, associados a opções administrativas e sócio-económicas, e associados ao ordenamento do território.

³² REN - Reserva Ecológica Nacional, instrumento de política do ambiente que visa proteger as zonas costeiras, as zonas ribeirinhas, águas interiores e áreas de infiltração máxima ou de apanhamento, bem como as zonas declivosas sujeitas a risco de erosão.

³³ Em Portugal, estas áreas estão sujeitas a regimes de protecção e, consoante as suas características específicas, podem integrar-se nos seguintes tipos de Áreas Classificadas: (i) Rede Nacional de Áreas Protegidas; (ii) Sítios da Lista Nacional da Directiva Habitats; (iii) Zonas de Protecção Especial da Directiva Aves; (iv) Reservas da Biosfera do Programa MAB da UNESCO; (v) Reservas Biogenéticas do Conselho da Europa; (vi) Zonas Húmidas da Convenção de Ramsar; (vii) Biótopos Corine.

Em paralelo, as exclusões são combinadas através de sobreposição lógica com o operador AND, gerando o espaço final a excluir, ou seja, o complemento do espaço de solução do problema de localização.

O mais elevado nível de agregação pode combinar diferentes cenários dos grandes grupos de factores, utilizando os procedimentos OWA ou WLC, para gerar os cenários finais de avaliação da aptidão do território para o uso industrial. Note-se que para esta última fase de agregação os pesos devem ser escolhidos de forma arbitrária, podendo simular-se várias possibilidades e mesmo proceder-se a análise de sensibilidade.

Quadro 5.13 - Factores associados à actividade industrial - síntese

Factores e grupos de factores	Pesos
Factores associados à actividade industrial	
Acessibilidade	0.2860
Proximidade a nós de autoestrada	0.2207
Proximidade a estradas da rede principal	0.3642
Proximidade a terminal rodoviário de carga	0.1581
Proximidade a terminal ferroviário de carga	0.1167
Proximidade a porto marítimo	0.0753
Proximidade a porto fluvial	0.0260
Proximidade a aeroporto com terminal de carga	0.0389
Mão-de-obra	0.2939
População activa residente na freguesia	0.1155
População desempregada residente na freguesia	0.6017
População empregada no sector secundário res. na freguesia	0.2828
Inércia industrial	0.0585
Proximidade a aglomerados industriais	0.5000
Densidade industrial (emprego sect. secundário/freg.)	0.5000
Infraestruturas básicas	0.1318
Proximidade a rede de abastecimento de água	0.1015
Proximidade a rede de drenagem de águas residuais	0.0734
Proximidade a rede de distribuição electricidade	0.3930
Proximidade a rede de distribuição de gás	0.1195
Proximidade a rede de comunicações	0.2753
Proximidade a ponto de recolha de resíduos sólidos	0.0373
Equipamentos terciários	0.2298
Proximidade a um CBD	0.2269
Proximidade a um centro coordenador transp. rodo/ferrov.	0.4857
Proximidade a corporação de bombeiros	0.1407
Proximidade a serviço de saúde com urgência/emergência	0.1097
Proximidade a laboratório de cálculo/medida/controlo	0.0370

Quadro 5.14 - Factores associados a opções administrativas e sócio-económicas - síntese

Factores e grupos de factores	Pesos
Factores associados a opções administrativas e sócio-económicas	
Preferências pessoais	0.2015
Proximidade a áreas urbanas com qualidade de vida	0.7087
Proximidade a áreas com infraestruturas de recreio e lazer	0.2913
Políticas de incentivo à localização de novas indústrias	0.1893
Políticas municipais	0.5153
Políticas centrais	0.4847
Proximidade a centros de investigação e ensino superior	0.2852
Proximidade a Parques de Ciência e Tecnologia	0.4870
Proximidade a universidade com ramo tecnológico	0.3654
Proximidade a Instituto Politécnico com ramo tecnológico	0.1476
Proximidade a centros de decisão	0.3241
Proximidade a centros de decisão a nível municipal	0.5214
Proximidade a centros de decisão a nível central	0.4786

Quadro 5.15 - Factores associados ao ordenamento do território - síntese

Factores e grupos de factores	Pesos
Factores associados ao ordenamento do território	
Uso preferencial do solo	0.3333
Protecção ambiental - visibilidade a partir de áreas urbanas	0.3333
Condições de implantação das instalações industriais	0.3333

Quadro 5.16 - Exclusões associadas ao ordenamento do território - síntese

Exclusões associadas ao ordenamento do território
Uso do solo
Protecção ambiental
Servidões e restrições de utilidade pública

Fig. 5.4 - O modelo de localização industrial

CAPÍTULO 6

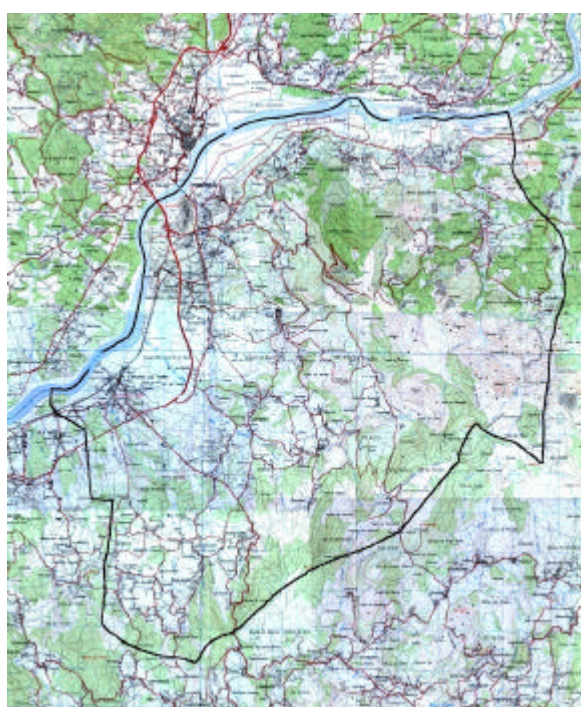
CASO DE ESTUDO: LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL NO MUNICÍPIO DE VALENÇA

6.1 INTRODUÇÃO

O Município de Valença localiza-se na região do Minho, no Noroeste de Portugal (Figura 6.1) sendo limitado a Norte e Oeste pelo rio Minho, que o separa de Espanha, também a Oeste pelo concelho de Vila Nova de Cerveira, a Sul pelo concelho de Paredes de Coura e a Este pelo concelho de Monção. A sede do concelho situa-se na sua parte Noroeste, como se pode observar na Figura 6.1.



(a) Portugal



(b) Valença

Fig. 6.1 - Localização do Município de Valença

Administrativamente, Valença integra-se no Distrito de Viana do Castelo. Geograficamente, integra-se nas NUT II Norte e NUT III Minho-Lima. Com uma área de 117 Km², é constituído por 16 freguesias, a saber (Figura 6.2): Arão, Boivão, Cerdal, Cristelo Covo, Fontoura, Friestas, Gandra, Ganfei, Gondomil, Sanfins, São Julião, São Pedro da Torre, Silva, Taião, Valença e Verdoejo.

Valença é um dos poucos municípios que, não sendo litoral nem contendo um grande centro urbano, vem assistindo a algum acréscimo populacional nas duas últimas décadas. Com efeito, a população de 14000 residentes recenseada em 1981 cresceu para 14815 em 1991 e as projecções apontam para 15491 no ano 2000 (Markttest, 1998).

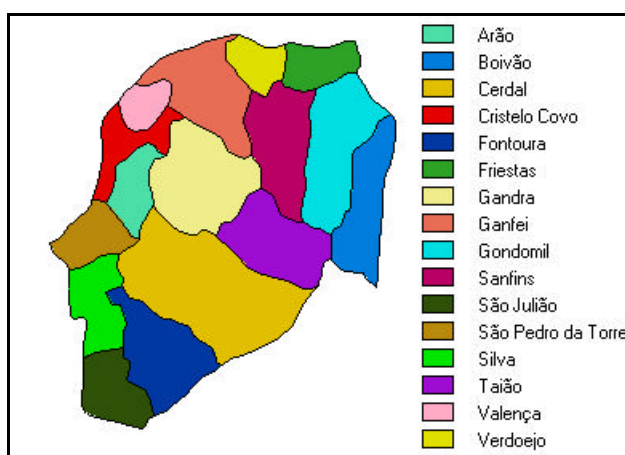


Fig. 6.2 - Freguesias que integram o Município de Valença

Não é objectivo desta tese nem deste caso de estudo uma caracterização aprofundada do Município de Valença, mas tão somente o desenvolvimento dum modelo de localização industrial original e inovador, e a sua aplicação a um caso real. Assim, optou-se por não apresentar uma descrição extensiva do município, por não corresponder a mais-valia científica, inovadora, original ou relevante no contexto dos objectivos definidos. No entanto, para uma caracterização mais pormenorizada da actual realidade municipal, apresenta-se no Anexo B uma síntese estatística (Markttest, 1998, fazendo referência a diversas fontes estatísticas oficiais). Nela se dá notícia de diferentes variáveis e indicadores caracterizadores da demografia, economia, segurança social, finanças locais e comunicações. Complementarmente, poderão ser consultados os trabalhos de Neves (1997) e Reis (1997).

O objectivo do caso de estudo é, então, a avaliação do solo da área do município de Valença relativamente à sua aptidão para a localização de novas áreas industriais, tendo em linha de conta a realidade local. É implementado o modelo desenvolvido anteriormente, com as necessárias adaptações decorrentes da

realidade local, no sentido de gerar vários cenários de avaliação alternativos. O espaço estratégico de decisão resultante é comentado e discutido, bem como o respectivo cruzamento com as opções tomadas no Plano Director Municipal em matéria de classificação do solo para fins industriais.

6.2 CRITÉRIOS E PESOS

O conjunto de critérios e pesos considerados neste caso de estudo é basicamente o mesmo do modelo geral que se apresentou previamente. As diferenças devem-se apenas à exclusão de alguns factores que, no caso concreto em estudo, não se aplicam ou não têm correspondência com a realidade local. Assim, os pesos do modelo geral são objecto de uma redistribuição proporcional sempre que no grupo de critérios em causa se efectuarem exclusões de factores.

6.2.1 FACTORES

Apresentam-se nos Quadros 6.1 a 6.3 os factores a considerar, incluindo o respectivo código, descrição, peso e distância máxima para efeitos de definição da curva fuzzy.

Quadro 6.1 - Factores associados à actividade industrial (caso de estudo)

Código	Descrição	d_{\max} (km)	Pesos
A	Factores associados à actividade industrial		
A1	Acessibilidade		0.2860
A11	Proximidade a nós de autoestrada	27.36	0.2266
A12	Proximidade a estradas da rede principal	3.49	0.3739
A13	Proximidade a terminal rodoviário de carga	10.40	0.1623
A14	Proximidade a terminal ferroviário de carga	20.08	0.1199
A15	Proximidade a porto marítimo	51.91	0.0773
A16	Proximidade a aeroporto com terminal de carga	69.90	0.0400
A2	Mão-de-obra		0.2939
A21	População activa residente na freguesia	-	0.1155
A22	População desempregada residente na freguesia	-	0.6017
A23	População empregada no sector secundário res. na freguesia	-	0.2828
A3	Inércia industrial		0.0585
A31	Proximidade a aglomerados industriais	3.21	0.5000
A32	Densidade industrial (emprego sect. secund/freg.)	-	0.5000
A4	Infraestruturas básicas		0.1318
A41	Proximidade a rede de abastecimento de água	0.29	0.1153
A42	Proximidade a rede de drenagem de águas residuais	0.30	0.0834
A43	Proximidade a rede de distribuição electricidade	0.53	0.4463
A44	Proximidade a rede de comunicações	0.46	0.3126
A45	Proximidade a ponto de recolha de resíduos sólidos	0.66	0.0424
A5	Equipamentos terciários		0.2298
A51	Proximidade a um CBD	16.53	0.2269
A52	Proximidade a um centro coordenador Transp./rodo/ferrov.	8.09	0.4857

A53	Proximidade a corporação de bombeiros	5.95	0.1407
A54	Proximidade a serviço de saúde com urgência/emergência	7.51	0.1097
A55	Proximidade a laboratório de cálculo/medida/controlo	31.17	0.0370

Quadro 6.2 - Factores associados a opções administrativas e sócio-económicas (caso de estudo)

Código	Descrição	d _{max} (km)	Pesos
B	Factores associados a opções administrativas e sócio-económicas		
B1	Preferências pessoais		0.2486
B11	Proximidade a áreas urbanas com particular qualidade de vida	18.60	0.7087
B12	Proximidade a áreas com infraestruturas de recreio e lazer	44.40	0.2913
B2	Proximidade a centros de investigação e ensino superior		0.3517
B21	Proximidade a universidade com ramo tecnológico	45.60	0.7124
B22	Proximidade a Instituto Politécnico com ramo tecnológico	44.40	0.2876
B3	Proximidade a centros de decisão		0.3997
B31	Proximidade a centros de decisão a nível municipal	33.60	0.5214
B32	Proximidade a centros de decisão a nível central	217.60	0.4786

Quadro 6.3 - Factores associados ao ordenamento de território (caso de estudo)

Código	Descrição	Pesos
C	Factores associados ao ordenamento do território	
C1	Uso preferencial do solo, de acordo com PDM	0.3333
C2	Protecção ambiental - visibilidade a partir de áreas urbanas	0.3333
C3	Condições de implantação das instalações industriais - declive do terreno	0.3333

O código indicado nos Quadros será também utilizado como nome da imagem *raster* representativa do respectivo factor.

Esta estrutura de factores pode ser organizada por níveis (Quadro 6.4), o que facilitará a análise posterior.

Quadro 6.4 - Factores por níveis (caso de estudo)

1º nível	A					B			C		
2º nível	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	C1	C2	C3
3º nível	A11	A21	A31	A41	A51	B11	B21	B31			
	A12	A22	A32	A42	A52	B12	B22	B32			
	A13	A23		A43	A53						
	A14			A44	A54						
	A15			A45	A55						
	A16										

6.2.2 EXCLUSÕES

As exclusões são um tipo de critério que, como foi já dito, restringem o espaço de solução do problema, através da exclusão de áreas de acordo com determinadas condições.

De acordo com o modelo geral, as exclusões são critérios associados ao ordenamento do território (Quadro 6.5).

Quadro 6.5 - Exclusões associadas ao ordenamento do território (caso de estudo)

Código	Descrição
CE	Exclusões associadas ao ordenamento do território
CE1	Uso do solo.
CE11	Exclusão de zonas classificadas em sede de PDM nas seguintes classes de uso: Áreas urbanas (existentes); Áreas urbanizáveis preferenciais; Áreas de equipamentos colectivos (existentes e planeadas); Áreas de verde urbano; Áreas industriais (existentes); Áreas de indústrias extractivas (existentes e planeadas); Áreas agrícolas e agro-industriais integradas na RAN; Áreas florestais e agro-florestais de uso condicionado; Áreas de uso cultural; Áreas de uso natural; Área do Aeródromo de Cerval.
CE12	Exclusão de <i>buffer</i> de protecção de 100 metros de largura em torno das seguintes áreas: Áreas urbanas (existentes); Áreas de equipamentos colectivos (existentes e planeadas); Áreas de uso cultural; Áreas de uso natural.
CE2	Protecção ambiental.
CE21	Reserva ecológica nacional (REN).
CE22	Áreas únicas e ecossistemas classificados, não incluídos na REN.
CE23	Áreas de protecção (<i>buffer</i> de 50 metros de cada lado) dos leitos das linhas de água principais.
CE3	Servidões administrativas e restrições de utilidade pública.
CE31	<i>Buffer</i> de protecção à autoestrada (50m de cada lado do eixo).
CE32	<i>Buffer</i> de protecção às estradas principais (VS - 50m de cada lado do eixo; IC1 - 35m de cada lado do eixo; EN101, EN201 e VCP - 20m de cada lado do eixo; EME - 8m de cada lado do eixo).
CE33	<i>Buffer</i> de protecção às ferrovias (3m de cada lado do eixo).
VS - Variante à sede do concelho; IC1 - Itinerário complementar 1, do Plano Rodoviário Nacional, antiga Estrada Nacional 13; EN101 - Estrada Nacional 101; EN201 - Estrada Nacional 201; VCP - Via de circulação periférica, à sede do concelho; EME - Estrada municipal estruturante	

6.3 FLUXOGRAMAS DE ANÁLISE

A aplicação do modelo de localização industrial ao caso de estudo é feita com recurso a um sistema de informação geográfica designado por IDRISI. Este SIG é basicamente um sistema *raster*, que tem um conjunto de ferramentas de análise espacial, incluindo uma vasta gama de operadores de álgebra de mapas (Eastman, 1997).

Nos fluxogramas que se apresentam nos subcapítulos e secções seguintes, os operadores ou funções de processamento de imagens, ficheiros vectoriais ou ficheiros de dados alfanuméricos são identificados pelo seu nome tal como é feito

pelo software IDRISI. O Anexo C contém uma listagem desses operadores/funções e a respectiva descrição.

Refere-se ainda que a estrutura hierárquica de análise apresentada no Quadro 6.4 é uma referência sempre presente e importante na compreensão das fases de análise desenvolvidas ao longo de todo o Capítulo 6.

6.3.1 COMBINAÇÃO DE FACTORES: 1º NÍVEL

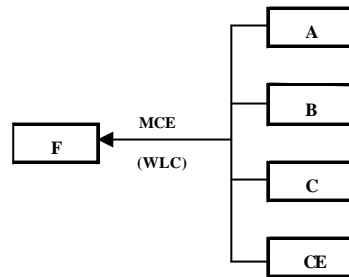


Fig. 6.3 - Combinação de factores: 1º nível

6.3.2 COMBINAÇÃO DE FACTORES: 2º NÍVEL

6.3.2.1 FACTORES ASSOCIADOS À ACTIVIDADE INDUSTRIAL

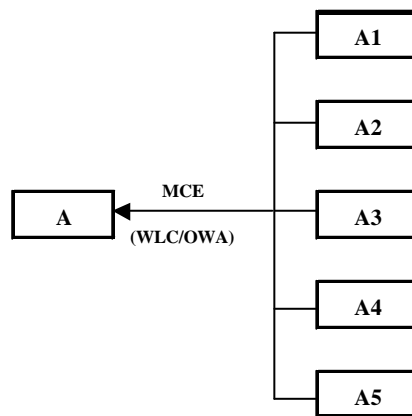


Fig. 6.4 - Combinação de factores A: 2º nível

6.3.2.2 FACTORES ASSOCIADOS A OPÇÕES ADMINISTRATIVAS E SÓCIO-ECONÓMICAS

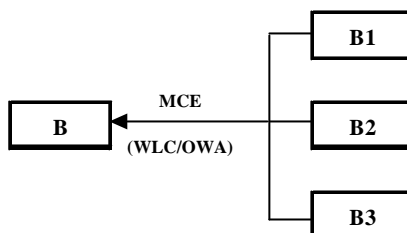


Fig. 6.5 - Combinação de factores B: 2º nível

6.3.2.3 FACTORES ASSOCIADOS AO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

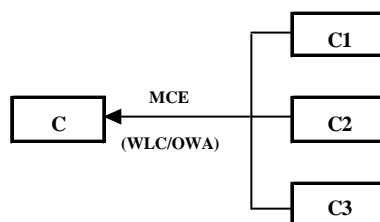


Fig. 6.6 - Combinação de factores C: 2º nível

6.3.3 COMBINAÇÃO DE FACTORES: 3º NÍVEL

6.3.3.1 FACTORES ASSOCIADOS À ACTIVIDADE INDUSTRIAL

6.3.3.1.1 ACESSIBILIDADE

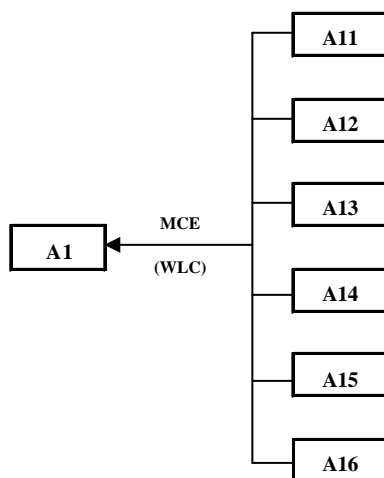


Fig. 6.7 - Combinação de factores A1: 3º nível

6.3.3.1.2 MÃO-DE-OBRA

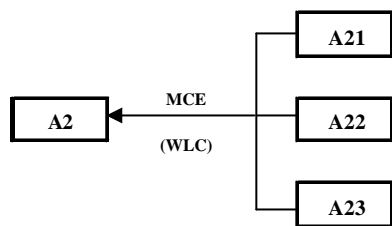


Fig. 6.8 - Combinação de factores A2: 3º nível

6.3.3.1.3 INÉRCIA INDUSTRIAL

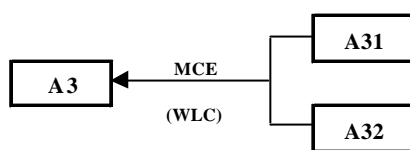


Fig. 6.9 - Combinação de factores A3: 3º nível

6.3.3.1.4 INFRAESTRUTURAS BÁSICAS

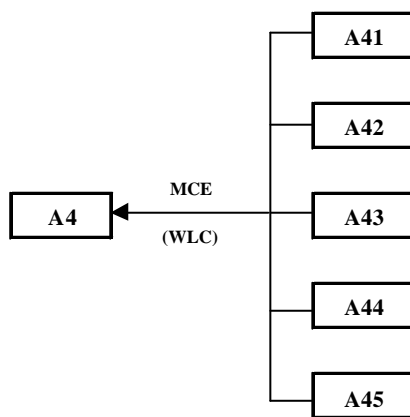


Fig. 6.10 - Combinação de factores A4: 3º nível

6.3.3.1.5 EQUIPAMENTOS TERCIÁRIOS

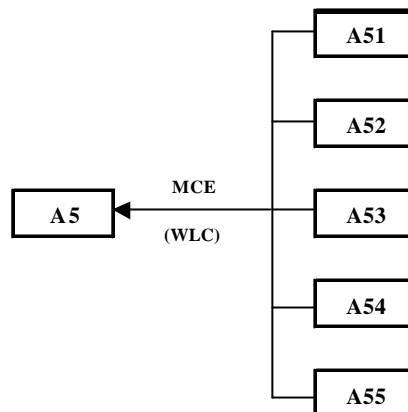


Fig. 6.11 - Combinação de fatores A5: 3º nível

6.3.3.2 FACTORES ASSOCIADOS A OPÇÕES ADMINISTRATIVAS E SÓCIO-ECONÓMICAS

6.3.3.2.1 PREFERÊNCIAS PESSOAIS

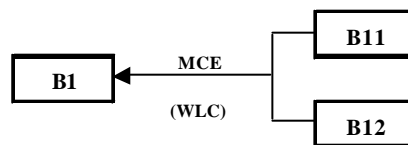


Fig. 6.12 - Combinação de fatores B1: 3º nível

6.3.3.2.2 PROXIMIDADE A CENTROS DE INVESTIGAÇÃO E ENSINO SUPERIOR

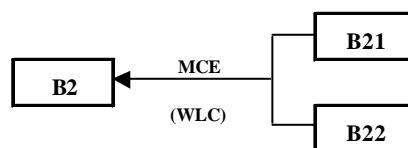


Fig. 6.13 - Combinação de fatores B2: 3º nível

6.3.3.2.3 PROXIMIDADE A CENTROS DE DECISÃO

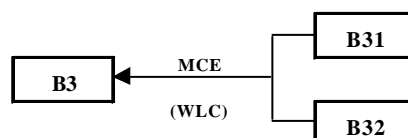


Fig. 6.14 - Combinação de fatores B3: 3º nível

6.3.4 COMBINAÇÃO DE EXCLUSÕES

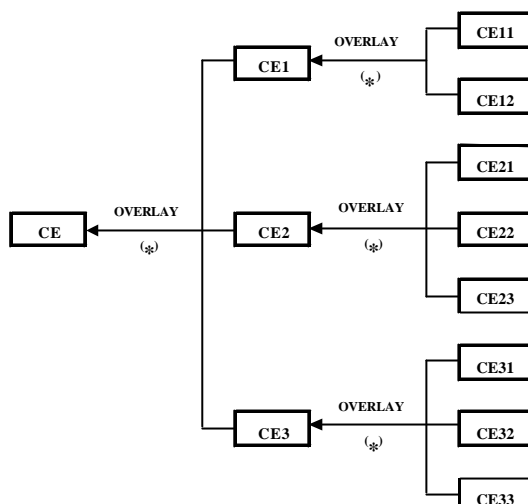


Fig. 6.15 - Combinação de exclusões

6.4. PREPARAÇÃO DE IMAGENS *RASTER*

6.4.1 IMAGENS REFERENTES A FACTORES

6.4.1.1 IMAGENS ENVOLVENDO DISTÂNCIAS

As imagens baseadas em distâncias podem referir-se a proximidade a um conjunto de pontos, conjunto de linhas ou conjunto de áreas. A título de exemplo, o factor A53 (proximidade a corporação de bombeiros), baseia-se na distância a um ou mais pontos; o factor A12 (proximidade a estradas da rede principal) baseia-se na distância a um conjunto de linhas; o factor B11 (proximidade a áreas urbanas com particular qualidade de vida) baseia-se na distância a um conjunto de áreas.

O processo de preparação das imagens inicia-se com a obtenção dum mapa digital com os pontos, linhas ou áreas, normalmente em formato vectorial. Esse mapa vectorial é convertido para um formato *raster* e é criada uma imagem contínua de distâncias às entidades. É então altura de proceder à normalização³⁴ dos valores da imagem (factor), para o que foi sempre adoptada uma função *fuzzy* sigmoideal decrescente com o primeiro ponto de controlo para distância nula e o segundo ponto de controlo para distância máxima, de acordo com os valores de $d_{máx}$ para cada factor apresentados nos Quadros 6.1 e 6.2 .

³⁴ No sentido de tirar partido das paletas disponíveis no software SIG utilizado, as quais estão optimizadas para 256 cores, em todos os factores a normalização foi feita para uma escala que vai de 0 (score correspondente à aptidão nula) a 255 (score correspondente à aptidão máxima).

Esta distância, que corresponde a uma distância euclidiana, será adoptada quando estiver em causa a proximidade a infraestruturas, caso do grupo de factores A4.

No entanto, na maioria dos factores, em lugar duma simples imagem de distância a um grupo de entidades, é criada uma imagem que representa uma superfície de custo associada à distância, onde cada pixel contém um custo-distância resultante da combinação da distância com um factor de fricção que representa a dificuldade de deslocação. Considerou-se, para este efeito, que às deslocações por estrada da rede principal (nacional ou municipal) corresponde um factor de fricção igual a 1, e às deslocações nas restantes áreas (fora das estrada da rede principal) corresponde um factor 2.

Poder-se-ia levantar a questão da compatibilidade deste procedimento, isto é dos valores obtidos na imagem de custo-distância (distância pesada pela fricção), com o procedimento de normalização para a curva fuzzy.

Dado que as distâncias d_{max} , identificadas pelo painel de empresários, são distâncias por estrada, o factor de fricção unitário fixado para as estradas garante que os respectivos valores de distância não são alterados e permanecem compatíveis. Trata-se, então, apenas de agravar as deslocações fora das estradas da rede principal.

Na Figura 6.16 pode observar-se um exemplo típico de fluxograma de operações para a preparação da imagem dum factor baseado na distância pesada pela fricção, neste caso o factor A11 (proximidade a nós de autoestrada).

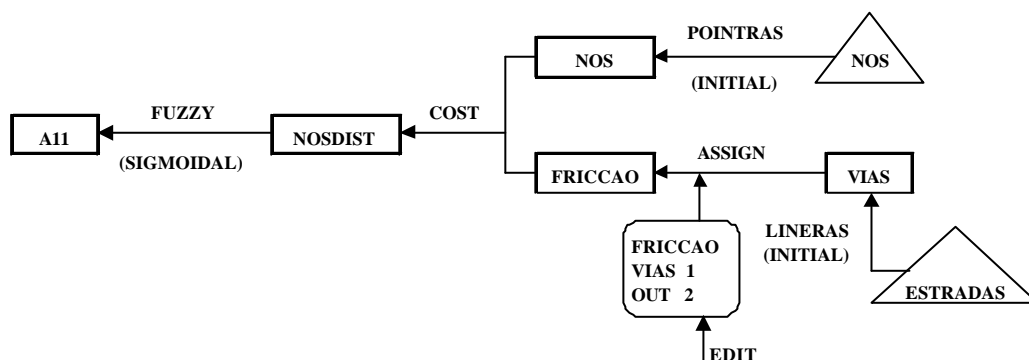


Fig. 6.16 - Fluxograma de preparação de imagem baseada em distância

Ainda para o mesmo exemplo, a Figura 6.17 mostra as imagens NOSDIST e A11, correspondentes ao factor A11 antes e depois da normalização.

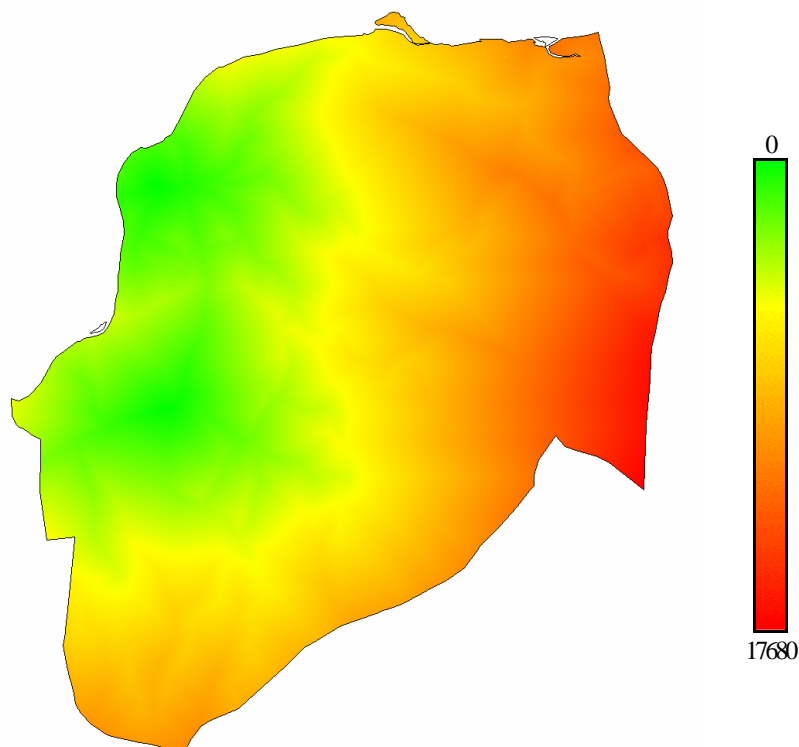
No Anexo D são apresentadas as imagens de todos os factores, antes e depois da normalização. As imagens envolvendo distâncias são as seguintes: A11, A12,

A13, A14, A15, A16, A31, A41, A42, A43, A44, A45, A51, A52, A53, A54, A55, B11, B12, B21, B22, B31, B32.

No caso das imagens A41 a A45 em vez de se utilizar a operação COST, indicada na Figura 6.16, utiliza-se a operação DISTANCE sobre as imagens representativas das infraestruturas em causa.

6.4.1.2 IMAGENS ENVOLVENDO CLASSES

Ao contrário das imagens baseadas em distâncias, que são superfícies contínuas, as imagens baseadas em classes contêm superfícies discretas, vulgarmente correspondentes a atributos qualitativos que assumem o mesmo valor para toda uma zona (uso do solo, por exemplo).



(a) não normalizado

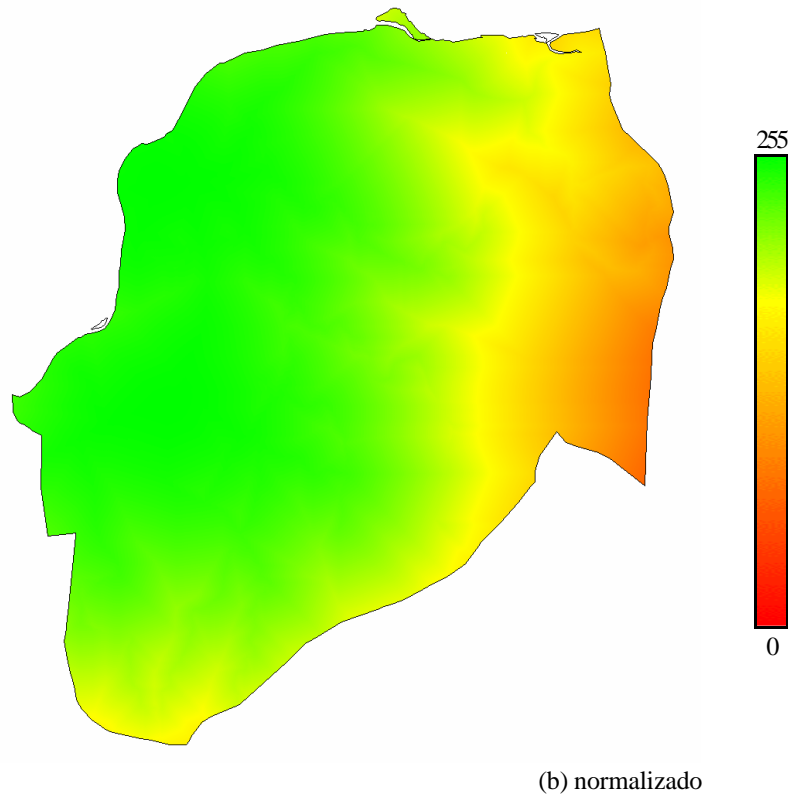


Fig. 6.17 - Factor A11: não normalizado (a) e normalizado (b)

A preparação das imagens inicia-se com a obtenção dum mapa digital contendo polígonos, em formato vectorial que depois é convertido em *raster* ou, quando possível, já em formato *raster*. A normalização das imagens para obter o factor é feita através duma reclassificação dos atributos originais associados aos polígonos, atribuindo-lhes os valores do score na escala adoptada. Trata-se sempre de obter uma imagem normalizada cuja função de score é, neste caso, aos degraus.

Na Figura 6.18 pode observar-se o fluxograma de operações para preparação da imagem do factor C1 (uso preferencial do solo de acordo com o PDM), a única deste tipo no modelo desenvolvido.

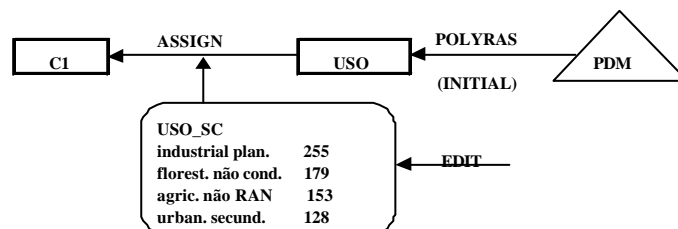


Fig. 6.18 - Fluxograma de preparação de imagem baseada em classes

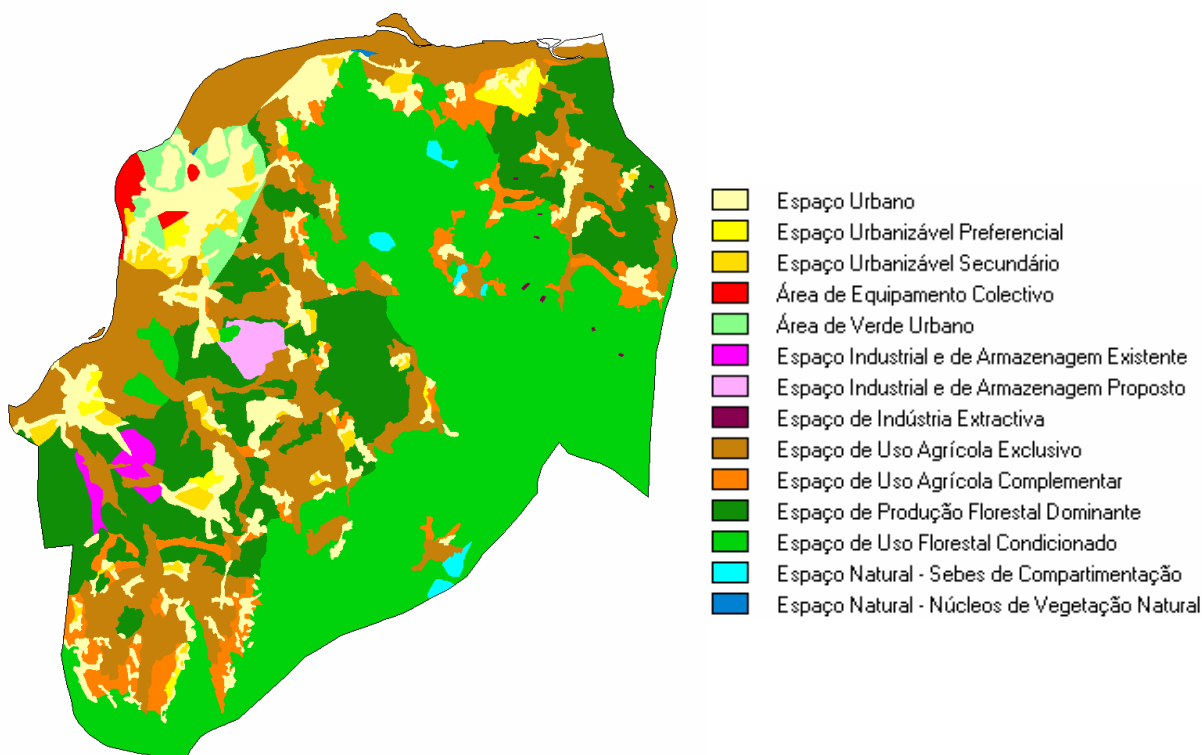
Ainda para o mesmo exemplo, a Figura 6.19 mostra as imagens USO e C1, correspondentes ao factor C1 antes e depois da normalização.

Os scores atribuídos às classes de uso industrial (planeado), florestal não condicionado, agrícola não pertencente à RAN e urbanizável secundário, correspondem, respectivamente, a 100% do score máximo (255), 70% (179), 60% (153) e 50% (128).

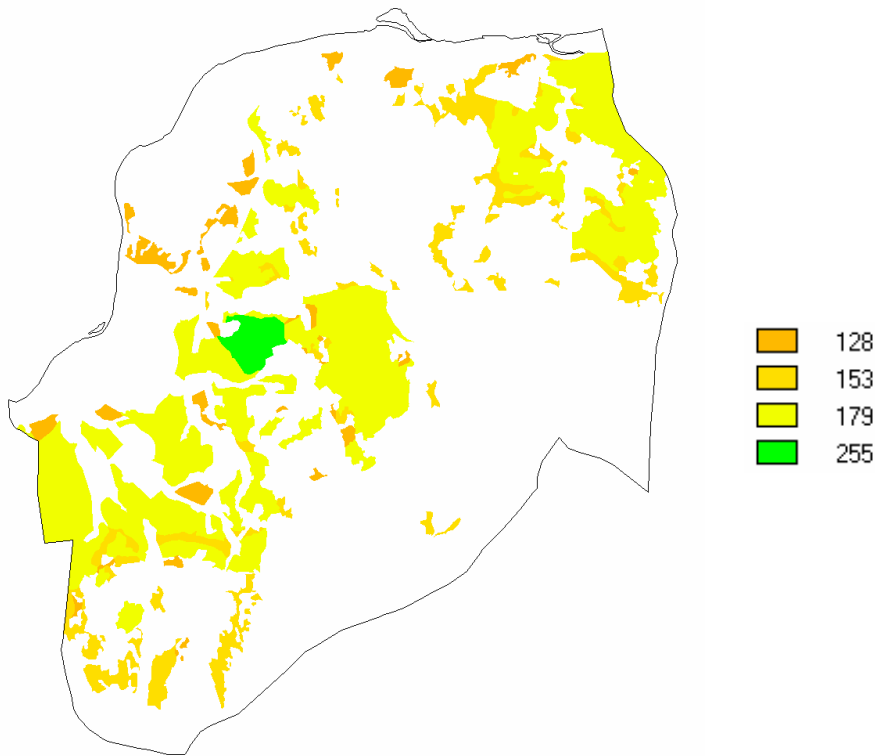
6.4.1.3 IMAGENS ENVOLVENDO VALORES NUMÉRICOS

Este tipo de imagens contém, tal como as anteriores, superfícies discretas. A diferença reside nos atributos que, no caso anterior, eram qualitativos, enquanto neste caso são numéricos (por exemplo, o emprego no sector secundário por freguesia).

A preparação das imagens inicia-se de forma semelhante à das imagens envolvendo classes. No processo de normalização, contudo, dado tratar-se de imagens de valores numéricos, é aplicada a função *fuzzy* sigmoïdal crescente.



(a) não normalizado



(b) normalizado

Fig. 6.19 - Factor C1: não normalizado (a) e normalizado (b)

No sentido de evitar situações que conduzam a grandes diferenças de score quando as diferenças entre os valores da variável em causa são pequenas, optou-se por calcular, em primeira instância, o z_{score} de cada área (Mendes, 2000). Este valor é dado pela diferença entre o valor da variável para a área em causa e a média de todas as áreas, dividida pelo respectivo desvio-padrão:

$$z_{\text{score}} = \frac{V - m}{s} \quad (6.1)$$

Significa, portanto, que o z_{score} é o número de desvios padrões que uma dada área apresenta acima (z_{score} positivo) ou abaixo (z_{score} negativo) da média de todas as áreas. Este z_{score} é a variável a normalizar através da função fuzzy, tendo-se adoptado como primeiro ponto de controlo $z_{\text{score}}=-2$ e como segundo ponto de controlo $z_{\text{score}}=+2$ para uma curva sigmoideal crescente.

Na Figura 6.20 apresenta-se um exemplo de fluxograma de operações para preparação da imagem de um factor envolvendo valores numéricos, neste caso o factor A23 (população residente empregue no sector secundário, por freguesia).

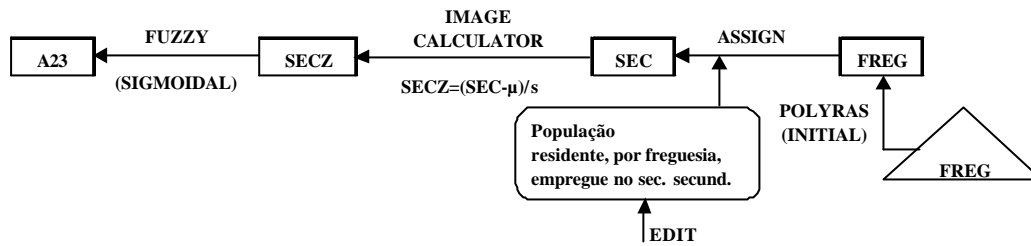


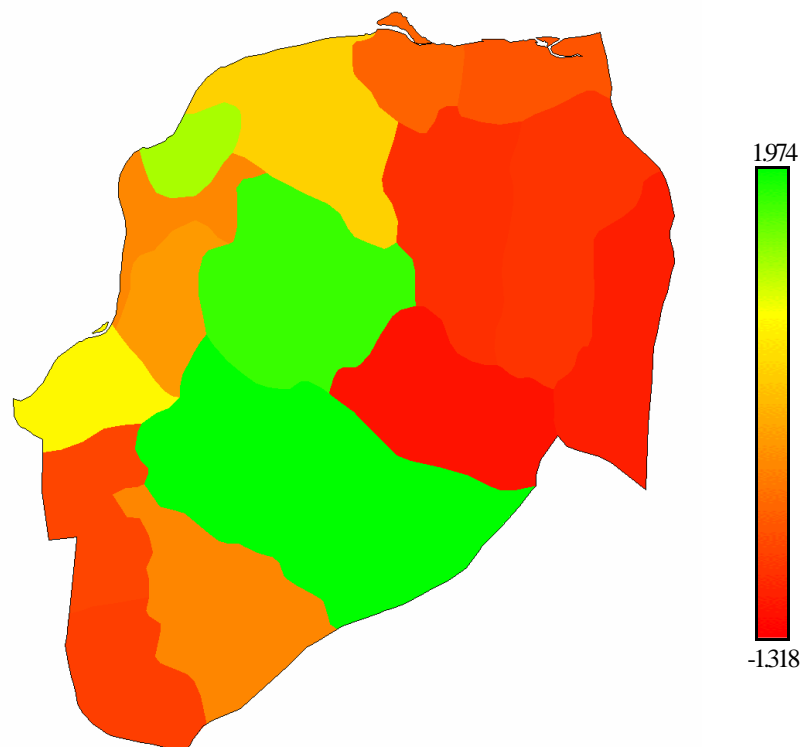
Fig. 6.20 - Fluxograma de preparação de imagem envolvendo valores numéricos

Para o mesmo exemplo, a Figura 6.21 mostra as imagens SECZ e A23, correspondentes ao factor A23 antes e depois da normalização.

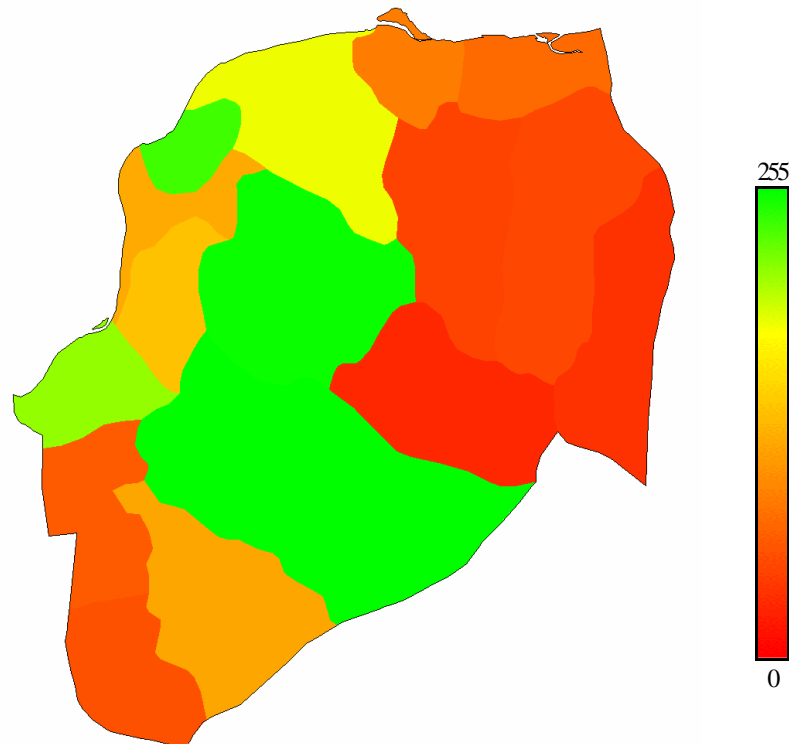
Os factores envolvendo valores numéricos, cujas imagens antes e após normalização são apresentados no Anexo D, são os seguintes: A21, A22, A23, A32.

6.4.1.4 IMAGENS ENVOLVENDO O RELEVO

Dois dos factores associados ao ordenamento do território envolvem o relevo, designadamente a visibilidade a partir de áreas urbanas (C2) e o declive do terreno (C3). Isto significa que a análise é feita a partir dum modelo digital do terreno de toda a área em estudo.



(a) não normalizado



(b) normalizado

Fig. 6.21 - Factor A23: não normalizado (a) e normalizado (b)

O modelo digital do terreno foi definido em imagem *raster* (isto é, cada célula da imagem *raster* possui uma altitude média da área que representa) a partir de dados vectoriais, neste caso curvas de nível. Os pontos cotados que definem as curvas de nível permitem desenvolver uma malha de triângulos irregular, normalmente denominada de TIN, através de uma triangulação de Delaunay. A partir da superfície representativa de cada triângulo, definida pelos seus três vértices, e projectando essa informação sobre a malha *raster* obtém-se a cota a atribuir a cada pixel, que será aquela que a superfície possui para o centro do pixel.

Por vezes, quando a superfície obtida apresenta arestas salientes motivadas pela insuficiência de curvas de nível, é usual proceder ao seu amaciamento através da aplicação de um filtro.

Obtido o modelo digital do terreno, podem processar-se os factores C2 e C3.

A imagem da visibilidade é calculada a partir das imagens da superfície do terreno e das áreas urbanas (pontos de vista), obtendo-se uma imagem a três valores (pontos de vista, áreas visíveis, áreas invisíveis).

Deve ser definida uma altura de observação igual a zero já que se pretende a visibilidade a partir do nível do solo. Por outro lado, foi definido um domínio de pesquisa de visibilidade de 1000 metros. A normalização do factor faz-se através

duma reclassificação, atribuindo-se o score máximo (255) às áreas invisíveis, 50% do score máximo (128) às áreas visíveis, e um score nulo para as áreas urbanas (pontos de vista).

A imagem do declive é calculada a partir da superfície do terreno, sendo depois normalizada através da aplicação dum curva *fuzzy* complexa (Figura 6.22) definida da seguinte forma:

- Declive (%) no intervalo [0 ; 10]: score representado por uma recta decrescente com valores no intervalo [255 ; 128];
- Declive (%) no intervalo]10 ; 15]: score representado por uma curva sigmoidal decrescente com valores no intervalo]128 ; 0];
- Declive superior a 15%: score = 0.

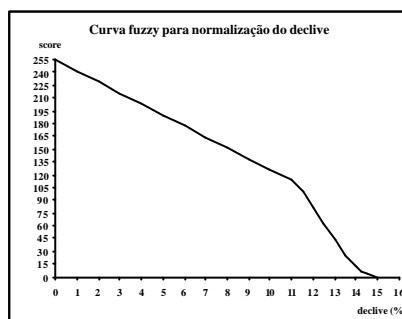


Fig. 6.22 - Curva *fuzzy* para normalização do declive

Na Figura 6.23 pode observar-se o fluxograma de operações para a preparação das imagens C2 e C3. As Figuras 6.24 e 6.25 mostram as imagens VISIBIL e C2, e DECLIVE e C3, correspondentes aos factores C2 e C3 antes e depois da normalização.

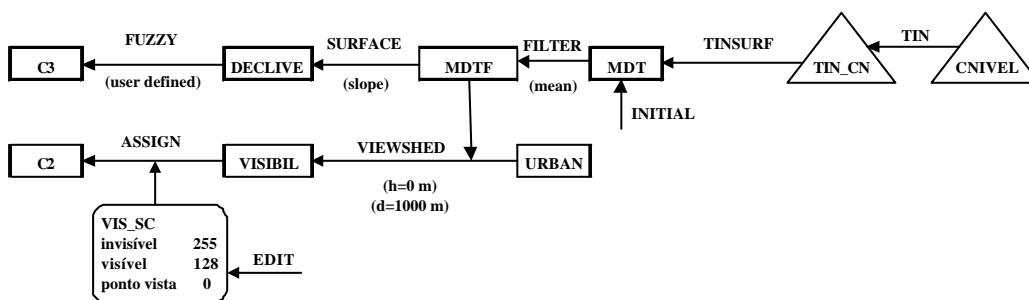


Fig. 6.23 - Fluxograma de preparação de imagens envolvendo o relevo

6.4.2 IMAGENS REFERENTES A EXCLUSÕES

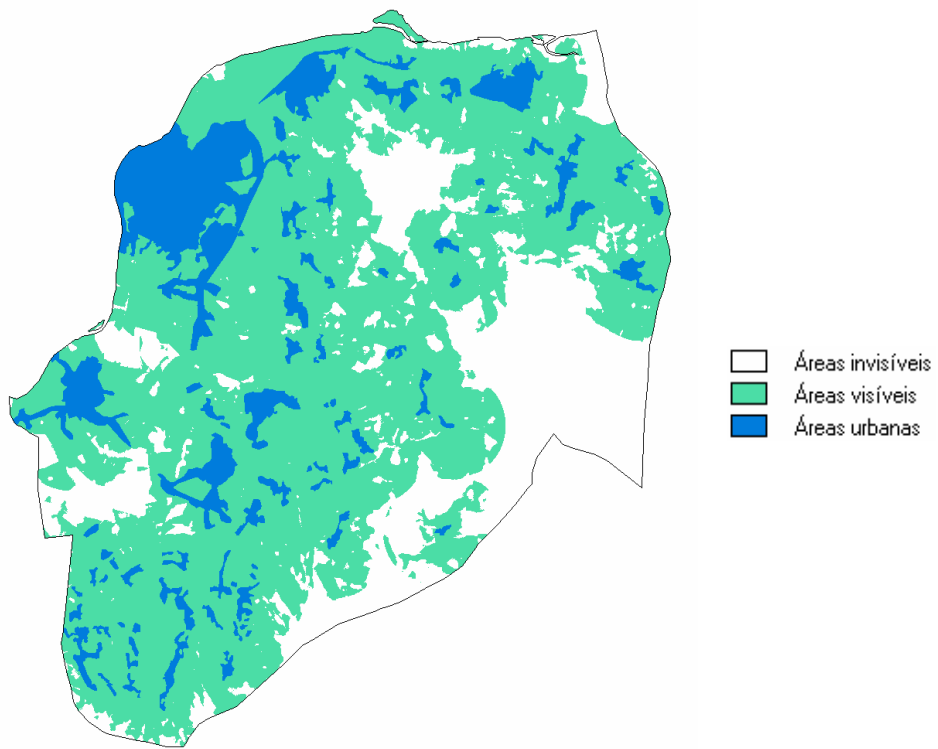
As imagens referentes a exclusões são obviamente imagens binárias, onde o valor nulo significa área a excluir (não considerada na análise) e o valor unitário significa área a incluir na análise.

As exclusões admitidas neste caso de estudo são de dois tipos: áreas envolvendo classes e áreas envolvendo faixas de protecção (*buffers*).

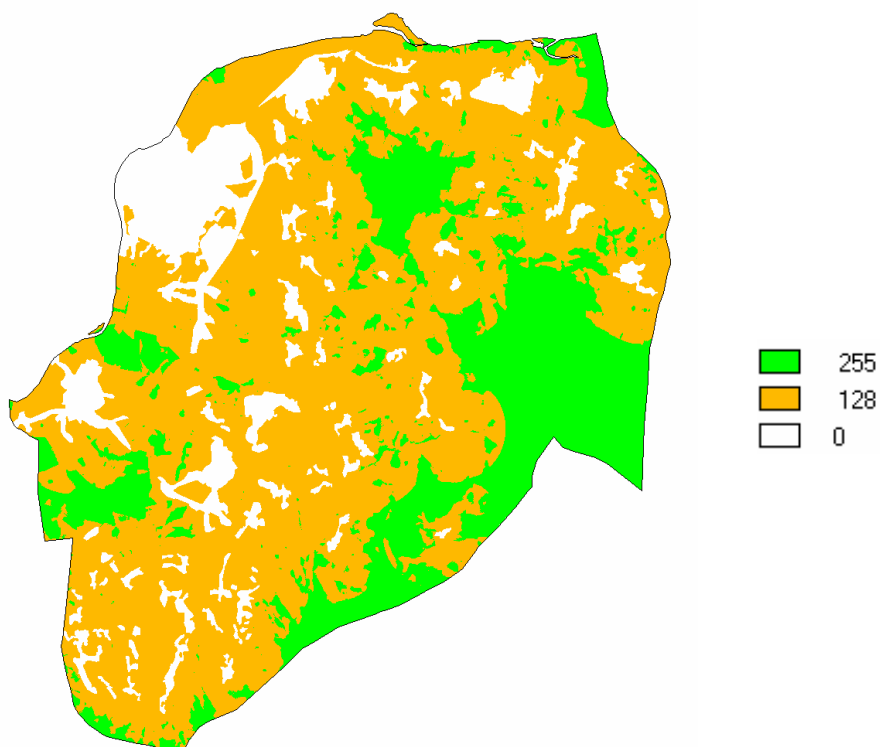
A preparação das imagens envolvendo classes é similar á do fluxograma da Figura 6.18. Incluem-se neste grupo as exclusões CE11, CE21 e CE22.

Por sua vez, a preparação das imagens envolvendo *buffers* (CE12, CE23, CE31, CE32, CE33) inicia-se com a conversão dos mapas vectoriais em imagens *raster*, após o que se aplica a função BUFFER, atribuindo-se o valor zero à área interior ao *buffer* e o valor unitário à área exterior ao *buffer*. Recorda-se que a função BUFFER é uma combinação constituída pela sequência das operações DISTANCE (distâncias a um pixel ou conjunto de pixels) e RECLASS (reclassificação dos valores dos pixels).

Na Figura 6.26 pode observar-se um exemplo típico de fluxograma de operações para a preparação da imagem numa exclusão envolvendo *buffers*, neste caso a exclusão CE31 (*buffer* de protecção à autoestrada).

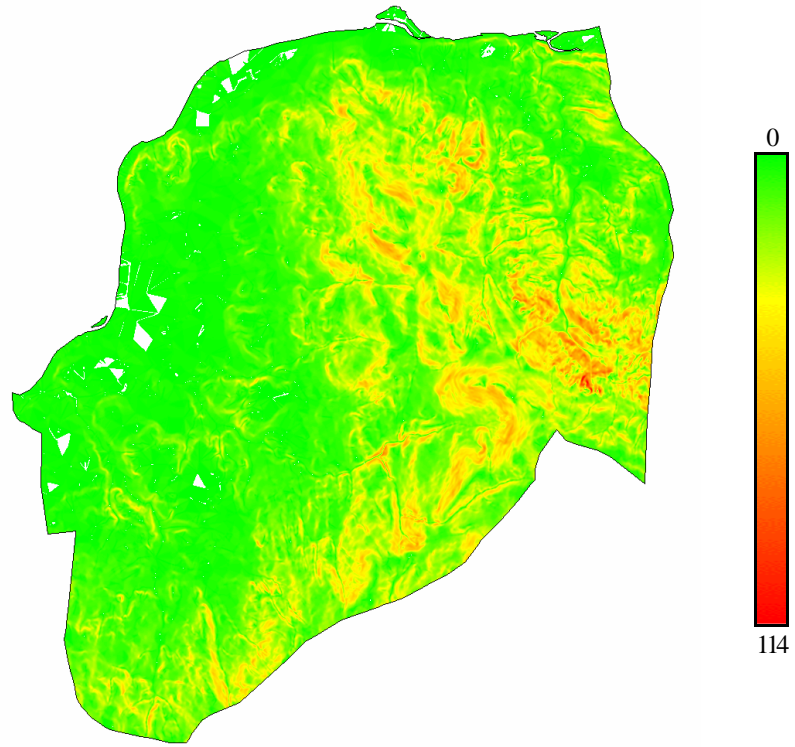


(a) não normalizado

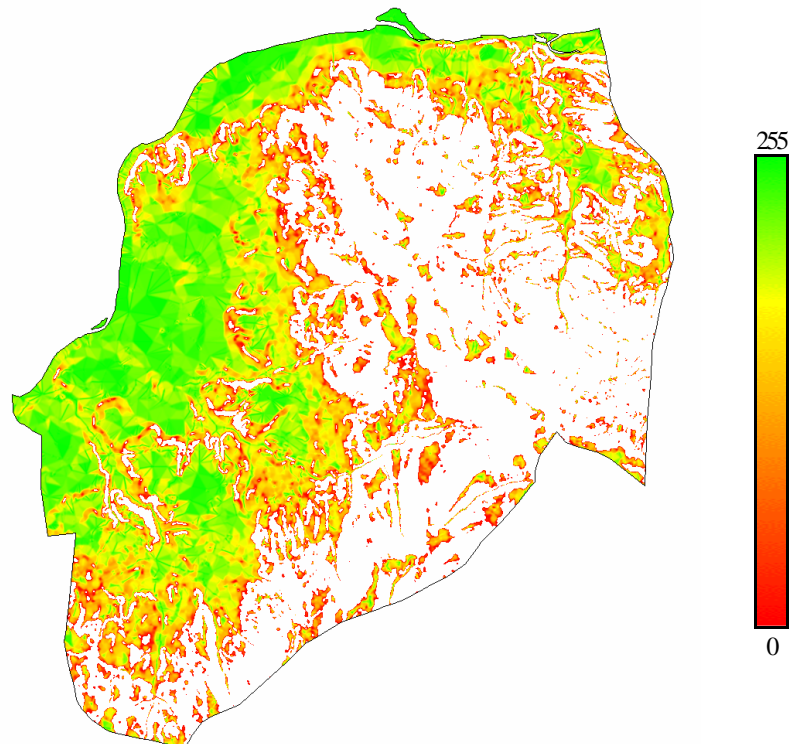


(b) normalizado

Fig. 6.24 - Factor C2: não normalizado (a) e normalizado (b)



(a) não normalizado



(b) normalizado

Fig. 6.25 - Factor C3: não normalizado (a) e normalizado (b)

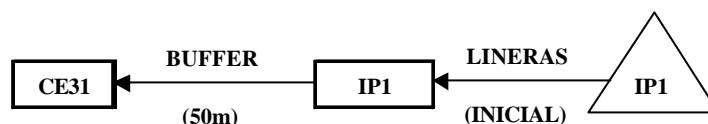


Fig. 6.26 - Fluxograma de preparação de imagem envolvendo *buffers*

Para a mesma exclusão CE31, podem observar-se na Figura 6.27 as imagens IP1 e CE31 correspondentes ao mapa da autoestrada antes e após a aplicação do buffer.

No Anexo D são apresentadas as imagens de todas as exclusões: CE11, CE12, CE21, CE22, CE23, CE31, CE32 e CE33.

6.5 CENÁRIOS DE AVALIAÇÃO

6.5.1 INTRODUÇÃO

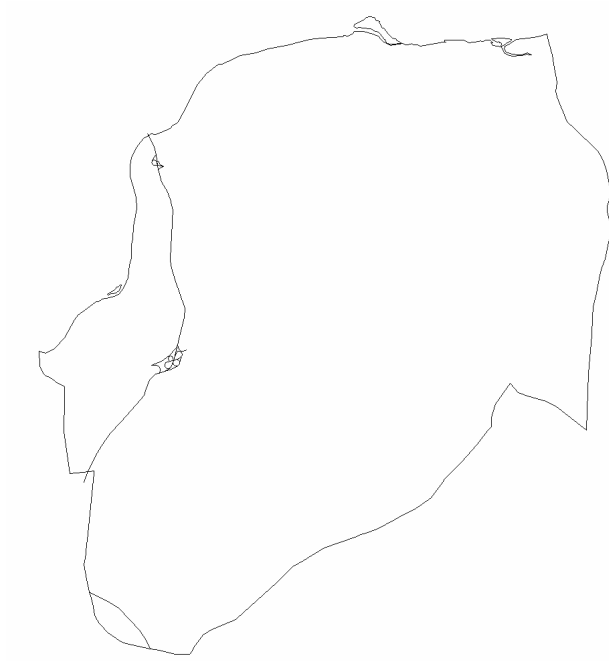
O objectivo deste subcapítulo é a utilização dos procedimentos de agregação *Weighted Linear Combination* (WLC) e *Ordered Weighted Average* (OWA), no sentido de obter um conjunto de cenários de avaliação de aptidão do solo para a localização de indústrias.

A quantidade de opções possíveis na definição de cenários é teoricamente infinita, considerando diferentes combinações de pesos (de critérios ou *order weights*), e diferentes combinações do uso de OWA e WLC nos diferentes níveis de critérios. Neste quadro, optou-se por um conjunto de cenários com significado do ponto de vista do seu interesse prático, no contexto da realidade municipal de Valença.

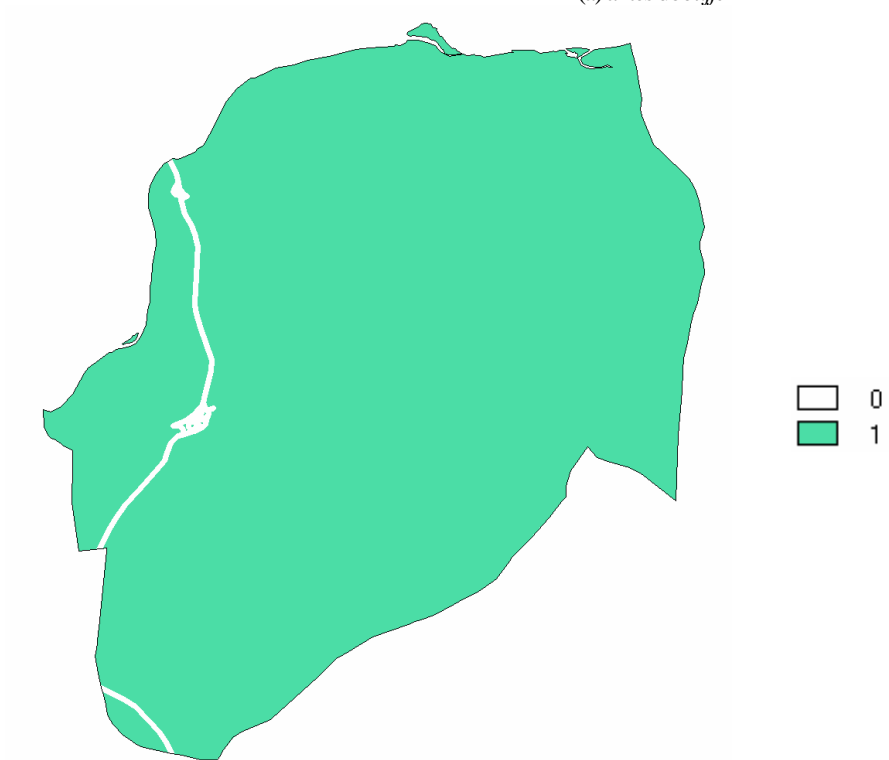
Assim, consideram-se as seguintes linhas de orientação de acordo com o nível dos critérios (ver Quadro 6.4):

- 3º nível

Combinação dos factores através do procedimento WLC, considerando os pesos respectivos.



(a) antes do *buffer*



(b) depois do *buffer*

Fig. 6.27 - Exclusão CE31: antes do *buffer* (a) e depois do *buffer* (b)

- 2º nível

Combinação das imagens resultantes da agregação do 3º nível através do procedimento OWA, para cada um dos grandes grupos de critérios: associados à actividade industrial (A); associados a opções administrativas e sócio-económicas (B); e associados ao ordenamento do território (C).

São simulados seis cenários para cada grupo de critérios, correspondendo a diferentes níveis de risco e *trade-off* (ditos pontos de decisão), de acordo com a Figura 6.28.

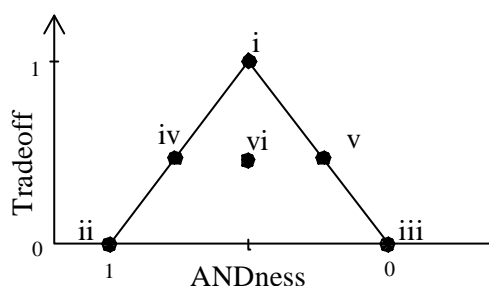


Fig. 6.28 - Pontos de decisão

Pode observar-se que os 6 cenários têm as seguintes características:

- i: risco neutro, máximo *trade-off*;
- ii: risco mínimo (pessimista), sem *trade-off*;
- iii: risco máximo (optimista), sem *trade-off*;
- iv: baixo risco, *trade-off* parcial;
- v: alto risco, *trade-off* parcial;
- vi: risco neutro, *trade-off* parcial;

- 1º nível

Combinação dos resultados da agregação do 2º nível, através do procedimento WLC, usando dois conjuntos de pesos e duas combinações de cenários do 2º nível, num total de 4 cenários finais.

6.5.2. COMBINAÇÃO DE CRITÉRIOS DO 3º NÍVEL (WLC)

A combinação das imagens correspondentes ao 3º nível dá origem às imagens A1, A2, A3, A4, A5, B1, B2 e B3 (ver Quadro 6.4).

A Figura 6.29 mostra, a título de exemplo, o módulo do IDRISI que permite fazer a combinação WLC das imagens representativas dos factores A51, A52, A53, A54 e A55 para dar origem à imagem A5.

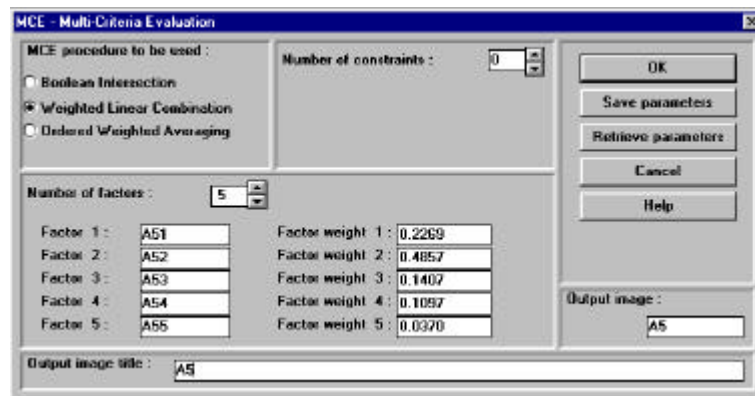


Fig. 6.29 - Combinação WLC de critérios: 3º nível (A5)

Apresentam-se nas Figuras 6.30 a 6.40 as 11 imagens correspondentes ao 2º nível, isto é, as imagens resultantes da agregação do 3º nível.

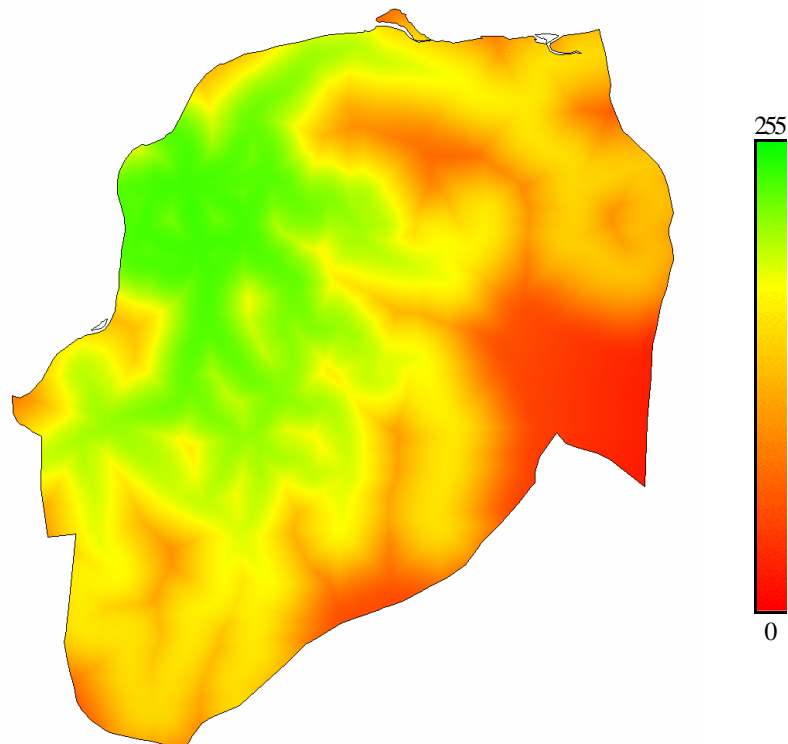


Fig. 6.30 - Imagem A1

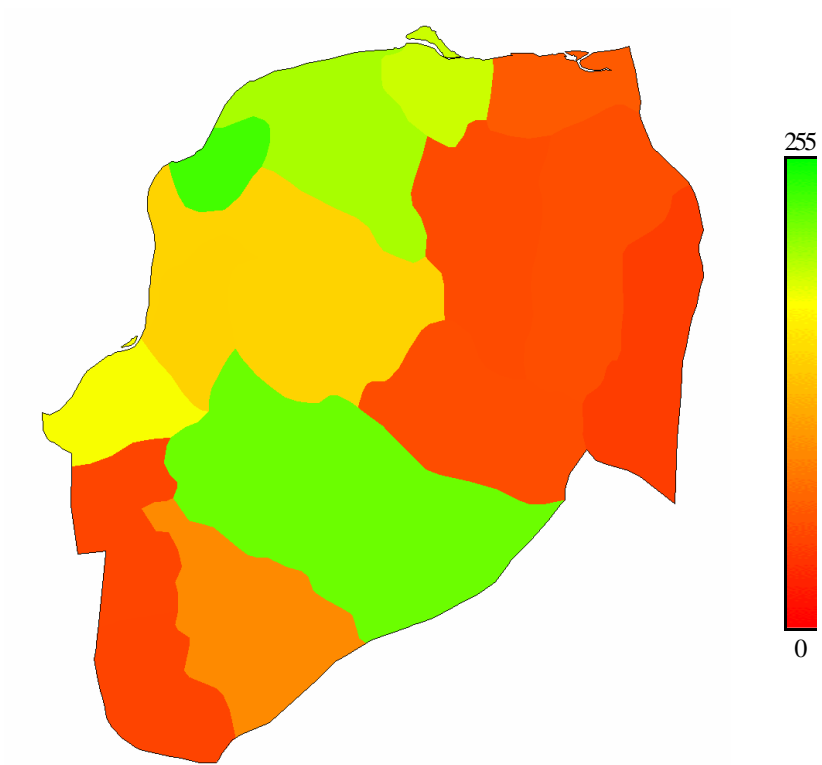


Fig. 6.31 - Imagem A2

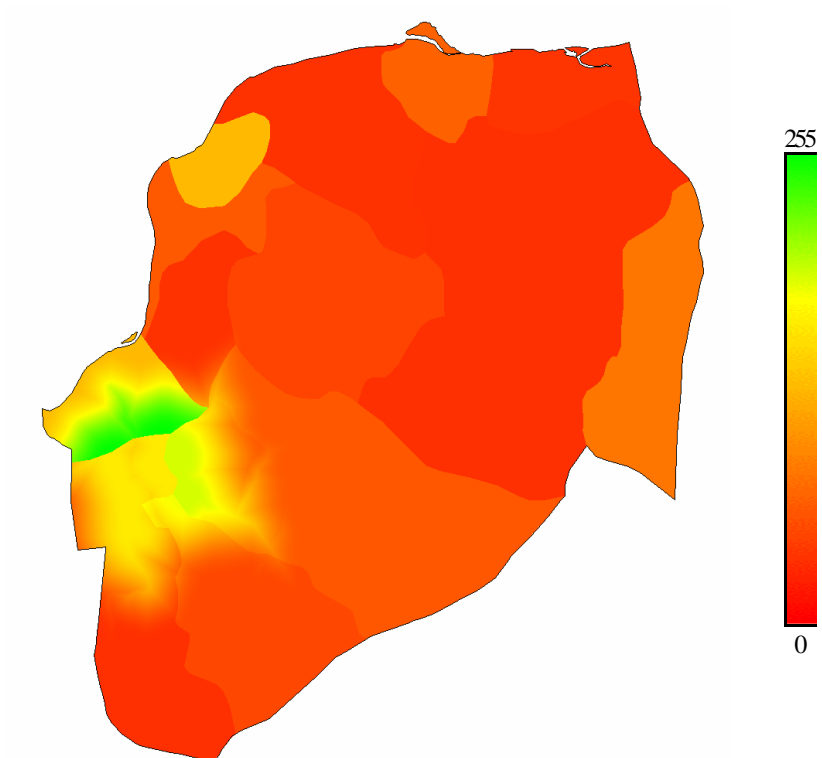


Fig. 6.32 - Imagem A3

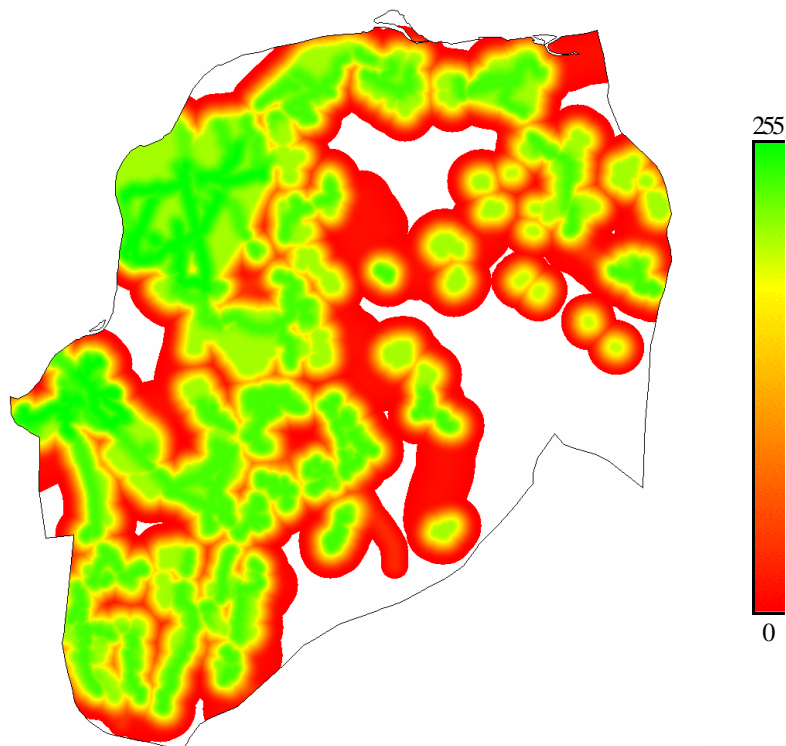


Fig. 6.33 - Imagem A4

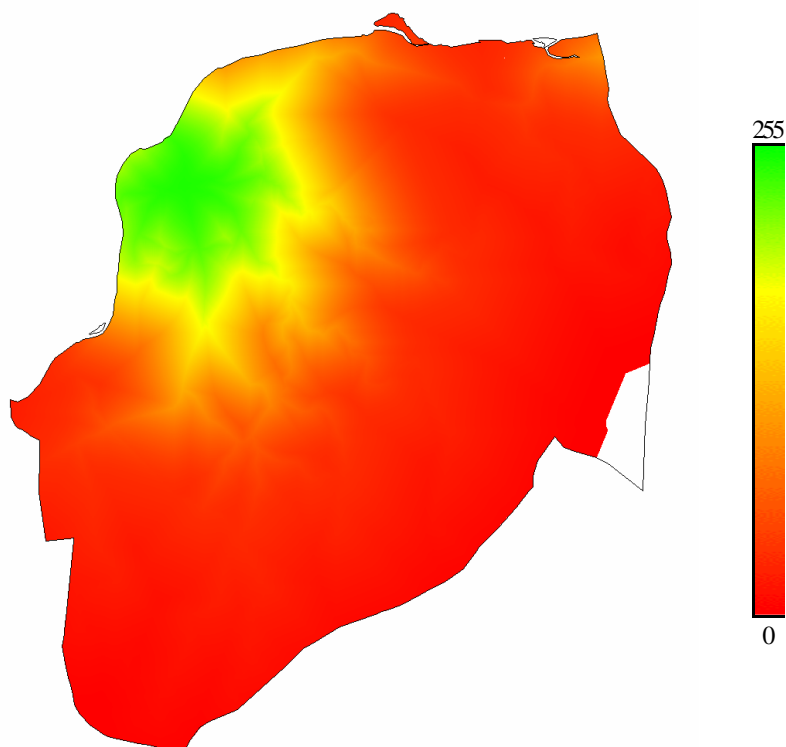


Fig. 6.34 - Imagem A5

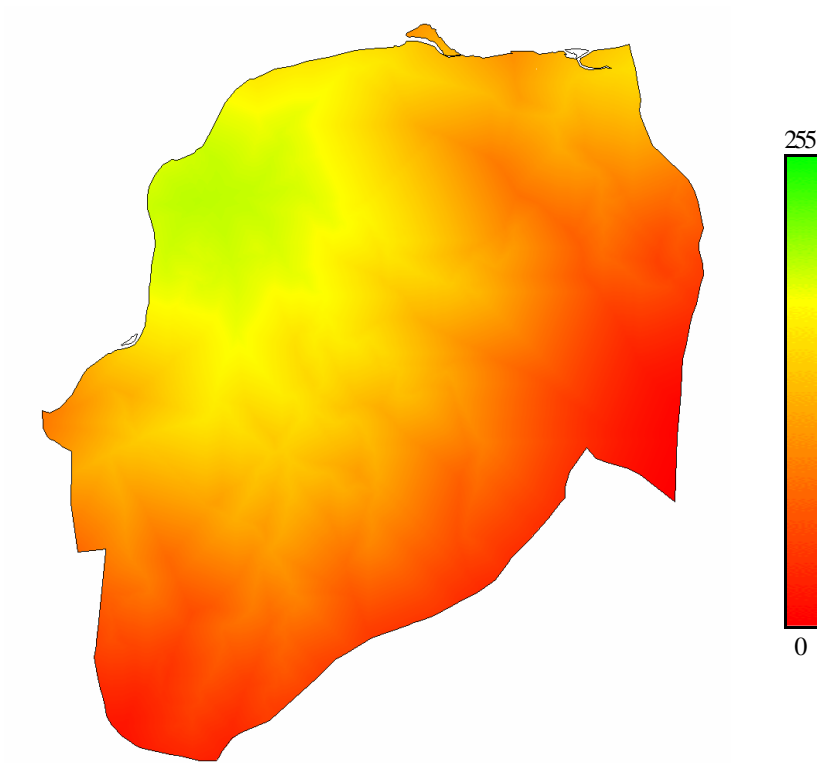


Fig. 6.35 - Imagem B1

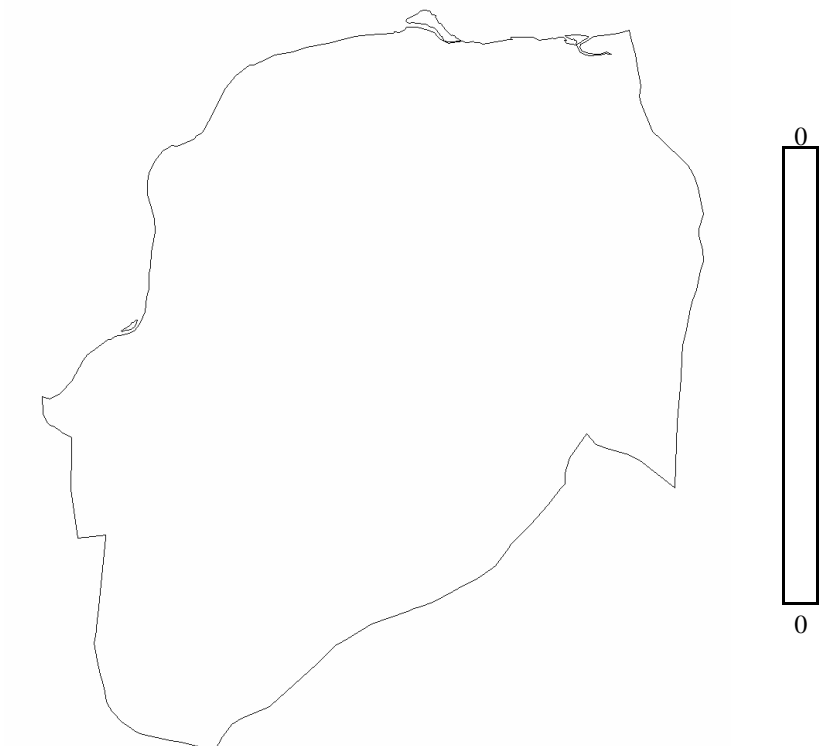


Fig. 6.36 - Imagem B2

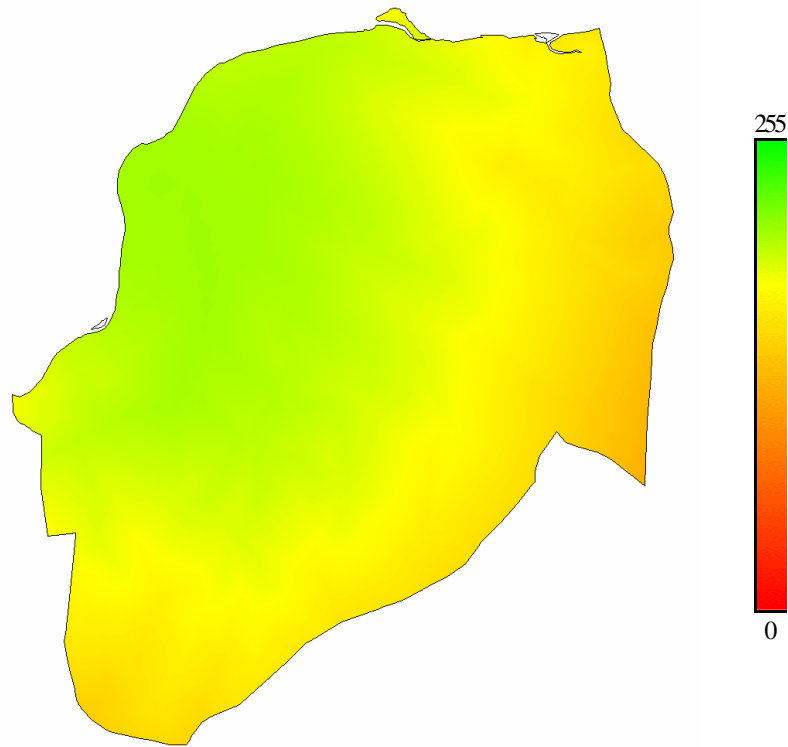


Fig. 6.37 - Imagem B3

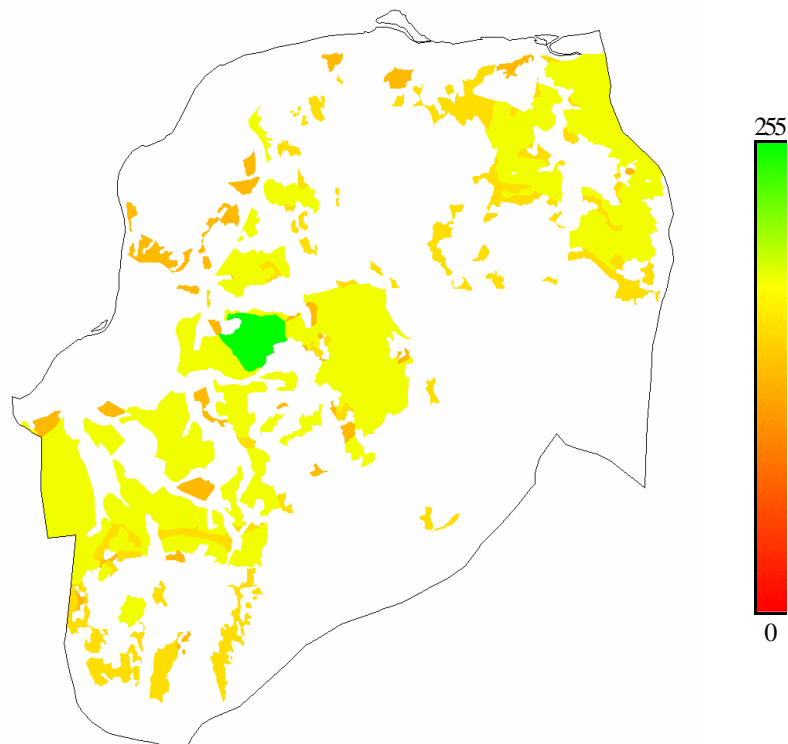


Fig. 6.38 - Imagem C1

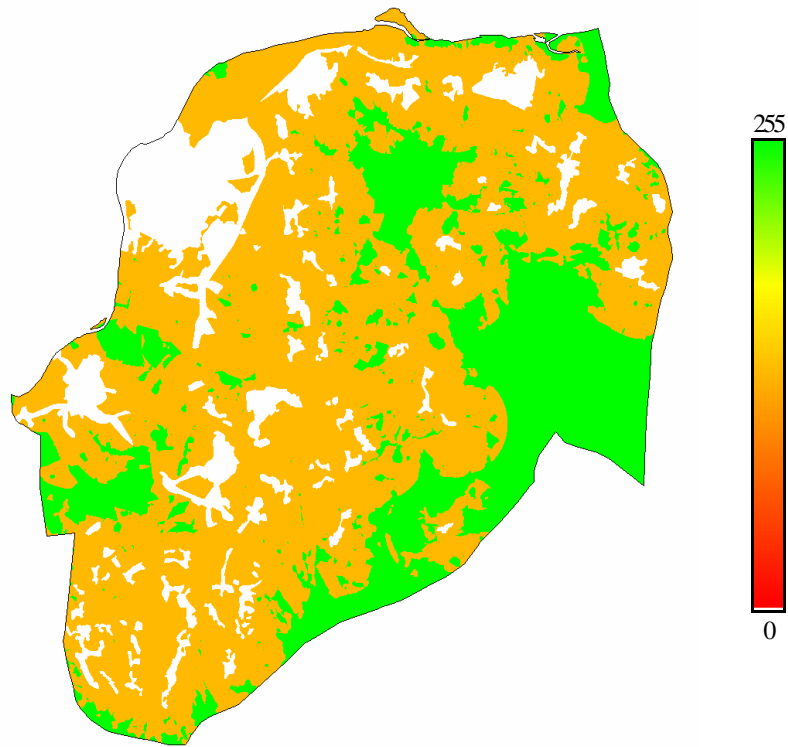


Fig. 6.39 - Imagem C2

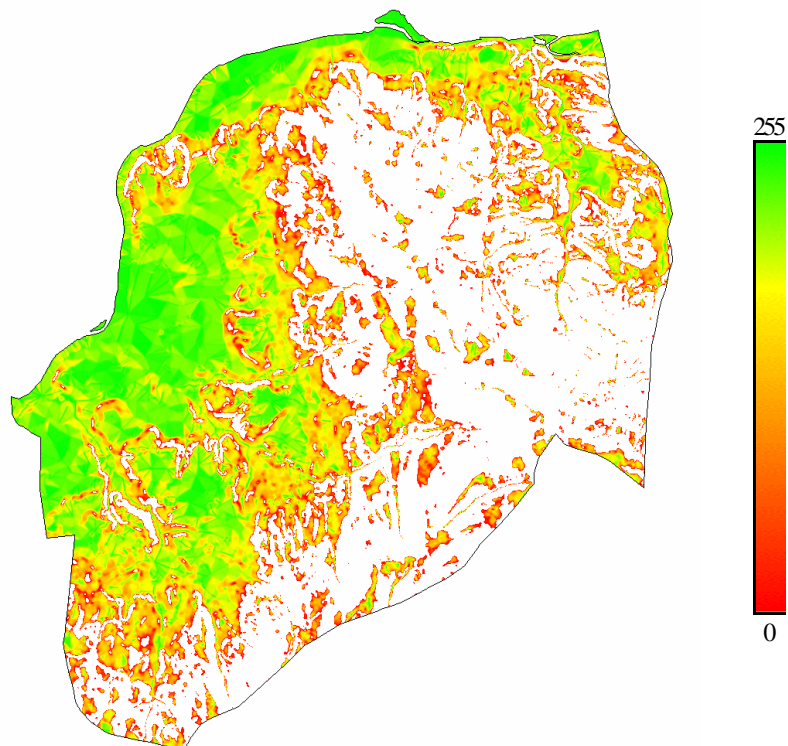


Fig. 6.40 - Imagem C3

6.5.3 COMBINAÇÃO DE CRITÉRIOS DO 2º NÍVEL (OWA)

A combinação das imagens correspondentes ao 2º nível dá origem às imagens A, B e C. Para cada grupo (A, B, C) foram simulados seis cenários (i, ii,...,vi), através do procedimento OWA, cujas características se apresentam nos Quadros 6.6, 6.7 e 6.8.

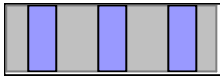


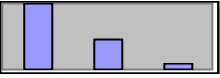
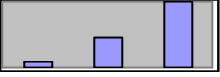

Quadro 6.6 - Cenários de avaliação: 2º nível, grupo de factores A

Cenário	<i>Order weights</i>		ANDness	Tradeoff	Tipo de avaliação
Ai	[0.20 0.20 0.20 0.20 0.20]		0.50	1.00	Risco neutro Máximo <i>trade-off</i>
Aii	[1.00 0.00 0.00 0.00 0.00]		1.00	0.00	Risco mínimo (pessimista) Sem <i>trade-off</i>
Aiii	[0.00 0.00 0.00 0.00 1.00]		0.00	0.00	Risco máximo (optimista) Sem <i>trade-off</i>
Aiv	[0.55 0.25 0.10 0.05 0.05]		0.80	0.53	Baixo risco <i>Trade-off</i> parcial
Av	[0.05 0.05 0.10 0.25 0.55]		0.20	0.53	Alto risco <i>Trade-off</i> parcial
Avi	[0.05 0.15 0.60 0.15 0.05]		0.50	0.49	Risco neutro <i>Trade-off</i> parcial

Quadro 6.7 - Cenários de avaliação: 2º nível, grupo de factores B

Cenário	<i>Order weights</i>		ANDness	Tradeoff	Tipo de avaliação
Bi	[0.33 0.33 0.33]		0.50	1.00	Risco neutro Máximo <i>trade-off</i>
Bii	[1.00 0.00 0.00]		1.00	0.00	Risco mínimo (pessimista) Sem <i>trade-off</i>
Biii	[0.00 0.00 1.00]		0.00	0.00	Risco máximo (optimista) Sem <i>trade-off</i>
Biv	[0.65 0.30 0.05]		0.80	0.48	Baixo risco <i>Trade-off</i> parcial
Bv	[0.05 0.30 0.65]		0.20	0.48	Alto risco <i>Trade-off</i> parcial
Bvi	[0.15 0.70 0.15]		0.50	0.45	Risco neutro <i>Trade-off</i> parcial

Quadro 6.8 - Cenários de avaliação: 2º nível, grupo de factores C

Cenário	Order weights		ANDness	Tradeoff	Tipo de avaliação
Ci	[0.33 0.33 0.33]		0.50	1.00	Risco neutro Máximo <i>trade-off</i>
Cii	[1.00 0.00 0.00]		1.00	0.00	Risco mínimo (pessimista) Sem <i>trade-off</i>
Ciii	[0.00 0.00 1.00]		0.00	0.00	Risco máximo (optimista) Sem <i>trade-off</i>
Civ	[0.65 0.30 0.05]		0.80	0.48	Baixo risco <i>Trade-off</i> parcial
Cv	[0.05 0.30 0.65]		0.20	0.48	Alto risco <i>Trade-off</i> parcial
Cvi	[0.15 0.70 0.15]		0.50	0.45	Risco neutro <i>Trade-off</i> parcial

A Figura 6.41 mostra, a título de exemplo, o módulo do IDRISI que permite fazer a combinação OWA das imagens A1, A2, A3, A4 e A5 para dar origem ao cenário Aiv (baixo risco, *trade-off* parcial).

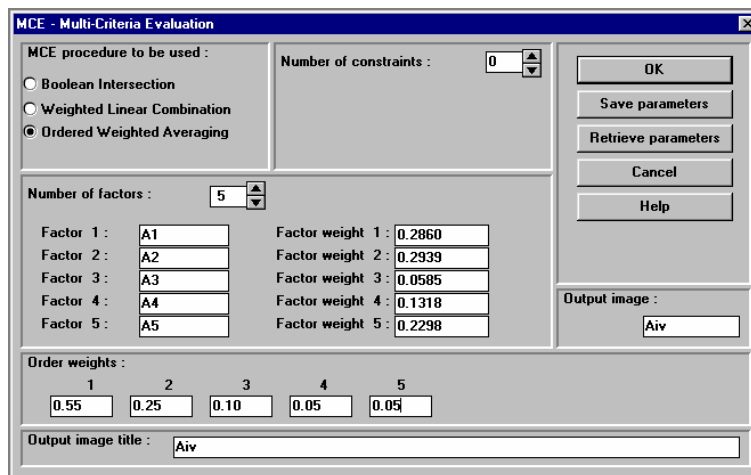


Fig. 6.41 - Cálculo OWA do cenário Aiv

As imagens resultantes dos dezoito cenários simulados são apresentadas nas Figuras 6.42 a 6.59. Por sua vez, os histogramas de frequência respectivos são apresentados nas Figuras 6.60 a 6.62.

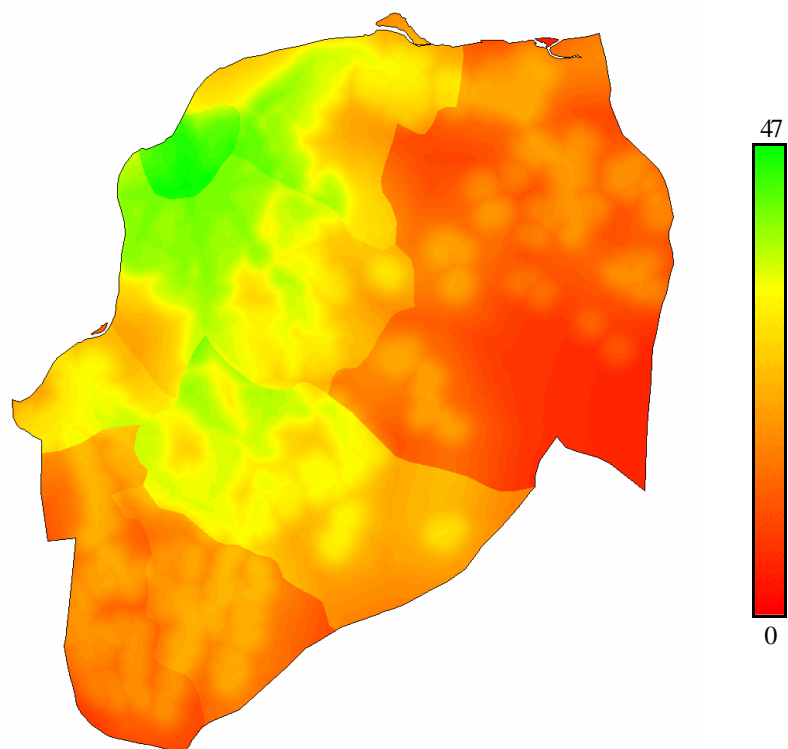


Fig. 6.42 - Imagem do cenário Ai

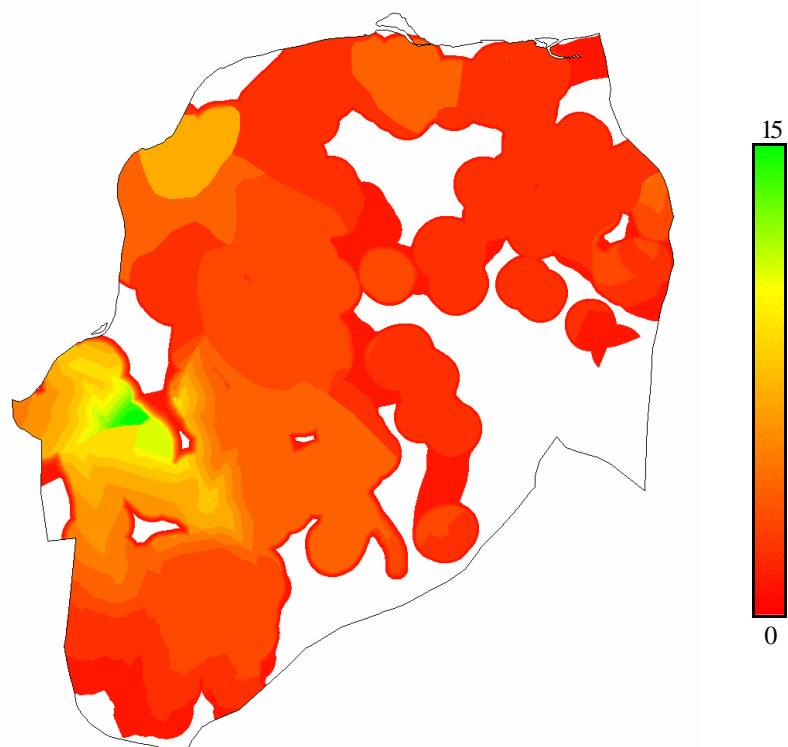


Fig. 6.43 - Imagem do cenário Aii

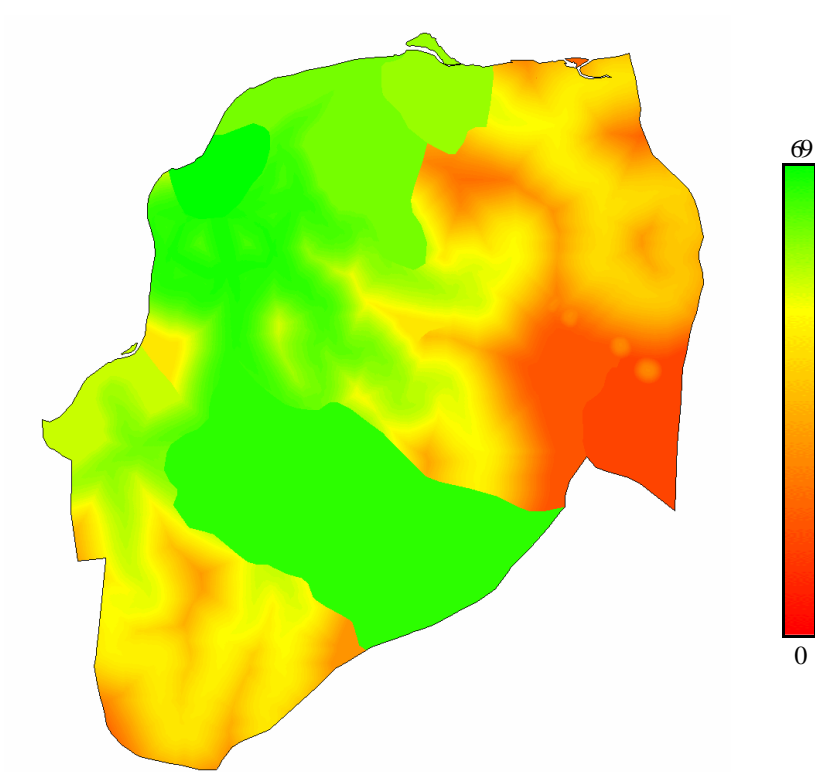


Fig. 6.44 - Imagem do cenário Aiii

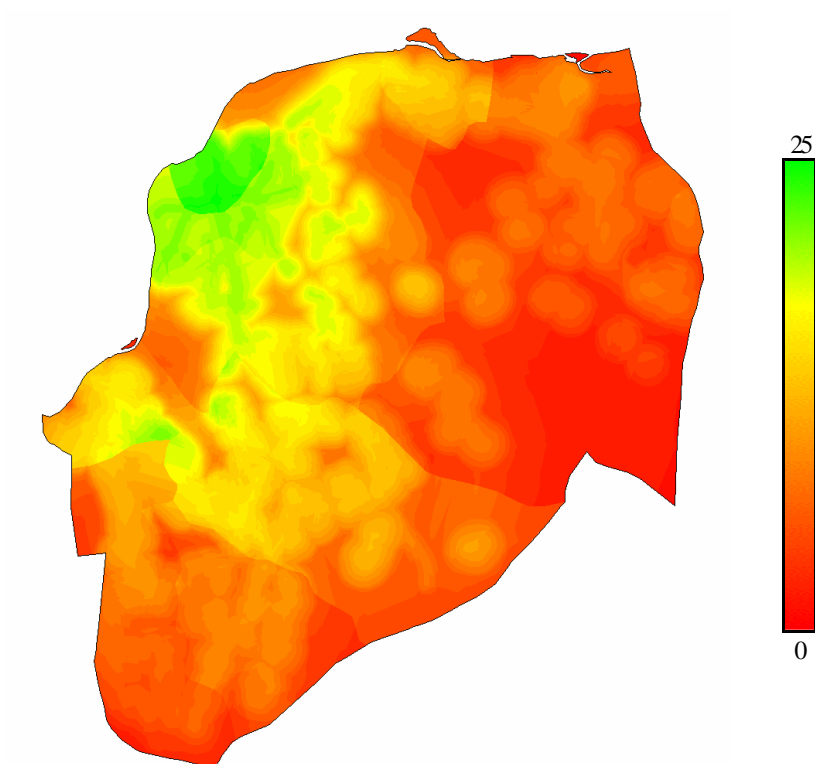


Fig. 6.45 - Imagem do cenário Aiv

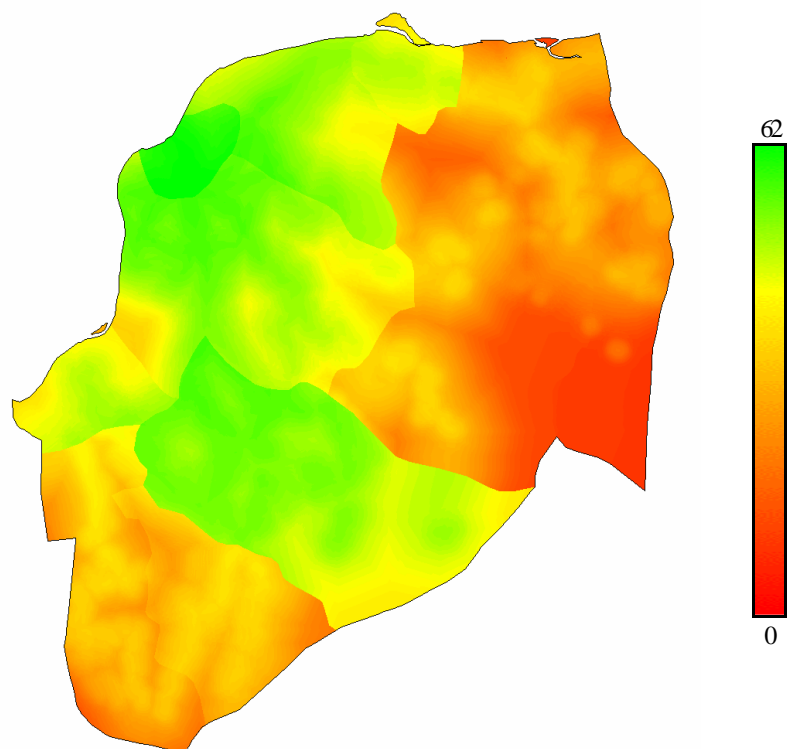


Fig. 6.46 - Imagem do cenário Av

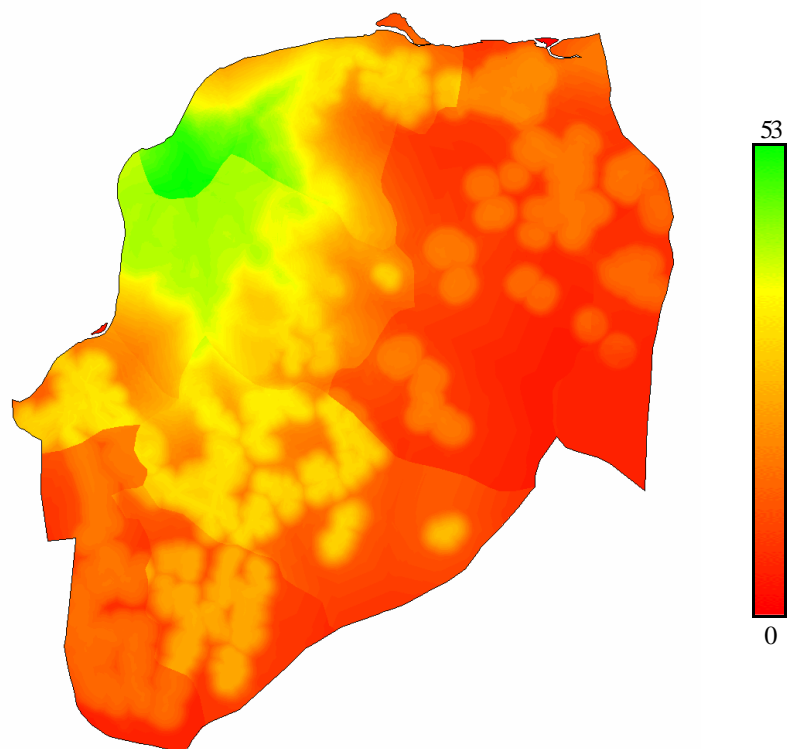


Fig. 6.47 - Imagem do cenário Avi

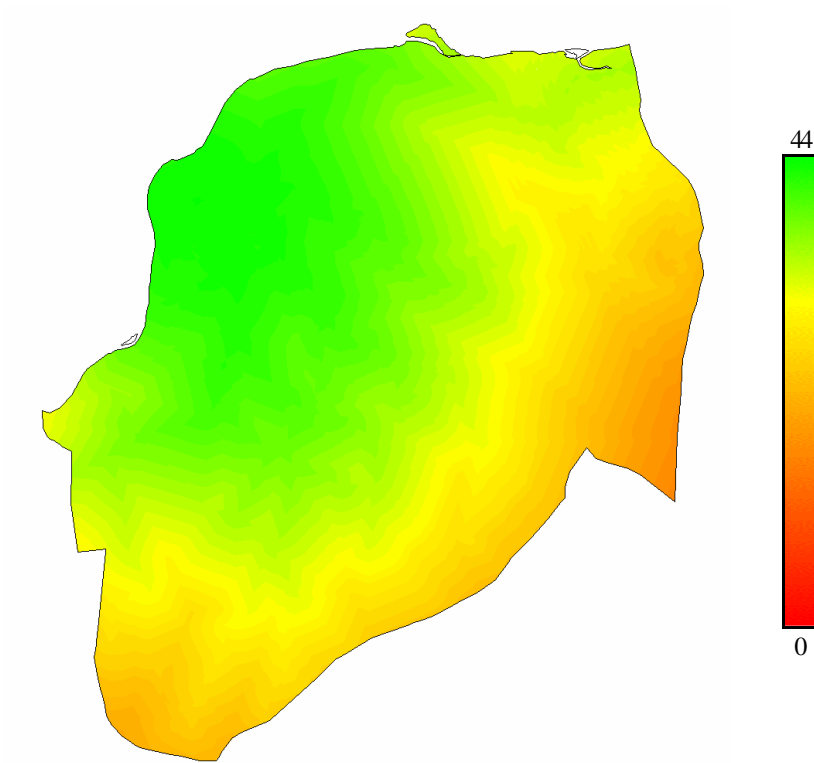


Fig. 6.48 - Imagem do cenário B i

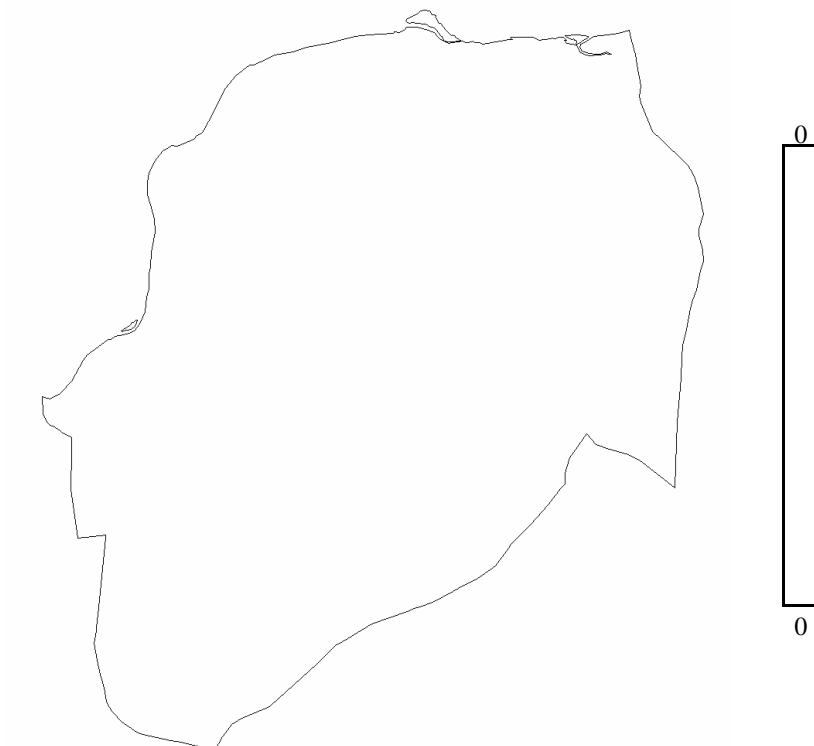


Fig. 6.49 - Imagem do cenário B ii

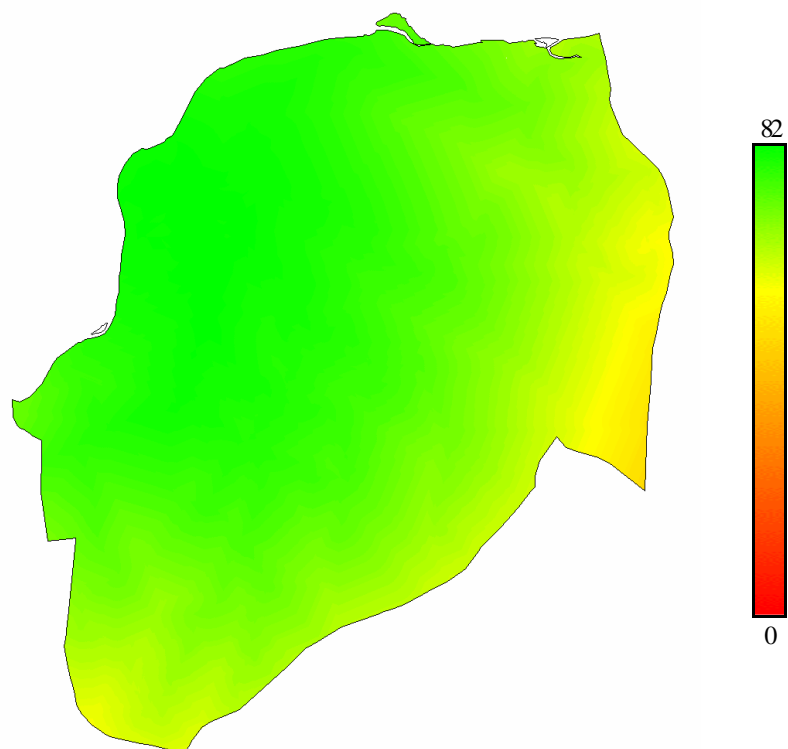


Fig. 6.50 - Imagem do cenário Biii

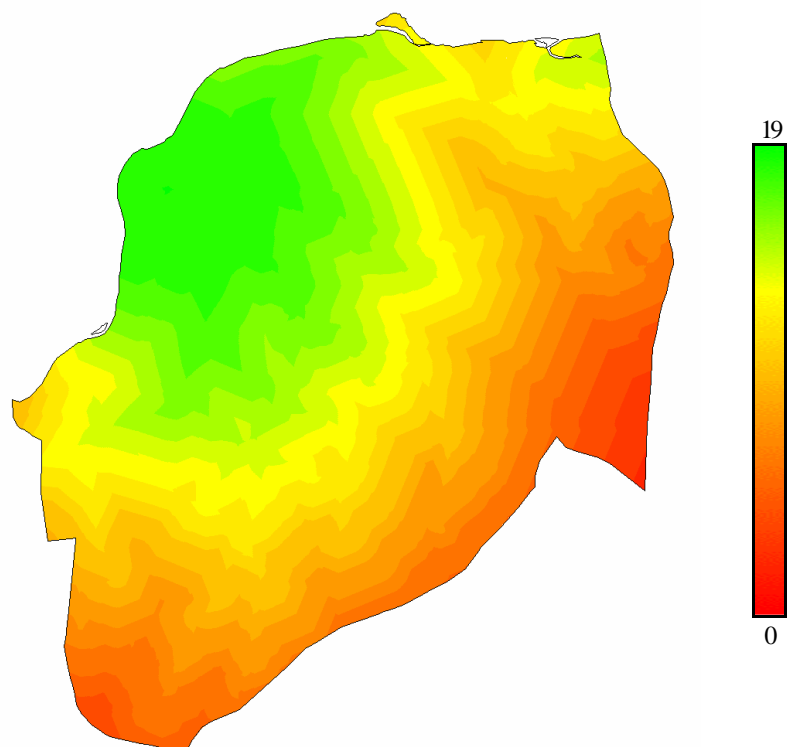


Fig. 6.51 - Imagem do cenário Biv

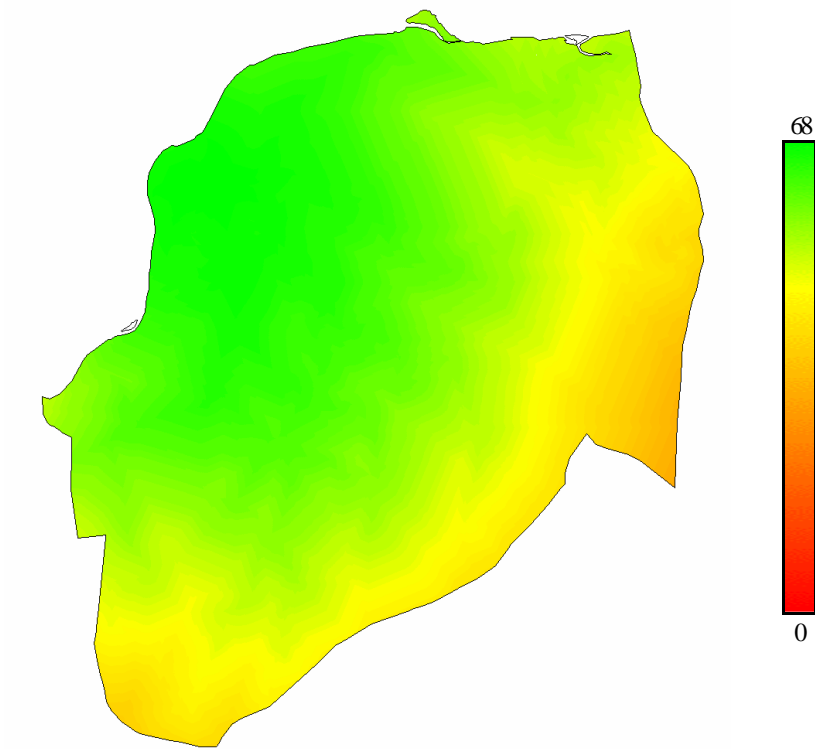


Fig. 6.52 - Imagem do cenário Bv

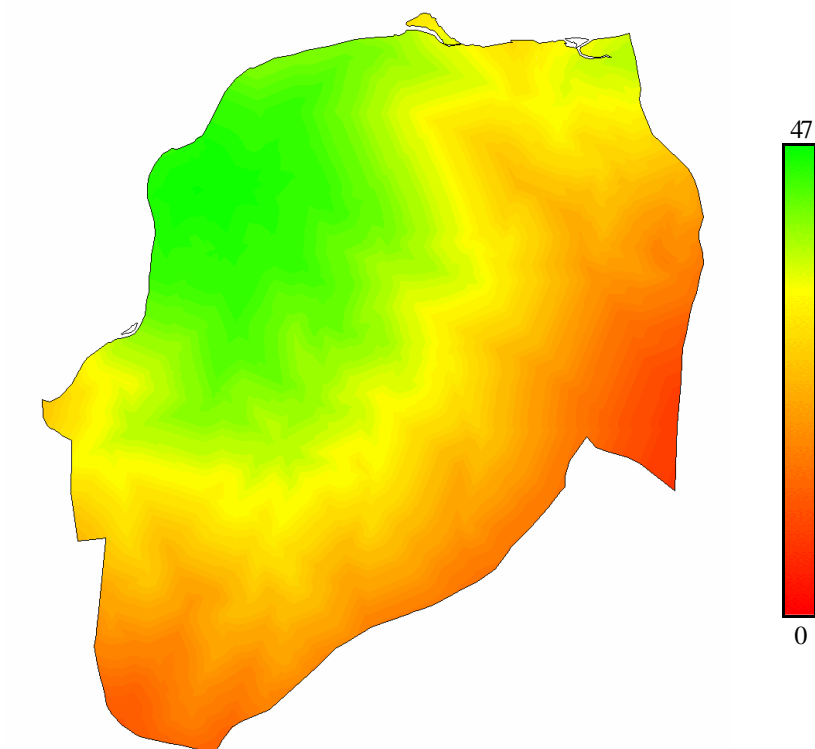


Fig. 6.53 - Imagem do cenário Bvi

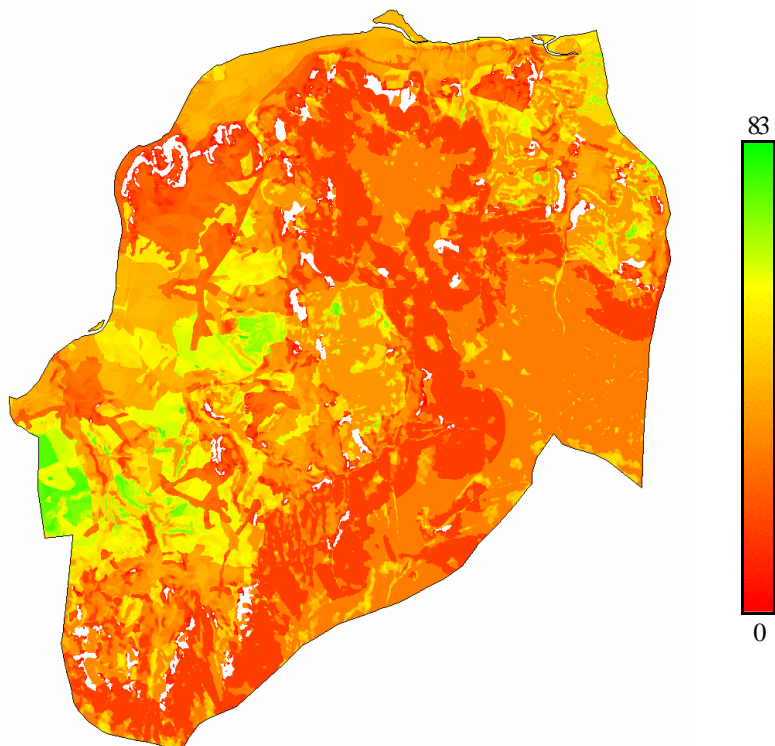


Fig. 6.54 - Imagem do cenário Ci

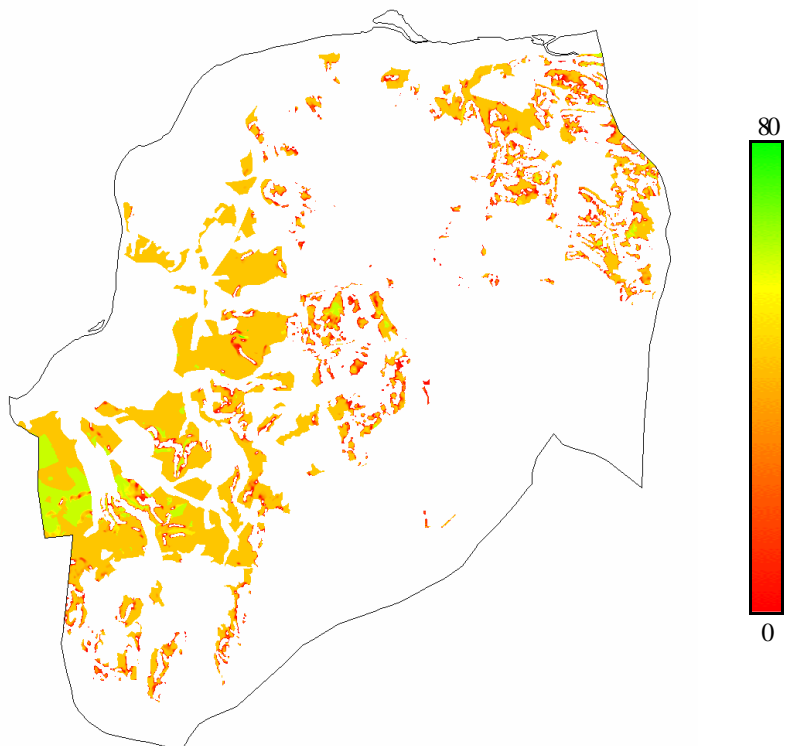


Fig. 6.55 - Imagem do cenário Cii

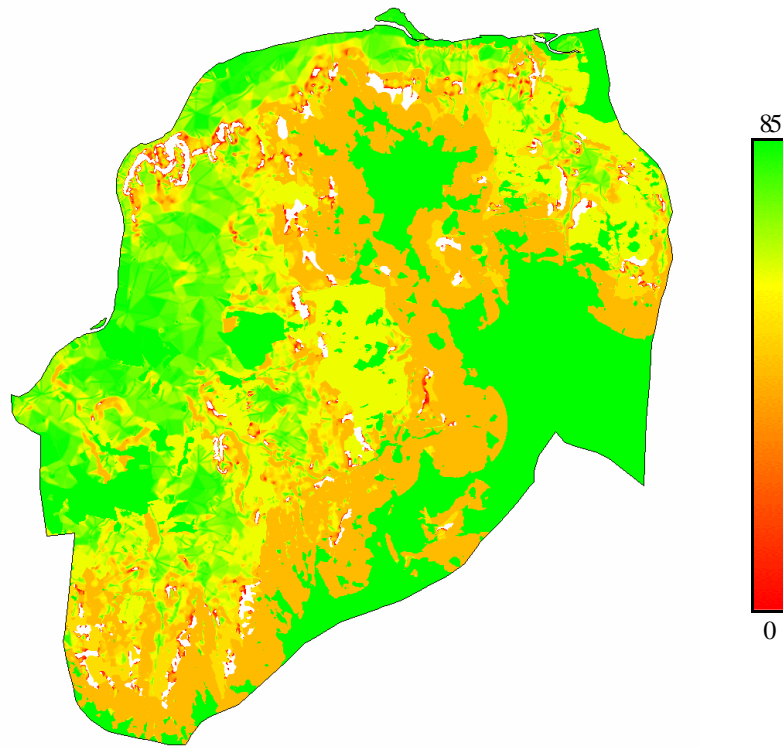


Fig. 6.56 - Imagem do cenário Ciii

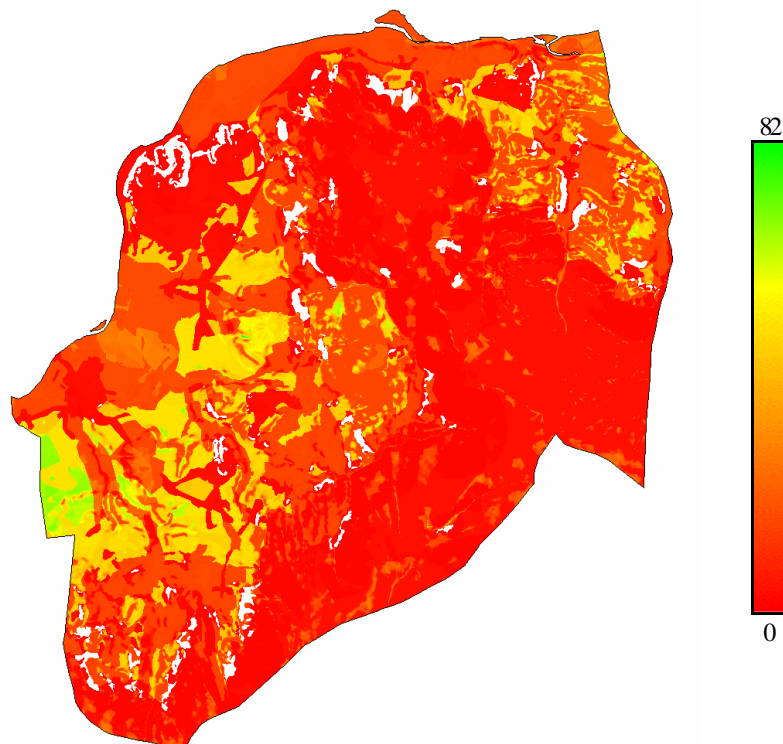


Fig. 6.57 - Imagem do cenário Civ

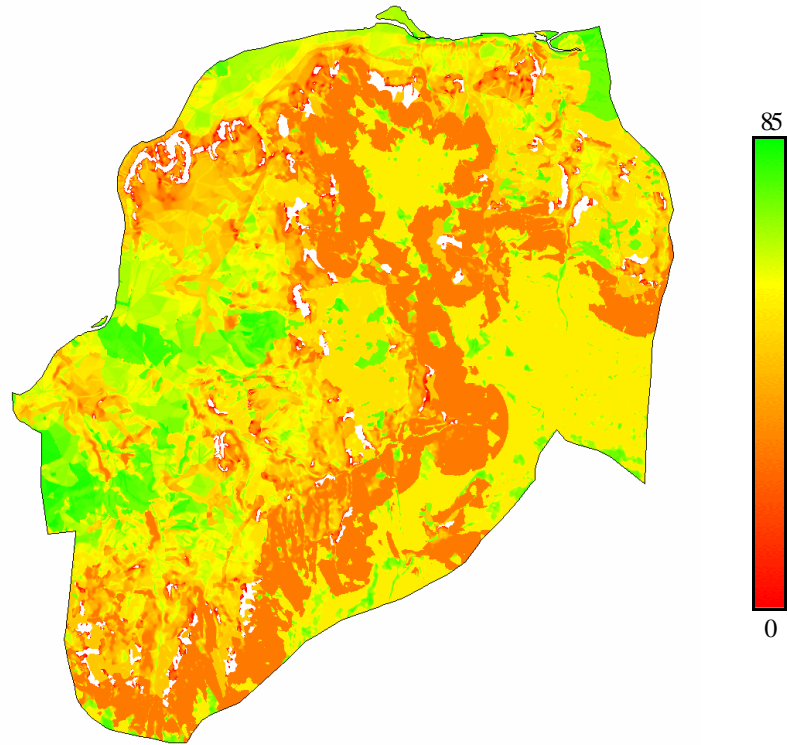


Fig. 6.58 - Imagem do cenário Cv

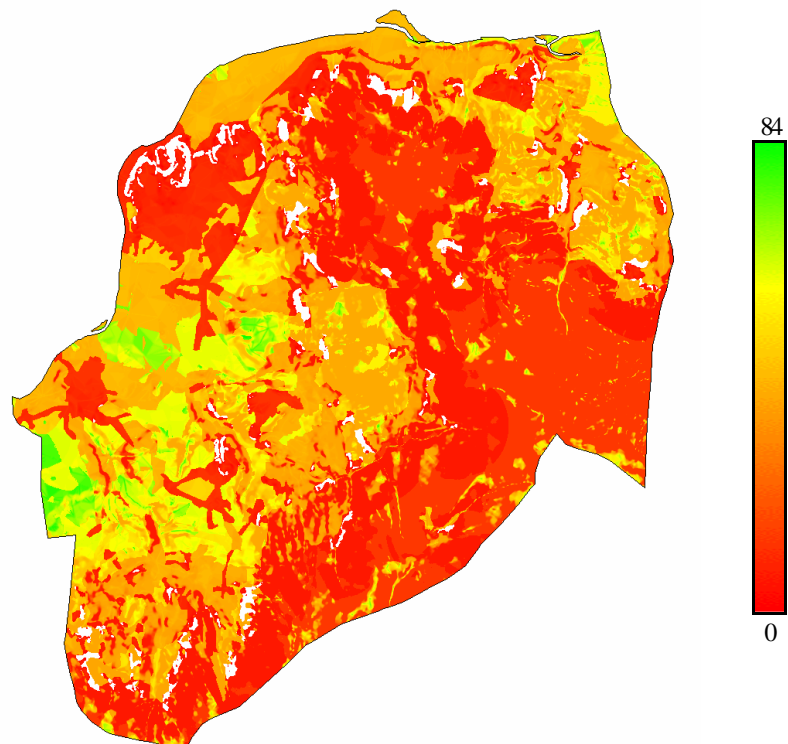


Fig. 6.59 - Imagem do cenário Cvi

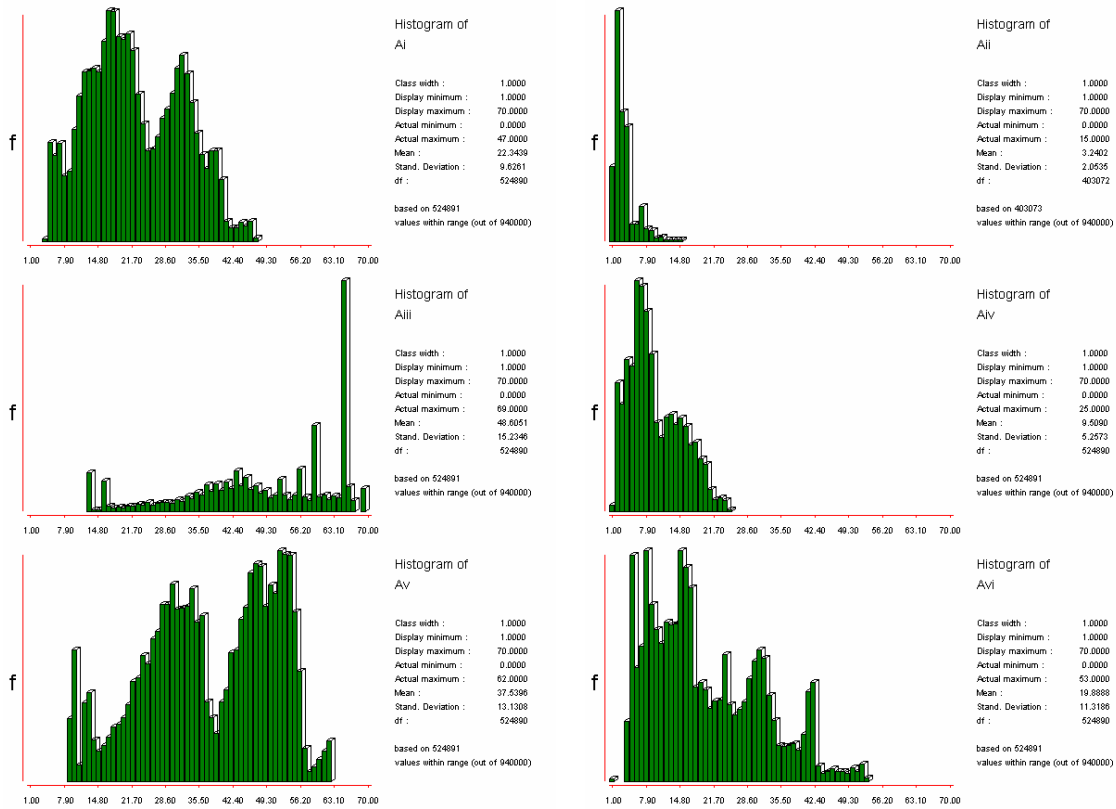


Fig. 6.60 - Histograma de frequências: cenários do grupo de factores A

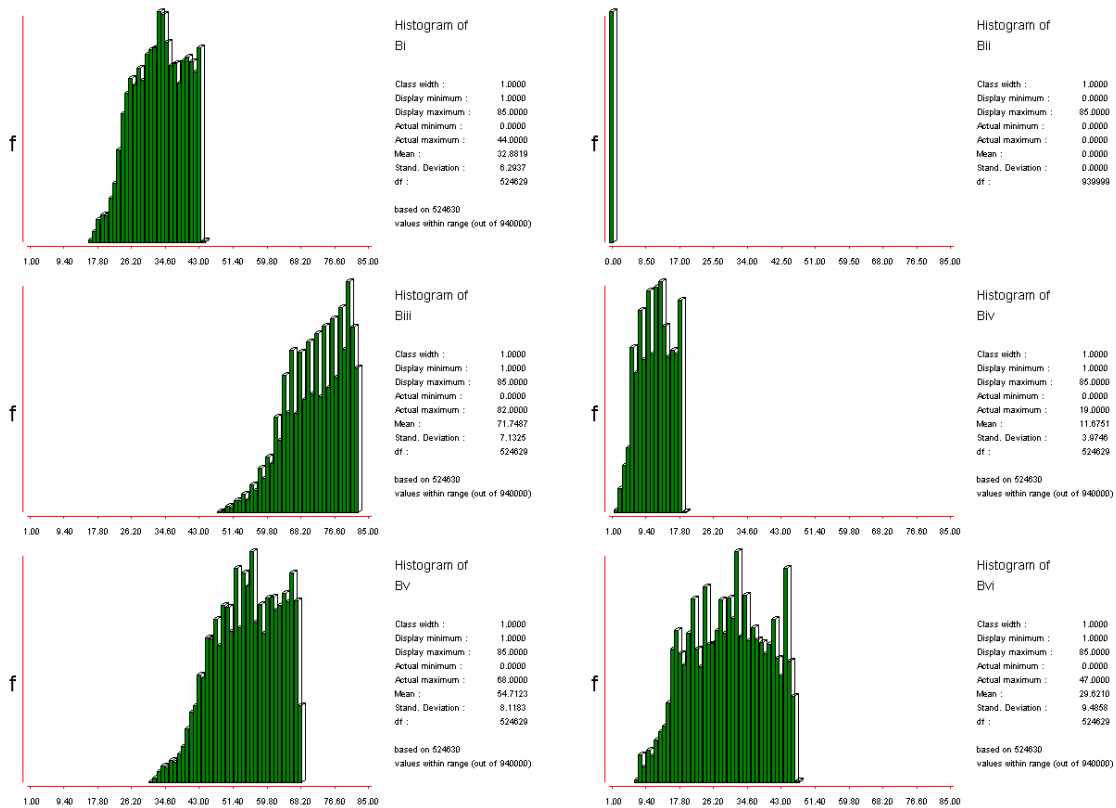


Fig. 6.61 - Histograma de frequências: cenários do grupo de factores B

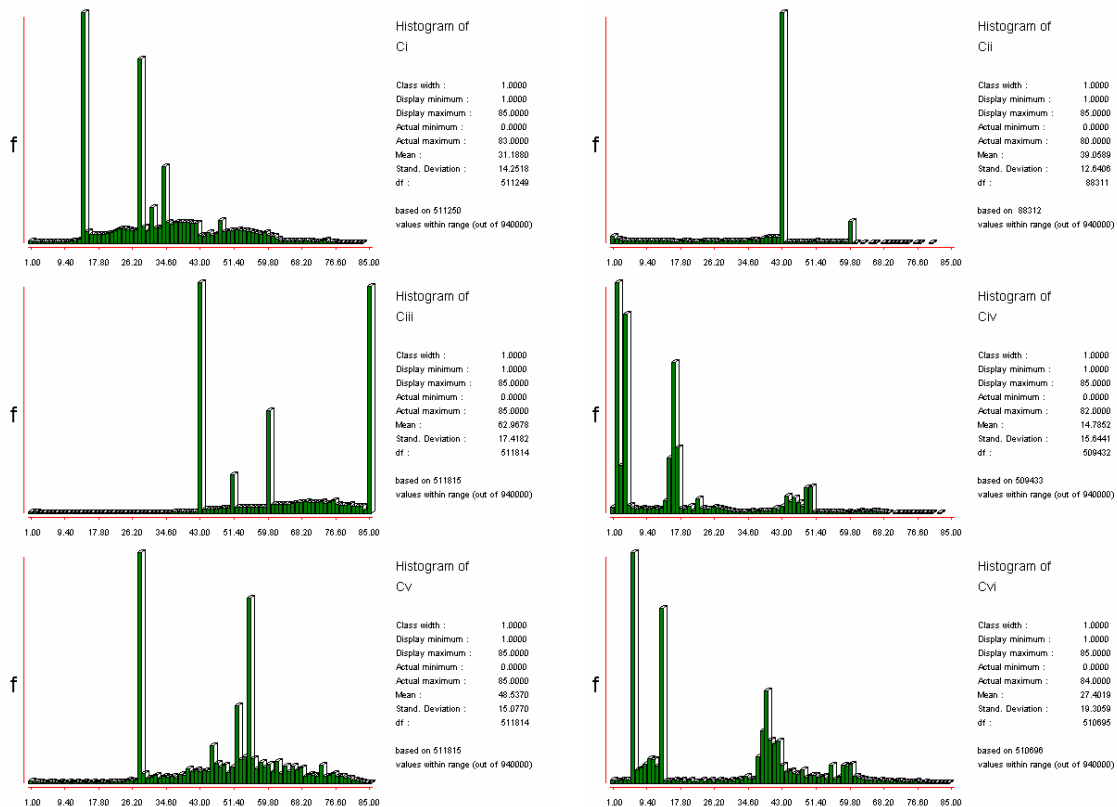


Fig. 6.62 - Histograma de frequências: cenários do grupo de factores C

6.5.4 COMBINAÇÃO DE CRITÉRIOS DO 1º NÍVEL (WLC)

A combinação das imagens, neste caso os vários cenários, correspondentes ao 1º nível (A_i, \dots, A_{vi} ; B_i, \dots, B_{vi} ; C_i, \dots, C_{vi}), e admitindo as exclusões (CE), dá origem à imagem final. Também a este nível se desenvolvem alguns cenários de avaliação, mas utilizando sempre o procedimento WLC. Convém clarificar que a utilização do procedimento WLC pressupõe que as imagens a combinar contenham scores expressos na mesma escala; assim, antes da geração dos cenários finais, procedeu-se à normalização dos cenários combinados para a escala 0-255.

Optou-se por dois conjuntos de pesos: um primeiro que corresponde a igual importância dos três grandes grupos de critérios A, B, e C (pesos todos idênticos e iguais a 0.33, 0.33 e 0.33, respectivamente); um segundo conjunto que atribui mais importância aos critérios associados à actividade industrial (grupo A, peso 0.50), um pouco menos importância aos critérios associados a opções administrativas e sócio-económicas (grupo B, peso 0.35), e menos importância aos critérios associados ao ordenamento do território (grupo C, peso 0.15).

Convém referir que, neste segundo conjunto de pesos, a atribuição de peso 0.15 não significa necessariamente uma desconsideração de aspectos sensíveis do ordenamento de território. Com efeito, os aspectos efectivamente proibitivos, para

os quais não é admissível qualquer compensação (*trade-off*), como por exemplo as áreas da Reserva Ecológica Nacional, foram modelados como exclusões e não como factores.

Para cada um destes dois conjuntos de pesos foram combinados dois conjuntos de cenários resultantes da agregação do 2º nível, o que resulta portanto num total de 4 cenários finais (Quadro 6.9).

Quadro 6.9 - Cenários finais de avaliação

Cenários	Cenários Combinados ¹	Pesos (WLC)	Tipo de avaliação
Fi	Ai-n	0.33	Combinação de cenários de risco neutro e máximo <i>trade-off</i>
	Bi-n	0.33	
	Ci-n	0.33	
Fii	Aiii-n	0.33	Combinação de cenários: A - risco máximo, sem <i>trade-off</i> ; B - risco neutro, máximo <i>trade-off</i> ; C - risco mínimo, sem <i>trade-off</i>
	Bi-n	0.33	
	Cii-n	0.33	
Fiii	Ai-n	0.50	Combinação de cenários de risco neutro e máximo <i>trade-off</i>
	Bi-n	0.35	
	Ci-n	0.15	
Fiv	Aiii-n	0.50	Combinação de cenários: A - risco máximo, sem <i>trade-off</i> ; B - risco neutro, máximo <i>trade-off</i> ; C - risco mínimo, sem <i>trade-off</i>
	Bi-n	0.35	
	Cii-n	0.15	

¹ O sufixo -n indica que a imagem foi normalizada para a escala 0-255.

O primeiro conjunto de cenários agregados combina os cenários Ai-n, Bi-n e Ci-n, isto é, todos os cenários de risco neutro e máximo *trade-off*. O resultado final (Fi e Fiii) é portanto uma avaliação de risco neutro e onde foi permitido, nas agregações efectuadas em todos os níveis, *trade-off* total entre todos os factores.

O segundo conjunto de cenários agregados combina um cenário A optimista (Aiii-n, risco máximo, sem *trade-off*), um cenário B neutro (Bi-n, risco neutro, máximo *trade-off*) e um cenário C pessimista (Cii-n, risco mínimo, sem *trade-off*). Trata-se neste caso dum esquema de decisão que corresponde a um contexto favorável em termos de actividade industrial (cenário A optimista), a uma atitude neutra relativamente às opções de carácter administrativo e sócio-económico (cenário B neutro) e a uma atitude conservativa e aversa ao risco relativamente ao ordenamento do território (cenário C pessimista).

A Figura 6.63 mostra, a título de exemplo, o módulo do IDRISI que combina as imagens Aiii-n, Bi-n e Cii-n, admitindo as exclusões identificadas na imagem CE, para dar origem ao cenário Fiv.

As imagens resultantes dos cenários finais, isto é, Fi, Fii, Fiii e Fiv, são apresentadas nas Figuras 6.64 a 6.67 e os respectivos histogramas na Figura 6.68.

MCE - Multi-Criteria Evaluation

MCE procedure to be used :

Boolean Intersection

Weighted Linear Combination

Ordered Weighted Averaging

Number of constraints : 1

Constraint 1 : CE

Number of factors : 3

Factor 1 : Aiii-n Factor weight 1 : 0.50

Factor 2 : Bi-n Factor weight 2 : 0.35

Factor 3 : Ci-n Factor weight 3 : 0.15

Output image : Fiv

Output image title : Fiv

OK

Save parameters

Retrieve parameters

Cancel

Help

Fig. 6.63 - Combinação WLC para obtenção do cenário Fiv

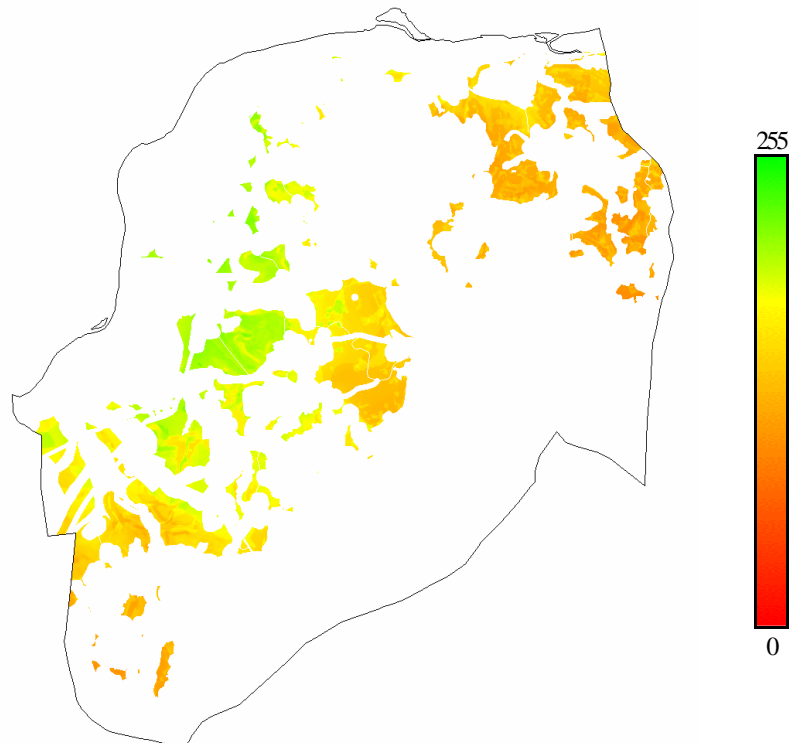


Fig. 6.64 - Imagem do cenário Fi

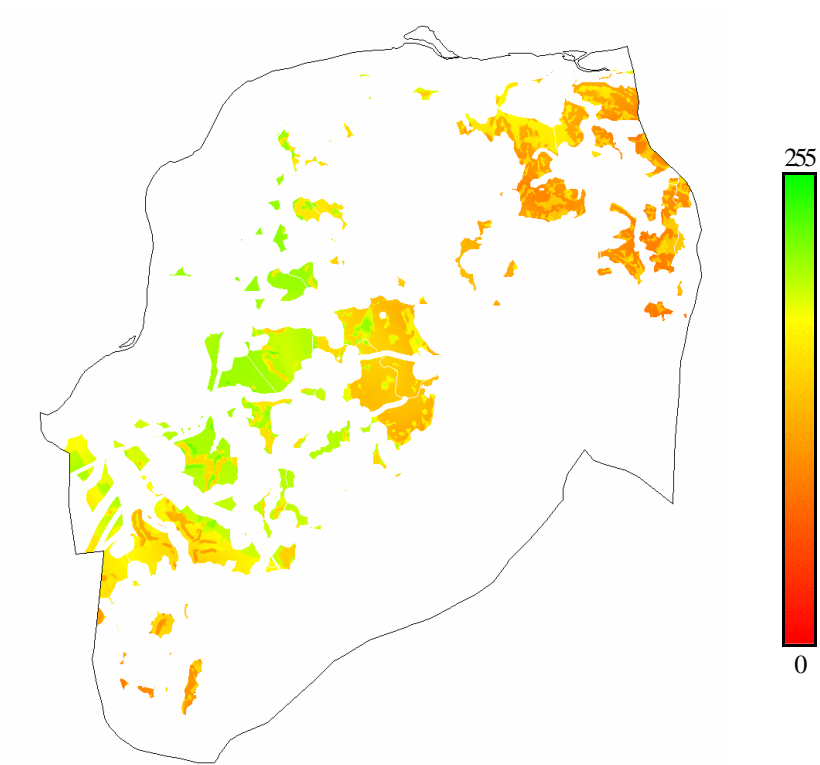


Fig. 6.65 - Imagem do cenário Fii

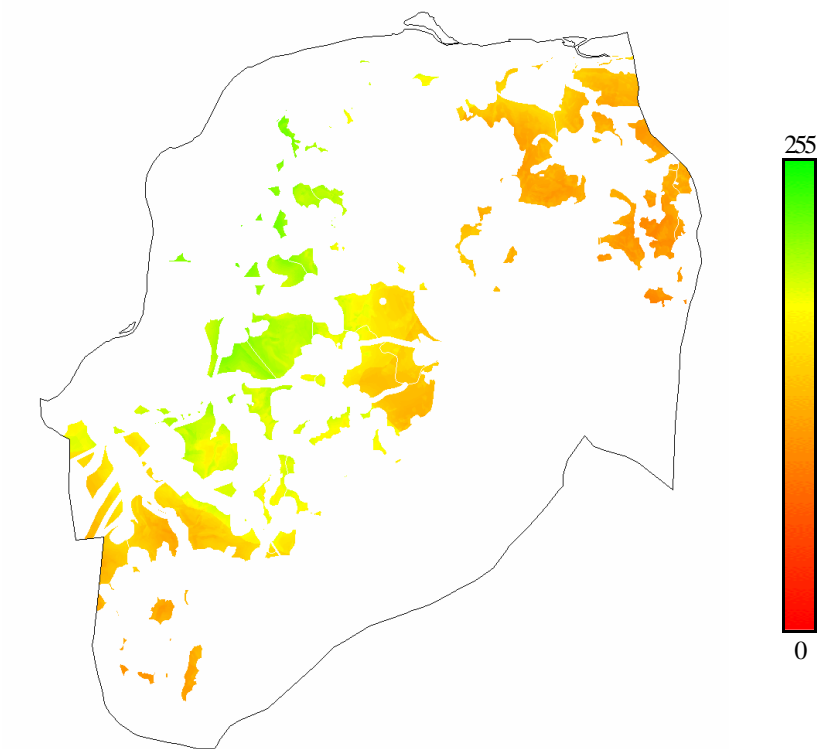


Fig. 6.66 - Imagem do cenário Fiii

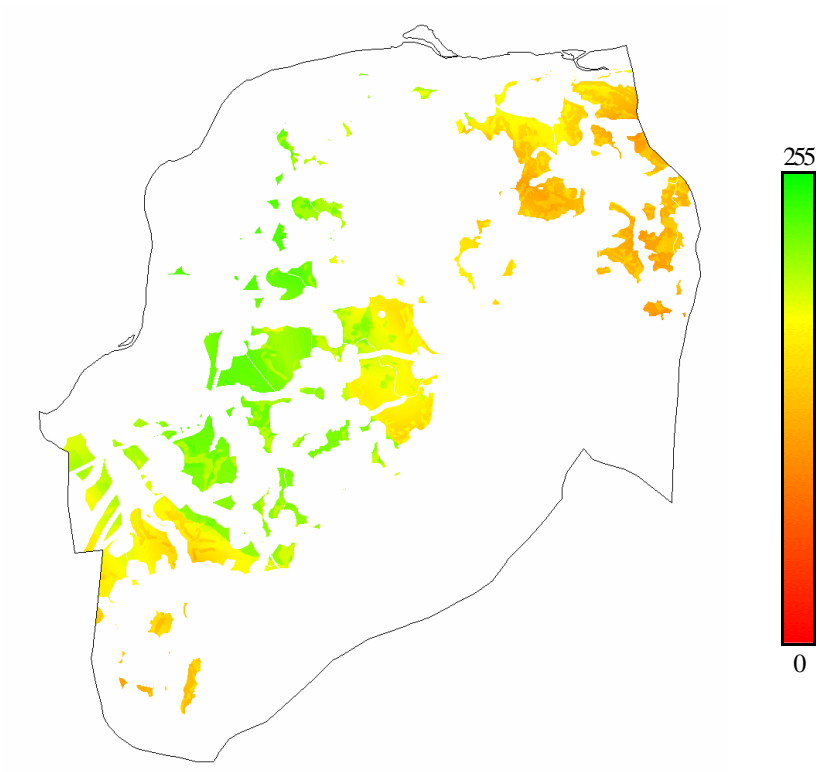


Fig. 6.67 - Imagem do cenário Fiv

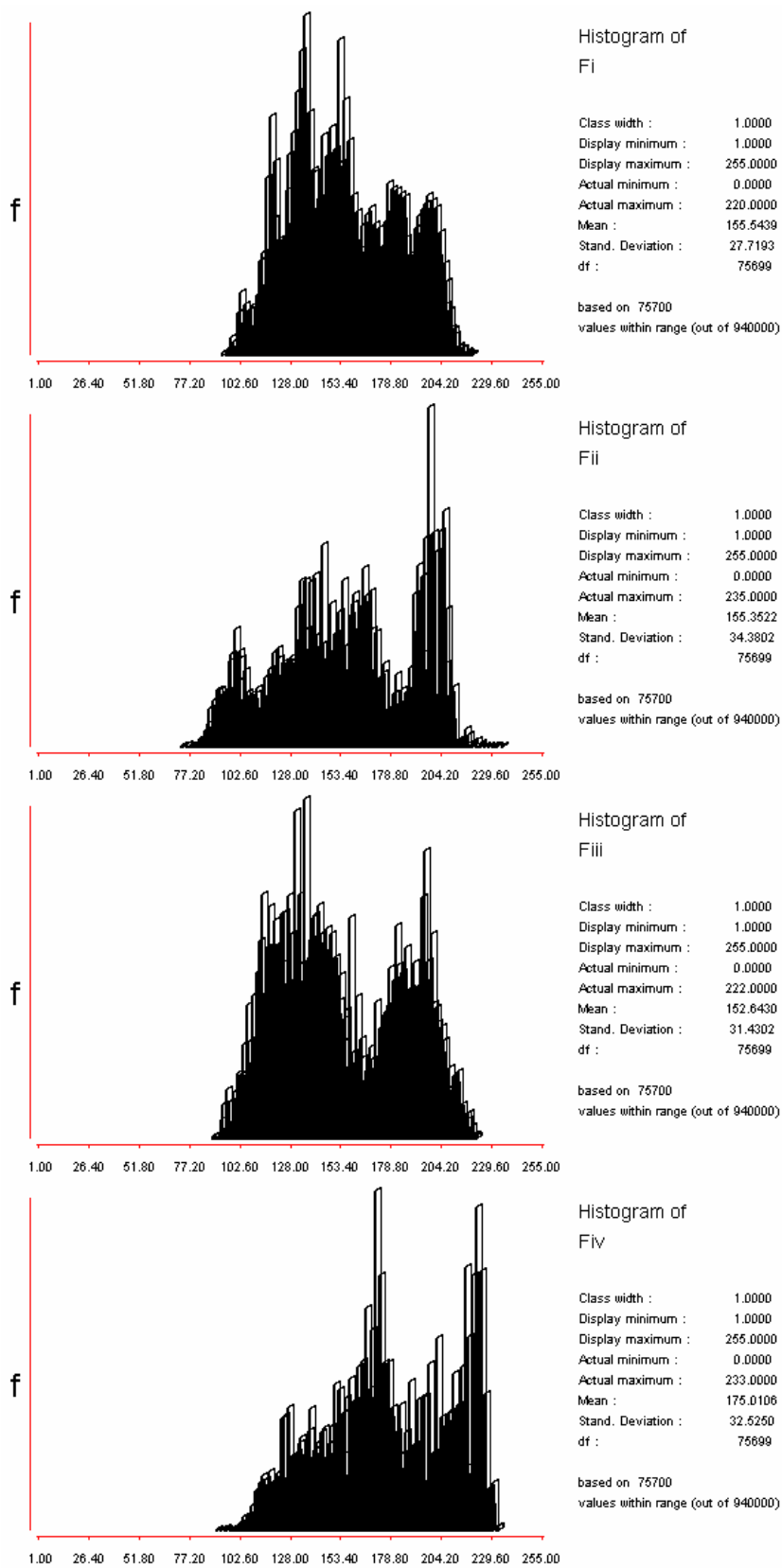


Fig. 6.68 - Histograma de frequências dos cenários finais

6.6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A discussão dos resultados da aplicação do modelo de localização industrial ao caso de estudo far-se-á por nível de agregação de critérios.

6.6.1 COMBINAÇÃO DE CRITÉRIOS DO 3º NÍVEL

O resultado da combinação de critérios do 3º nível são as imagens do 2º nível A1 a A5 e B1 a B3 (Figuras 6.30 a 6.37). Para além destas, comentam-se ainda as imagens C1 a C3 (Figuras 6.38 a 6.40) que, embora não tenham resultado de processos de agregação (cf. Quadro 6.4), correspondem ao 2º nível.

Os comentários têm por referência as Figuras das imagens e o Quadro 6.10, onde se apresentam as estatísticas relativas aos histogramas de frequência dos valores dos pixels das imagens respectivas (scores).

Quadro 6.10 - Estatísticas dos histogramas das imagens do 2º nível

Imagem	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	% valores zero
A1	19	236	154.1	50.0	0.0%
A2	43	234	122.9	70.5	0.0%
A3	34	255	62.0	40.4	0.0%
A4	0	255	111.5	92.9	17.3%
A5	0	246	57.1	62.8	1.3%
B1	0	196	108.4	48.6	0.0%
B2	0	0	0	0	100.0%
B3	121	205	179.3	18.2	0.0%
C1	0	255	43.7	75.7	74.6%
C2	0	255	141.6	76.3	13.2%
C3	0	255	88.8	94.1	45.1%

A imagem A1 (Figura 6.30) representa os scores da acessibilidade, sendo visíveis manchas que resultam de uma estrutura em anel centrada na parte noroeste do concelho (de maior acessibilidade, onde se situa a sede) e que é afectada essencialmente pelos seguintes factores de deformação: (i) a presença dum segundo nó de autoestrada, a Sul, que prolonga os anéis nessa direcção; (ii) a presença duma zona acidentada que penetra na área do concelho a partir de Este e na direcção Noroeste, “esmagando” os anéis de acessibilidade nessa direcção (mancha vermelha); (iii) a presença duma rede viária relativamente densa na parte Oeste do concelho, a qual gera a malha difusa que se pode visualizar a verde. Os scores iniciam-se em 19 e atingem um valor máximo de

236 (em 255 possíveis), com uma média de 154.1 e um desvio padrão relativamente baixo (50.0).

A imagem A2 (Figura 6.31) representa os scores relativos à mão-de-obra, sendo visível uma concentração de mais elevados scores ao longo dum eixo Norte-Sul, com maior incidência nos extremos, particularmente a Norte-Noroeste, onde se situa a sede do concelho. Os scores assumem valores que vão de 43 a 234, com uma média de 122.9 e um desvio padrão não muito elevado (70.5).

A imagem A3 (Figura 6.32), relativa à inércia industrial, revela um pólo de elevados scores na parte Oeste do concelho, onde se situam as poucas indústrias existentes. Praticamente todo o concelho está representado a vermelho (baixos scores), facto que se deve ao valor muito baixo ($d_{\max}=3.21$ km) do segundo ponto de controlo da curva *fuzzy* associada ao factor A31 (proximidade a aglomerados industriais). Os scores começam em 34 e vão até ao máximo de 255, correspondendo-lhes uma média baixa (62.0), que não surpreende, e um desvio padrão de 40.4.

A imagem A4 (Figura 6.33) representa os scores relativos à proximidade a infraestruturas básicas. Podem visualizar-se múltiplas manchas em anel, as quais se desenvolvem em torno de aglomerados urbanos, já que é nestes que se situam as infraestruturas. A gradação de cores dos anéis (verde-amarelo-vermelho-branco) deve-se ao efeito combinado da normalização dos factores através das diversas curvas *fuzzy*; como os segundos pontos de controlo das curvas apresentam valores baixos (cf. Quadro 6.1), verifica-se a presença duma área branca assinalável (17.3%), a que correspondem scores nulos (ou seja, áreas que a respeito deste conjunto de critérios - infraestruturas - têm aptidão nula). Os scores vão de 0 a 255, com uma média de 111.5 e um desvio padrão da mesma ordem de grandeza da média (92.9), valor ao qual não é alheia a presença da área de scores nulos.

A imagem A5 (Figura 6.34) representa os scores relativos à proximidade a equipamentos terciários, sendo evidente a concentração na sede do concelho, reveladora duma estrutura macrocéfala. Os scores variam entre 0 e 246, apresentando uma média de 57.1 e um elevado desvio padrão (62.8).

A imagem B1 (Figura 6.35) refere-se às preferências pessoais dos empresários, designadamente a proximidade a áreas urbanas de qualidade e a locais de recreio. É evidente a concentração em torno da parte Noroeste, a qual contém o ponto de melhor acessibilidade ao exterior do concelho. Os scores variam entre 0 e 196, com uma média de 108.4 e um desvio padrão relativamente baixo (48.6).

A imagem B2 (Figura 6.36) refere-se à proximidade a centros de investigação e ensino superior. Pode observar-se que a imagem é totalmente branca (scores

nulos), o que se deve ao facto das instituições mais próximas (Universidade do Minho, em Braga, e Instituto Politécnico de Viana do Castelo) se localizarem a distâncias superiores às dos segundos pontos de controlo das respectivas curvas *fuzzy* de normalização.

A imagem B3 (Figura 6.37) representa os scores relativos à proximidade a centros de decisão municipal e central, podendo observar-se uma mancha de valores mais altos em torno da vila de Valença e o restante município com valores mais moderados, devido essencialmente à influência da cidade do Porto. Os scores variam entre 121 e 205, com uma média de 179.3 e um desvio padrão muito baixo (18.2), que se compagina com a homogeneidade da imagem.

A imagem C1 (Figura 6.38) refere-se aos scores decorrentes do uso do solo de acordo com o PDM. Como se trata duma reclassificação onde diversas classes de uso foram consideradas não adequadas, a imagem apresenta uma área de score nulo (branca) que atinge os 74.6% da área total. Como resultado, os scores, que se expressam entre 0 e 255, apresentam um valor médio muito baixo (43.7) e um desvio padrão muito elevado (75.5).

A imagem C2 (Figura 6.39) refere-se aos scores relativos à visibilidade a partir de áreas urbanas. Dado existirem muitos aglomerados urbanos distribuídos de forma difusa (excepto na área mais declivosa) e, por outro lado, o relevo do território não ser muito complexo, verifica-se a presença duma extensa área visível (a amarelo) e duma área invisível muito menor (a verde, por ter score mais elevado), esta situada essencialmente na parte montanhosa do concelho. As áreas a branco são os “pontos de vista”, isto é, os aglomerados urbanos. Convém referir que a área invisível encontrada resulta da adopção dum raio de pesquisa de 1000 metros, o que significa que para lá dessa distância se considera que o impacto visual não é assinalável. Os scores variam entre 0 e 255, com uma média de 141.6 e um desvio padrão de 76.3.

A imagem C3 (Figura 6.40) representa os scores relativos ao declive do terreno, podendo observar-se a mancha verde da faixa Norte e Oeste (menores declividades, maiores scores), que se contrapõe à grande área branca (elevados declives, scores nulos) da parte Este-Sul, ambas entremeadas por áreas de scores intermédios (amarelas). O elevado pormenor da imagem deve-se à grande resolução e qualidade do modelo digital do terreno desenvolvido. Os scores variam entre 0 e 255, com média de 88.8 e um elevado desvio padrão (94.1).

6.6.2. COMBINAÇÃO DE CRITÉRIOS DO 2º NÍVEL

O resultado da combinação de imagens do 2º nível são as imagens A, B e C, para cada uma das quais foram definidos seis cenários de avaliação (cf. Quadros 6.6, 6.7 e 6.8).

Os comentários sobre os cenários têm por referência as imagens correspondentes (Figuras 6.42 a 6.59), os respectivos histogramas (Figuras 6.60 a 6.62) e o Quadro 6.11, onde se apresentam as estatísticas relativas às imagens dos cenários. Convém referir que, enquanto as medidas estatísticas do Quadro 6.11 se referem à totalidade da área de estudo (todos os pixels da imagem), as medidas que se apresentam nas Figuras 6.60 a 6.62 se referem apenas ao histograma visível, que por sua vez corresponde aos pixels que têm valores diferentes de zero. A única exceção é o histograma do cenário Bii, devido ao facto da imagem respectiva conter apenas pixels com valor nulo.

Pode observar-se no Quadro 6.11 que os cenários de risco mínimo, sem *trade-off*, (Aii ou Bii ou Cii) e de risco máximo, sem *trade-off*, (Aiii ou Biii ou Ciii) limitam inferior e superiormente o espaço de solução, quer se considere os valores mínimo, máximo ou médio. Tal é visível nas imagens respectivas, com os cenários de baixo risco (Aii, Bii, Cii e, com menor incidência, Aiv, Biv, Civ) a apresentarem uma predominância de tonalidades vermelhas (scores baixos), ou zonas brancas (score nulo) enquanto os cenários de elevado risco (Aiii, Biii, Ciii e, com menor incidência, Av, Bv, Cv) apresentam uma predominância de tonalidades verdes (scores altos).

Os cenários de risco neutro (Ai e Avi, Bi e Bvi, Ci e Cvi) permitem que scores baixos sejam compensados por scores altos e resultam em valores finais de score que se colocam, em média, em zonas intermédias da escala. É importante referir que não se assiste apenas a variações em valor dos scores, resultantes do ponto de decisão escolhido - risco e *trade-off* - mas também a variações espaciais das superfícies de score no território, o que significa que a adopção de determinado cenário de avaliação em determinado momento, por razões que não cabe aqui discutir, corresponde à assunção de uma atitude de decisão que tem reflexos no território. Esta questão é bem evidente quando se compara, por exemplo, a imagem da Figura 6.43 (cenário Aii - risco mínimo, sem *trade-off* - do grupo de critérios associados à actividade industrial) com a imagem da Figura 6.42 (cenário Ai - risco neutro, máximo *trade-off* - do mesmo grupo de critérios); na primeira a área de máximo score localiza-se a Oeste, próximo do nó sul da autoestrada e das indústrias existentes, enquanto na segunda a melhor zona se situa mais próxima da sede do concelho, a Noroeste; na primeira existe uma área apreciável de aptidão nula, do ponto de vista deste grupo de critérios, enquanto na

segunda, por via do *trade-off*, todas as áreas têm alguma aptidão, ainda que possa ser baixa, sendo que as áreas de score zero no primeiro cenário não são necessariamente as de mais baixo score no segundo cenário.

Quadro 6.11 - Estatísticas dos histogramas dos cenários do 1º nível

Cenários	Mínimo	Máximo	Média	D.Padrão	% valores zero	Tipo de avaliação
Ai	4	47	22.3	9.6	0.0%	Risco neutro Máximo <i>trade-off</i>
Aii	0	15	2.5	2.3	23.2%	Risco mínimo Sem <i>trade-off</i>
Aiii	13	69	48.6	15.2	0.0%	Risco máximo Sem <i>trade-off</i>
Aiv	1	25	9.5	5.3	0.0%	Baixo risco <i>Trade-off</i> parcial
Av	9	62	37.5	13.1	0.0%	Alto risco <i>Trade-off</i> parcial
Avi	1	53	19.9	11.3	0.0%	Risco neutro <i>Trade-off</i> parcial
Bi	16	44	32.9	6.3	0.0%	Risco neutro Máximo <i>trade-off</i>
Bii	0	0	0.0	0.0	100.0%	Risco mínimo Sem <i>trade-off</i>
Biii	48	82	71.7	7.3	0.0%	Risco máximo Sem <i>trade-off</i>
Biv	2	19	11.7	4.0	0.0%	Baixo risco <i>Trade-off</i> parcial
Bv	31	68	54.7	8.2	0.0%	Alto risco <i>Trade-off</i> parcial
Bvi	7	47	29.6	9.5	0.0%	Risco neutro <i>Trade-off</i> parcial
Ci	0	83	30.4	14.9	2.6%	Risco neutro Máximo <i>trade-off</i>
Cii	0	80	6.6	15.5	83.2%	Risco mínimo Sem <i>trade-off</i>
Ciii	0	85	61.4	19.8	2.5%	Risco máximo Sem <i>trade-off</i>
Civ	0	82	14.3	15.6	2.9%	Baixo risco <i>Trade-off</i> parcial
Cv	0	85	47.3	16.7	2.5%	Alto risco <i>Trade-off</i> parcial
Cvi	0	84	26.7	19.6	2.7%	Risco neutro <i>Trade-off</i> parcial

Raciocínio semelhante pode ser feito quando se comparam outros cenários. Um caso curioso é o cenário Bii, onde toda a área de estudo apresenta score nulo. Acontece que um dos factores combinados (B2) continha apenas zeros na sua

imagem, o que resultou numa imagem final branca, já que o cenário Bii, por ser de risco mínimo e sem *trade-off*, tomou apenas os valores mais baixos dos factores combinados e não permitiu qualquer compensação. Em termos práticos isto significa que, para este ponto de decisão, bastou que apenas um factor não fosse satisfatório para que toda a solução fosse considerada insatisfatória, o que configura uma atitude conservativa de total ausência de risco (isto é, o equivalente ao operador lógico AND).

No que se reporta ao Quadro 6.11 é ainda interessante analisar uma particularidade. Trata-se da elevada percentagem de pixeis com valor zero nos cenários de risco mínimo, precisamente aqueles que tomam os menores dos scores dos factores combinados, os quais muitas vezes são valores nulos. Isto é patente na Figura 6.43 (cenário Aii, 23.2% da área branca), Figura 6.49 (cenário Bii, 100% de área branca) e Figura 6.55 (cenário Cii, 83.2% de área branca).

Importa, finalmente, clarificar um outro aspecto que resulta da acumulação de operadores matemáticos sobre os valores dos scores. A representação das imagens implica a utilização de paletas de 256 cores, pelo que os valores dos scores são arredondados para o inteiro mais próximo, o qual corresponderá então a uma cor da paleta. Isto significa que, como se referiu atrás, se optou por uma escala normalizada que varia de 0 a 255 e que assume valores inteiros. Ora no âmbito da combinação de factores, utilizando o procedimento OWA, os scores vêm multiplicados por dois pesos (os dos critérios e os *order weights*), o que significa que os scores finais resultantes vêm expressos numa gama de valores mais baixos. Resulta, por exemplo, que muitos scores que nas imagens iniciais tinham valores baixos, passam, por via dos pesos, a valores muito pequenos, os quais por sua vez vêm arredondados para zero. Este fenómeno é visível na imagem Aii, a qual contém 23.2% de pixeis com score nulo; se se analisarem as percentagens de scores nulos nas imagens que contribuem para este cenário, verifica-se que A4 apresenta 17.3% e A5 apresenta 1.3%, donde o resultado da sua combinação, sem o efeito descrito, não poderia jamais ser de 23.2%.

6.6.3 COMBINAÇÃO DE CRITÉRIOS DO 1º NÍVEL

A combinação de imagens do 1º nível, onde se incluem já as exclusões CE, resulta nos quatro cenários finais Fi, Fii, Fiii e Fiv (cf. Quadro 6.9)

Os comentários sobre os cenários finais têm por referência as imagens correspondentes (Figuras 6.64 a 6.67) e os respectivos histogramas (Figura 6.68).

O cenário Fi combina linearmente (WLC) os cenários do primeiro nível de risco neutro e máximo *trade-off* (Ai-n, Bi-n e Ci-n), atribuindo-lhes igual peso. Trata-se portanto do cenário médio a todos os títulos. Por sua vez, o cenário Fiii

resulta da mesma combinação mas atribuindo maior peso aos critérios associados à actividade industrial (0.50) e muito menor peso aos critérios associados ao ordenamento do território (0.15). A comparação entre as respectivas imagens (Figuras 6.64 e 6.66) mostra uma distribuição de scores relativamente semelhante, com as áreas de maior aptidão a localizarem-se na zona centro-Oeste do concelho. Não obstante esta similaridade, verifica-se no cenário Fiii um reforço da aptidão das zonas mais próximas da sede do concelho, resultado do maior peso dado ao cenário Ai-n e da retirada de peso ao cenário Ci-n.

O cenário Fii combina linearmente (WLC) os cenários do primeiro nível Aiii-n (critérios associados à actividade industrial - risco máximo, sem *trade-off*), Bi-n (critérios associados a opções administrativas e sócio-económicas - risco neutro, máximo *trade-off*) e Cii-n (critérios associados ao ordenamento do território - risco mínimo, sem *trade-off*), atribuindo-lhes igual peso. Por sua vez, o cenário Fiv resulta da mesma combinação mas atribuindo maior peso aos critérios associados à actividade industrial (0.50) e muito menor peso aos critérios associados ao ordenamento do território (0.15). A comparação entre as respectivas imagens (Figuras 6.65 e 6.67) mostra uma distribuição de scores diversa, com o cenário Fii a apresentar valores em média mais baixos e a concentrar as áreas de maior aptidão numa zona restrita do centro-Oeste do concelho, enquanto no cenário Fiv as áreas de maior aptidão são mais vastas e estendem-se por toda uma faixa ao longo da parte Oeste do concelho, com excepção da ponta Sudoeste. Neste caso faz-se sentir claramente a influência do cenário Aiii-n (que, sendo optimista, distribui scores mais elevados por áreas mais vastas, como se vê na Figura 6.44), particularmente quando, no cenário Fiv, o seu peso é reforçado em desfavor do cenário Cii-n (que, por seu lado, é pessimista, logo de baixo score).

A comparação entre os quatro cenários finais pode ser feita observando os histogramas da Figura 6.68. Verifica-se que os cenários Fi e Fiii têm histogramas mais estreitos e, no caso do Fiii, mais chegado à esquerda, isto é, com scores mais baixos. Os cenários Fii e Fiv são mais largos e apresentam elevadas frequências em valores de score mais altos. Em termos de distribuição geográfica das áreas mais aptas para a localização de indústrias, os cenários Fii e Fiv oferecem mais alternativas já que cobrem uma área mais vasta, com scores mais elevados quando comparados com as áreas oferecidas como boas pelos cenários Fi e Fiii.

6.7 EXPLORAÇÃO DO MODELO

Em termos práticos, o modelo de localização industrial desenvolvido pode ser explorado de duas formas:

- A identificação dos pixels de maior aptidão no universo do concelho, perfazendo uma área pré-determinada;
- A avaliação ou reavaliação de uma determinada área já destinada ao uso industrial.

Apresenta-se nas secções seguintes o procedimento de exploração das superfícies de aptidão correspondentes aos quatro cenários de avaliação adoptados no caso de estudo do concelho de Valença.

6.7.1 IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE MAIOR APTIDÃO

Para cada um dos cenários definidos pretendeu-se obter uma solução que fosse idêntica, em termos de área, à solução prevista no PDM de Valença para novas áreas industriais. Para a determinação destas áreas, com um total de 904050m^2 , correspondentes a 4020 pixels, definiu-se a seguinte regra de decisão:

- A solução seria encontrada ordenando os pixels por ordem decrescente do seu score, após o que seria seleccionado o número de pixels necessário até perfazer a área pretendida, começando pelo de mais alto score;
- Das zonas (agrupamentos de pixels) integrantes da solução, apenas se aceitariam aquelas com área igual ou superior a 20000m^2 .

Esta regra de decisão foi implementada através do fluxograma apresentado na Figura 6.69 (neste caso para o cenário Fi). As imagens dos cenários finais são submetidas a um processo de ordenação dos seus pixels, seguindo a ordem decrescente dos respectivos scores, após o que se inicia um processo iterativo que visa identificar as áreas integrantes da solução final, isto é, que satisfazem a regra de decisão enunciada atrás.

O resultado deste processo é o conjunto de imagens F_i^* , F_{ii}^* , F_{iii}^* e F_{iv}^* , que se apresentam nas Figuras 6.70 a 6.73, respectivamente, e que correspondem às melhores áreas de cada um dos cenários. Trata-se, portanto, das soluções

óptimas que, em cada um dos cenários adoptados na análise, totalizam a área pré-determinada de 904500m².

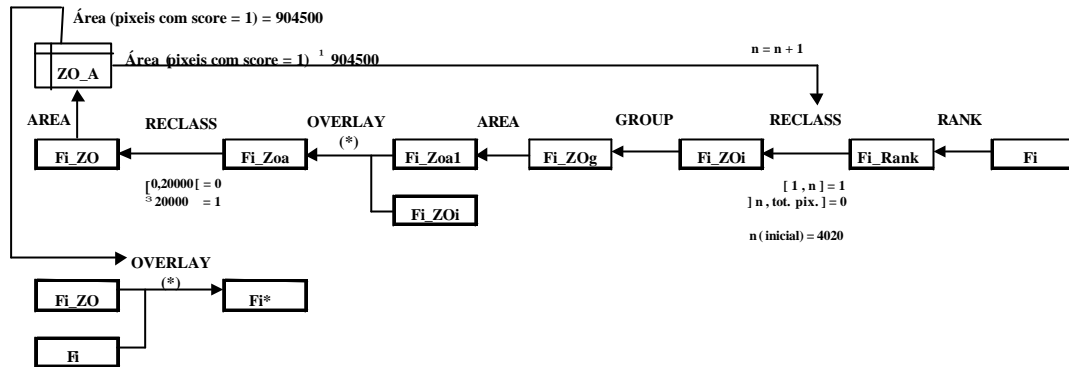


Fig. 6.69 - Fluxograma para a obtenção da solução Fi*.

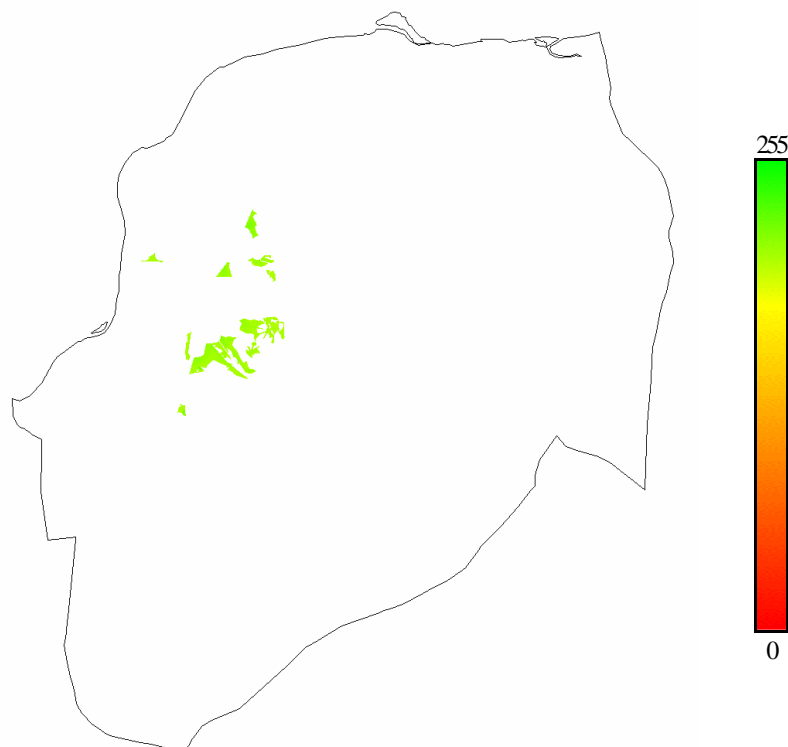


Fig. 6.70 - Imagem da solução Fi*

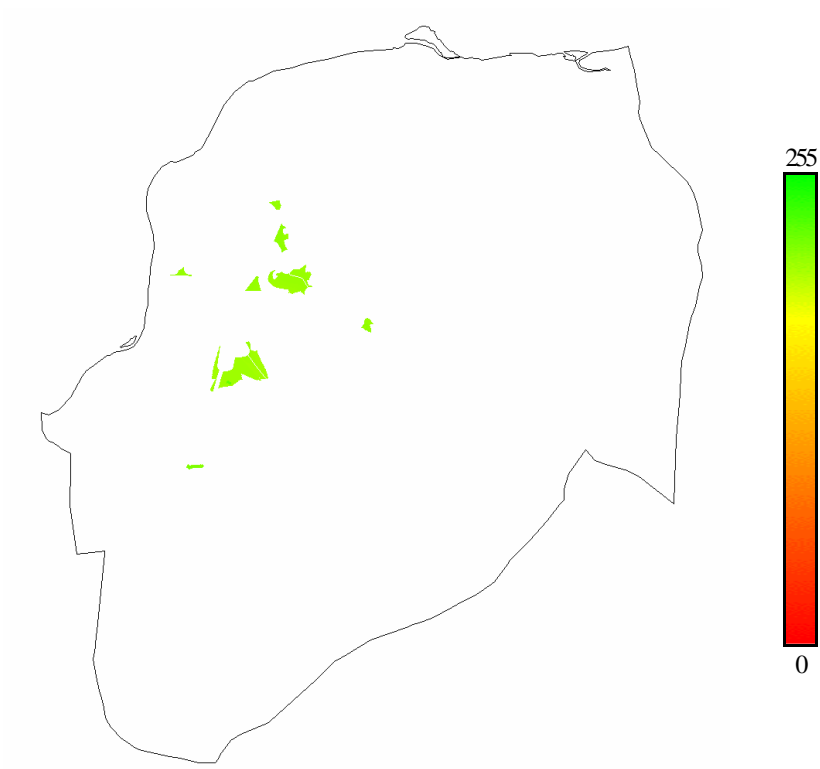


Fig. 6.71 - Imagem da solução Fii*

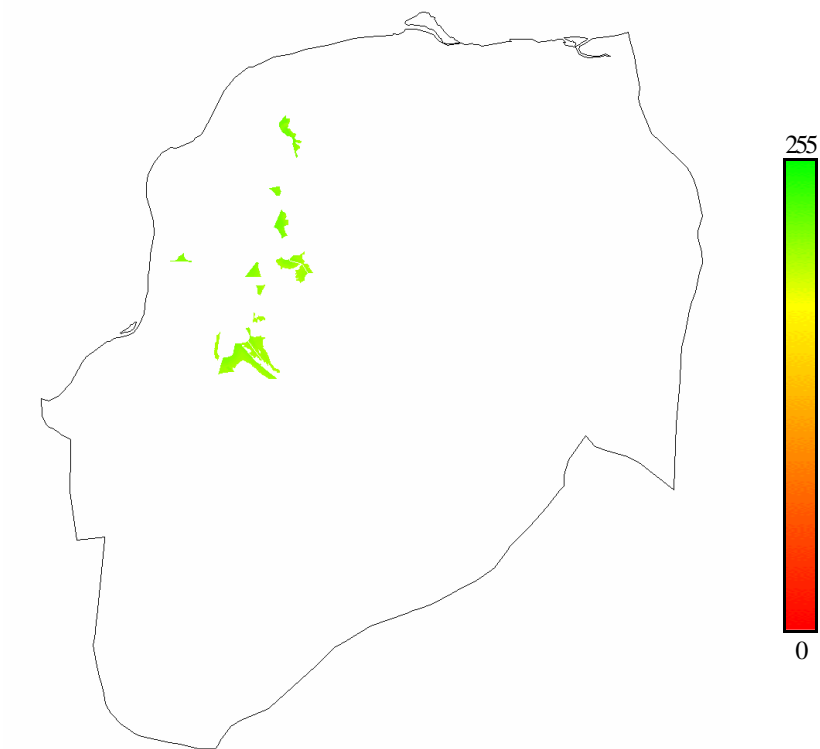


Fig. 6.72 - Imagem da solução Fiii*



Fig. 6.73 - Imagem da solução Fiv*

No Quadro 6.12 são apresentados os valores mínimo e máximo, da média e do desvio padrão dos scores dos pixels que integram cada uma das quatro soluções ótimas. Pode observar-se que a solução Fiv* é aquela que apresenta a média de scores mais elevada e um menor desvio padrão. Convém referir que, dado ter-se imposto na regra de decisão uma área mínima de 20000 m², poderão ter sido eliminados da solução pequenas áreas com pixels de scores elevados.

Quadro 6.12 - Estatísticas dos histogramas das soluções ótimas

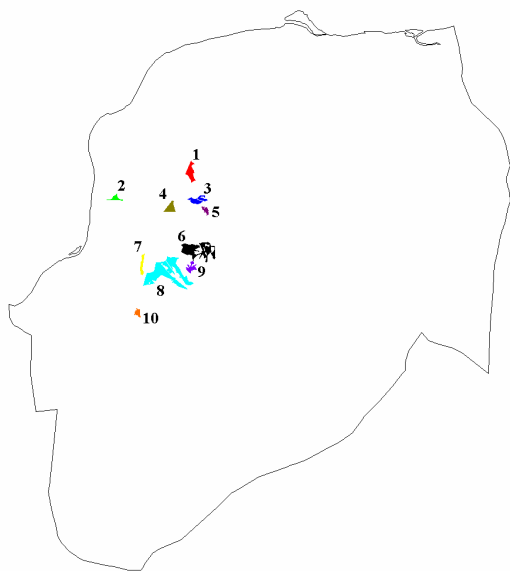
Soluções ótimas	Mínimo	Máximo	Média	D.Padrão
F _i *	199	219	203.8	3.5
F _{ii} *	204	224	206.3	2.5
F _{iii} *	200	222	207.3	5.0
F _{iv} *	222	233	224.6	2.4

Para além do requisito relativo à área mínima, importa por vezes analisar a forma e número de zonas integrantes da solução. Para o efeito definiu-se um Índice de Compactação (*IC*), que é uma medida da compactação da forma de um polígono dada por:

$$IC = \sqrt{\frac{A_p}{A_c}} \quad (6.2)$$

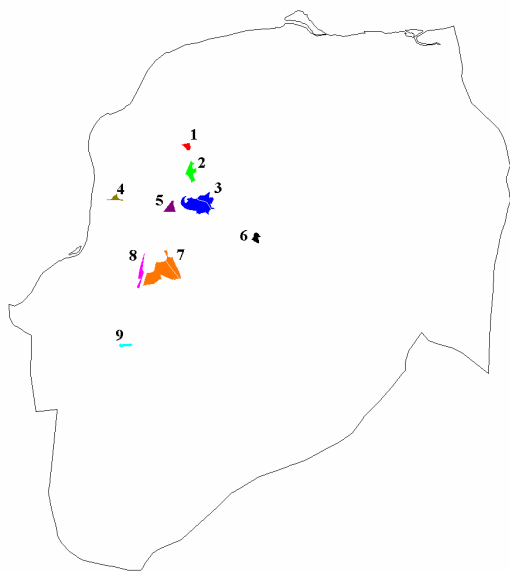
em que A_p é a área do polígono a avaliar e A_c é a área dum círculo cujo perímetro é igual ao do polígono em causa.

Nas Figuras 6.74 a 6.77 são identificadas os vários polígonos (zonas) para cada uma das soluções e apresentados os respectivos valores de IC , área e perímetro.



ZONA	IC	Área (m ²)	Perímetro (m)
1	0,4832	66375	1890
2	0,4541	23625	1200
3	0,3596	54900	2310
4	0,6280	47475	1230
5	0,4722	20700	1080
6	0,2297	212175	7110
7	0,4342	33750	1500
8	0,2269	384525	9690
9	0,3576	38700	1950
10	0,5879	22275	900

Fig. 6.74 - Índice de compactação das zonas da solução Fi*



ZONA	IC	Área (m ²)	Perímetro (m)
1	0,6669	24975	840
2	0,4871	74025	1980
3	0,3529	270000	5220
4	0,4541	23625	1200
5	0,6280	47475	1230
6	0,5945	34650	1110
7	0,3486	355050	6060
8	0,3328	53325	2460
9	0,5235	21375	990

Fig. 6.75 - Índice de compactação das zonas da solução Fii*

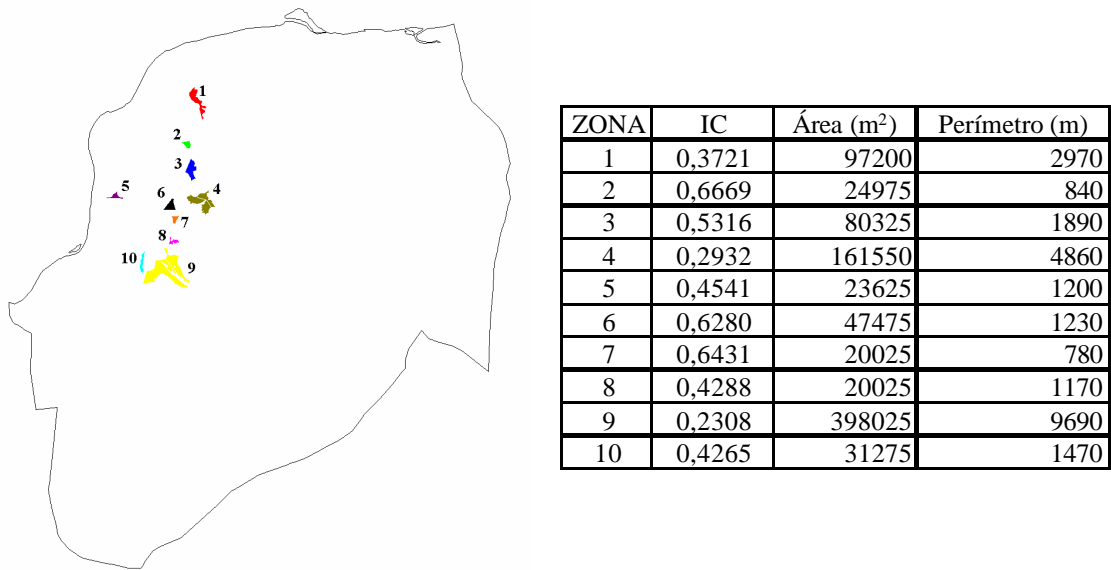


Fig. 6.76 - Índice de compactação das zonas da solução Fiii*

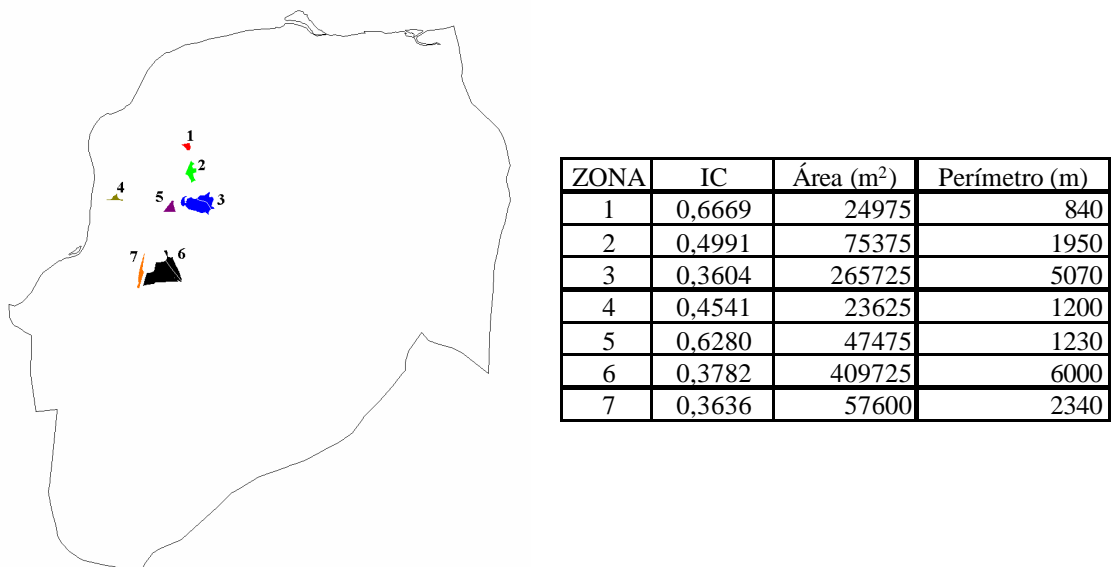


Fig. 6.77 - Índice de compactação das zonas da solução Fiv*

Finalmente, pode calcular-se, para cada uma das soluções, um índice agregado pesado pelas áreas de cada zona, que se designa por Índice de Compactação Equivalente (*ICE*):

$$ICE = \frac{\sum_j (IC_j \times A_j)}{\sum_j A_j} \quad (6.3)$$

em que IC_j é o Índice de Compactação para cada polígono j e A_j é a área respectiva.

No Quadro 6.13 estão resumidos os valores relevantes para a análise das quatro soluções. A solução que apresenta um menor número de zonas (7) é Fiv*, correspondendo-lhe um valor de ICE de 0.405. A solução Fii* contém 9 zonas, um pouco mais dispersas, correspondendo-lhe um valor de ICE de 0.400. As soluções Fi* e Fiii* contêm ambas 10 zonas, mais dispersas na solução Fiii*, correspondendo-lhes valores de ICE de 0.309 e 0.344, respectivamente.

Uma análise destes resultados permite concluir que, no cômputo geral, a solução Fiv* é a mais compacta, já que, apresenta o ICE mais elevado e contém apenas 7 zonas relativamente próximas. Pela análise complementar dos valores estatísticos apresentados no Quadro 6.12, pode ainda concluir-se que é quase indiferente a localização em qualquer uma delas, dada a média alta e o desvio padrão baixo que apresenta (o que implica um histograma estreito e na gama de valores altos). Estas conclusões são bem visíveis nas Figuras 6.73 e 6.77.

Quadro 6.13 - Número de zonas e valores de ICE

Solução	Número de zonas	ICE
Fi*	10	0.309
Fii*	9	0.400
Fiii*	10	0.344
Fiv*	7	0.405

6.7.2 AVALIAÇÃO DA ÁREA DE USO INDUSTRIAL PREVISTA NO PDM

Relativamente à área prevista no Plano Director Municipal para novas zonas industriais, procedeu-se à sua avaliação na perspectiva de cada um dos cenários, para o que se seguiu o fluxograma de operações da Figura 6.78 (neste caso para o cenário Fi).

Os resultados desta avaliação estão expressos na Figura 6.79 e no Quadro 6.14. Neste último foi ainda incluída uma coluna com as médias dos scores da solução óptima para cada cenário, bem como uma última coluna com a diferença entre a média da zona industrial e a média da solução óptima.

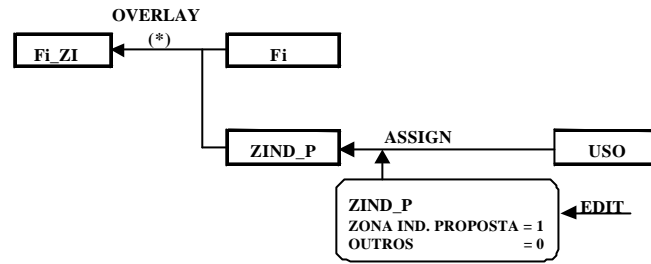


Fig. 6.78 - Fluxograma para avaliação da zona industrial prevista no PDM

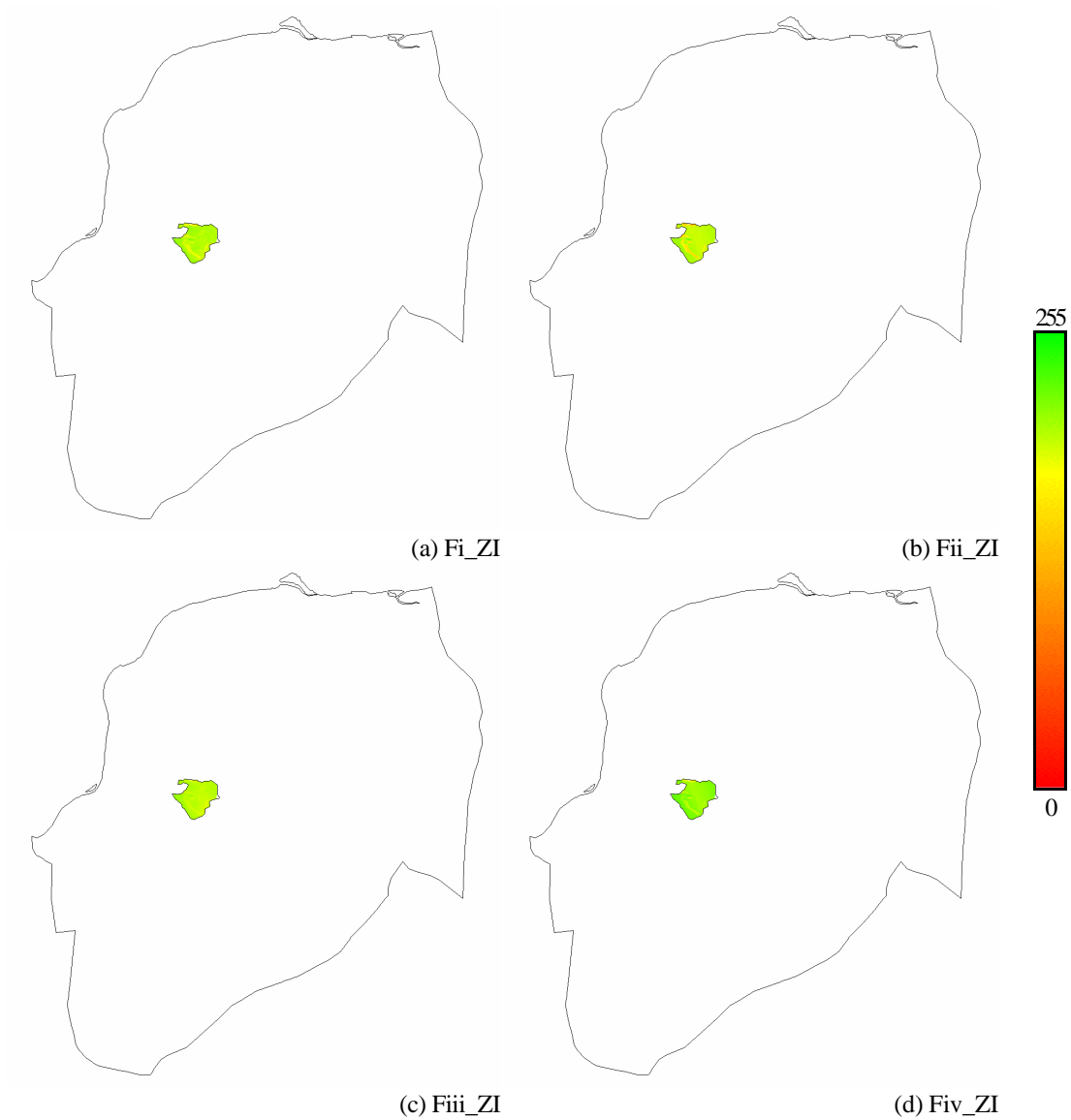


Fig. 6.79 - Scores da zona industrial prevista no PDM

Quadro 6.14 - Estatísticas dos scores da zona industrial prevista no PDM

Cenários normaliz.	Mínimo	Máximo	Média (Y)	D.Padrão	Média das soluções óptimas (X)	Diferença (X-Y)
Fi_ZI	176	220	197.1	7.2	Fi*: 203.8	6.7
Fii_ZI	143	235	190.9	13.0	Fii*: 206.3	15.4
Fiii_ZI	182	211	195.5	4.8	Fiii*: 207.3	11.8
Fiv_ZI	179	228	208.8	7.8	Fiv*: 224.6	15.8

Uma análise da última coluna do Quadro 6.14 sugere que a opção de localização da zona industrial tomada em sede de PDM estaria mais próxima do cenário Fi. Isto é, mais próxima duma atitude de compromisso, resultante duma combinação equilibrada de grupos de critérios que permite *trade-off* total e onde o risco é neutro. Importa relevar que esta é uma análise *a posteriori*, cuja motivação é apenas enquadrar a solução PDM num dos cenários desenvolvidos. Por outras palavras, não é legítimo afirmar que, na tomada de decisão aquando da elaboração do PDM, se tenha assumidamente optado pela atitude de decisão Fi.

6.7.3 AVALIAÇÃO DA ÁREA DE USO INDUSTRIAL EXISTENTE

Na mesma linha da secção anterior, procedeu-se a uma avaliação das áreas industriais existentes, isto é, já ocupadas. O fluxograma seguido é similar ao da Figura 6.78.

Recorda-se que as áreas industriais existentes foram excluídas da análise, aquando da construção dos cenários finais. Para efeitos desta avaliação, estas áreas foram recuperadas para a análise, o que significa que na exclusão CE os valores dos pixels respectivos foram reclassificados de 0 para 1.

Os resultados desta avaliação estão expressos na Figura 6.80 e no Quadro 6.15. Neste último foi ainda incluída uma coluna com as médias dos scores da solução óptima para cada cenário, bem como uma última coluna com a diferença entre a média das áreas industriais existentes e a média da solução óptima. Faz-se notar que a solução óptima para cada cenário, nesta comparação, já não é a calculada na secção 6.7.1, pois nessa altura procurava-se uma solução com 904500m^2 , o que não é agora o caso. A soma das áreas que agora se pretendem avaliar é 886050m^2 (correspondendo a 3938 pixels), pelo que utilizando o procedimento já apresentado no fluxograma da Figura 6.69 foram encontradas as novas soluções óptimas para cada um dos cenários finais: Fi**, Fii**, Fiii** e Fiv**.

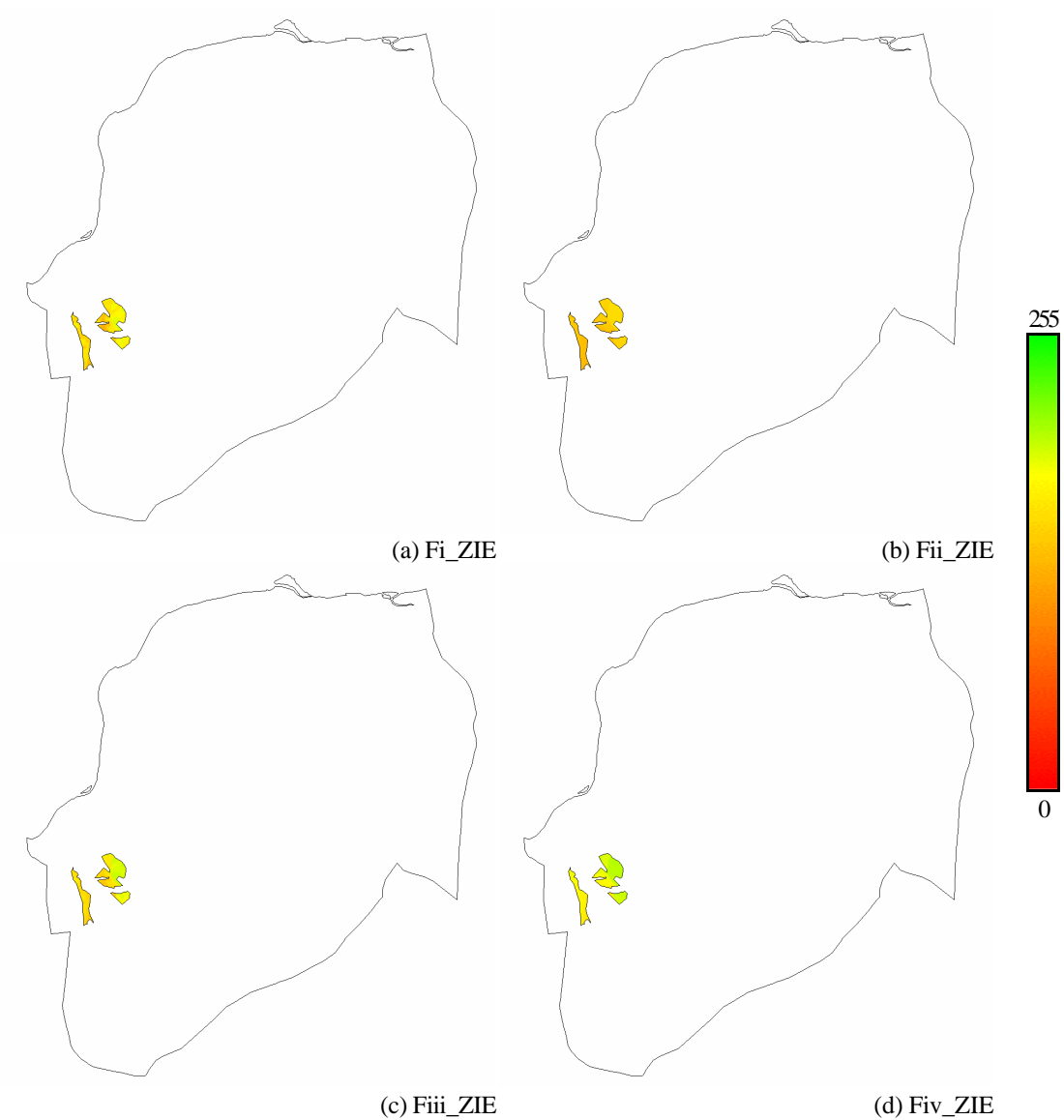


Fig. 6.80 - Scores das zonas industriais existentes

Quadro 6.15 - Estatísticas dos scores das zonas industriais existentes

Cenários normaliz.	Mínimo	Máximo	Média (Y)	D.Padrão	Média das soluções óptimas (X)	Diferença (X-Y)
Fi_ZIE	118	191	159.0	14.7	Fi**: 203.9	44.9
Fii_ZIE	124	154	141.5	8.4	Fii**: 206.3	64.8
Fiii_ZIE	130	197	164.9	16.7	Fiii**: 207.5	42.6
Fiv_ZIE	158	198	181.3	11.7	Fiv**: 224.6	43.3

Uma análise da última coluna do Quadro 6.15 sugere que a opção de localização tomada pelos empresários já instalados nas áreas existentes estaria mais próxima dos cenários Fiii e Fiv. Ou seja, mais próxima duma atitude que privilegia os critérios ligados à actividade industrial (peso 0.50). Importa relevar que esta é, também, uma análise *a posteriori*, cuja motivação é apenas enquadrar as

opções tomadas pelos empresários, que se localizaram num quadro anterior à elaboração e implementação do PDM, num dos cenários desenvolvidos.

Os valores obtidos para as diferenças entre as médias são elevados, podendo concluir-se que, na base dos pressupostos dos cenários desenvolvidos, seria possível encontrar áreas francamente melhores que aquelas actualmente ocupadas. A conclusão apresentada não pretende sugerir uma má escolha por parte dos empresários já instalados, pois as circunstâncias aquando da sua localização certamente que eram díspares das actuais.

Este exercício revela-se particularmente interessante e útil no contexto dum processo de deslocalização de indústrias.

CAPÍTULO 7

CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Neste último capítulo da dissertação apresentam-se as conclusões e algumas linhas de orientação para a prossecução dos estudos.

Apresenta-se e discute-se o interesse e as limitações do modelo desenvolvido, após o que se alinham conclusões relativas à sua aplicação ao caso de estudo, quer do ponto de vista da sua aplicabilidade, operacionalidade e utilidade, quer do ponto de vista dos resultados obtidos. Finalmente, abrem-se as possibilidades de prosseguimento dos estudos, enumerando e discutindo os desenvolvimentos futuros que poderão contribuir para novos avanços nesta área de investigação.

7.1 INTERESSE E LIMITAÇÕES DO MODELO

O modelo de localização industrial para o Noroeste de Portugal, apresentado no Capítulo 5, assenta numa estrutura do tipo AHP (*Analytical Hierarchy Process*), no sentido em que segue uma hierarquia de análise por grupos de critérios e níveis. Esta estrutura de análise está implementada num SIG raster, onde cada pixel é sujeito a um processo de avaliação da aptidão através do uso de técnicas de análise multicritério, originando assim superfícies de aptidão para o uso industrial. A localização propriamente dita é a aplicação de uma regra de decisão no sentido de afectar o uso industrial ao número de pixeis necessário para perfazer uma determinada área pré-definida.

Do ponto de vista instrumental, o modelo afigura-se interessante pelo facto de emular de forma transparente e bem estruturada um processo de decisão. Para além desta característica de base, o seu maior potencial reside na possibilidade de, através do operador de agregação OWA (*Ordered Weighted Average*), desenvolver cenários de avaliação baseados na atitude de risco (*ANDness*) e compensação entre

critérios (*trade-off*), obtendo assim em formato geográfico um espectro estratégico de decisão.

Na base do modelo está o conjunto de critérios e respectivas ponderações (pesos), obtidos a partir da auscultação do painel de empresários. Importa desde já limitar a validade do modelo por via da constituição do painel, quer em termos da tipologia de indústrias transformadoras, quer em termos da dimensão das empresas.

Desde logo, por se pretender avaliar áreas para a localização genérica de indústria transformadora, optou-se por não derivar elencos e ponderações de critérios para sectores industriais específicos. Por outro lado, em matéria de dimensão das empresas, evitaram-se as situações extremas (muito pequenas e muito grandes) que tipicamente configuram problemas de localização especiais. Com efeito, a empresa muito pequena segue frequentemente esquemas de localização muito baseados nas preferências pessoais dos empresários, em desfavor de critérios de racionalidade económica ou funcional; por sua vez, as empresas muito grandes seguem frequentemente uma lógica de localização à escala internacional onde imperam factores como os benefícios fiscais, negociados caso a caso em base *ad-hoc*, pelo que não se enquadram na abordagem adoptada de localização de áreas industriais genéricas.

Neste quadro, optou-se por incluir no painel apenas empresas cujo número de trabalhadores ao serviço varia entre 50 e 500. Acresce ainda o facto óbvio de que este modelo se refere a uma área geográfica particular: o Noroeste de Portugal.

Uma análise dos critérios de localização associados à actividade industrial suscita os seguintes comentários relativos aos aspectos mais relevantes:

- Os empresários consideram a acessibilidade por via terrestre (proximidade a nós de autoestrada, estradas da rede principal e terminais rodoviários de carga) bastante importante, em desfavor de outras formas de transporte (ferroviário, marítimo, fluvial, aéreo), o que é demonstrável através dos pesos atribuídos e dos pontos de controlo das funções *fuzzy* de normalização.
- Os empresários atribuem grande importância à disponibilidade efectiva e imediata de mão-de-obra (desempregados), independentemente da sua qualificação, em desfavor da possibilidade de disputar o recrutamento de mão-de-obra com experiência industrial que esteja já empregada.
- Os empresários preferem localizar-se mais perto das redes de distribuição de electricidade e de comunicações, em desfavor de outras redes de infraestruturas.

- Os empresários identificam o centro coordenador de transportes rodoviários ou ferroviários como o equipamento terciário cuja proximidade é mais importante, em desfavor de outros equipamentos como corporação de bombeiros, serviços de saúde ou laboratórios.
- No conjunto dos grupos de critérios associados à actividade industrial, os empresários atribuem claramente mais importância à disponibilidade de mão-de-obra e à acessibilidade, relegando para último lugar a inércia industrial (proximidade a aglomerados industriais).

Relativamente aos critérios associados às opções sócio-económicas e administrativas, são de relevar as seguintes conclusões:

- Os empresários valorizam mais a proximidade a áreas urbanas com particular qualidade de vida, em desfavor da proximidade a áreas com infraestruturas de recreio e lazer.
- Os empresários valorizam os incentivos à localização resultantes de políticas municipais ao mesmo nível que os incentivos resultantes de políticas centrais (nacionais).
- Os empresários valorizam bastante mais a presença de Universidades e Parques de Ciência e Tecnologia, em desfavor dos Institutos Politécnicos.
- Os empresários valorizam de igual forma a proximidade a centros de decisão municipais e centrais, embora definam distâncias máximas de relevância bem diferentes (ponto de controlo b das curvas *fuzzy* de normalização).
- No conjunto dos critérios associados a opções sócio-económicas e administrativas, os empresários valorizam mais a proximidade a centros de decisão, seguida da proximidade a centros de investigação e ensino superior, em desfavor das políticas de incentivo à localização.

Do ponto de vista do ordenamento do território, os critérios foram modelados como factores e exclusões e resultaram dum estudo da bibliografia relevante sobre planeamento físico e da própria realidade nacional em matéria de ordenamento do território.

Em termos de factores, as opções recaíram em três aspectos: (i) O uso preferencial do solo, tal como definido nos Planos Directores Municipais, valorizando as áreas cujo zonamento é mais compatível com a ocupação industrial; (ii) A protecção ambiental na perspectiva do impacto visual das instalações industriais, representada através da visibilidade/invisibilidade do território a partir de áreas urbanas; (iii) As condições de implantação das instalações industriais,

representadas através do declive do terreno. A cada um destes três aspectos foi atribuída igual importância.

Quanto às exclusões foram consideradas as seguintes situações: (i) Uso do solo: exclusão de áreas cujo zonamento em sede de Plano Director Municipal implica total incompatibilidade com a ocupação industrial; (ii) Protecção ambiental: exclusão de áreas ecologicamente sensíveis, designadamente as que se integram na Reserva Ecológica Nacional, em áreas únicas e ecossistemas classificados e ainda *buffers* de protecção a recursos hidro-geológicos; (iii) Servidões e restrições de utilidade pública previstas na lei.

Como se referiu atrás, o modelo de localização expressa todo o seu potencial no desenvolvimento de cenários de avaliação da aptidão do solo para uso industrial. Concretamente, a importância dos critérios e as condições da decisão devem ser modeladas através de combinações de pesos (pesos de critérios e *order weights*), por forma a gerar cenários compatíveis com uma realidade naturalmente mutável, sobre a qual se desenvolvem políticas e estratégias também elas mutáveis.

A exploração do modelo pode assumir formatos de utilização prática como: (i) A identificação das áreas de maior aptidão (grupos de pixels) perfazendo uma área pré-determinada com vista a satisfazer necessidades de espaço para a actividade industrial; (ii) A avaliação ou reavaliação de áreas já destinadas ou ocupadas por uso industrial, no âmbito, por exemplo, de programas de deslocalização.

7.2 CONCLUSÕES RELATIVAS AO CASO DE ESTUDO

O modelo de localização foi aplicado ao município de Valença com o objectivo de avaliar o solo da área do seu território relativamente à aptidão para a localização de novas áreas industriais.

Os critérios foram agrupados e combinados em três níveis de análise (*cf.* Quadro 6.4), em cada um dos quais foram aplicadas combinações dos procedimentos de agregação WLC e OWA, a par de combinações de pesos de critérios e *order weights*, resultando num conjunto de quatro cenários de avaliação finais.

A aplicabilidade do modelo ficou amplamente demonstrada, quer na perspectiva da sua operacionalidade quer na perspectiva da sua utilidade.

No mais baixo nível de análise, a agregação de critérios permite uma excelente leitura do território de estudo, útil também em contextos diversos

daquele que é objecto do presente modelo. A complexidade envolvida na criação, por exemplo, dum mapa de acessibilidade do município (Figura 6.30) ou dum mapa de proximidade a infraestruturas (Figura 6.33) é eficientemente tratada e sintetizada fazendo uso das ferramentas de análise espacial e das técnicas multicritério, resultando em imagens sectoriais do território.

No nível intermédio de análise (*cf.* Quadro 6.4) obtiveram-se 6 cenários de avaliação para cada um dos três grandes grupos de critérios: (A) Critérios associados à actividade industrial; (B) Critérios associados a opções sócio-económicas e administrativas; (C) Critérios associados ao ordenamento do território.

Os diferentes cenários, que definem um espaço estratégico de decisão cobrindo seis combinações de risco/*trade-off*, deram origem a um conjunto de imagens (Figuras 6.42 a 6.59) cuja sequência permite visualizar o comportamento espacial da aptidão. Aos cenários de baixo risco/baixo *trade-off* correspondem grandes áreas de aptidão nula, enquanto nos cenários de alto risco/baixo *trade-off* as manchas amarelas/verdes de mais alto score avançam sobre as áreas brancas dos primeiros, oferecendo mais alternativas de localização. Nos cenários de maior *trade-off* e risco a variar entre os extremos e o ponto de risco neutro, verifica-se o deslocamento das manchas de potencial localização de Oeste para Este, como que "libertando-se" dos vínculos de máxima aptidão (a Oeste) constituídos pelos nós da autoestrada, pelos aglomerados urbanos e pela densidade de rede viária, e "invadindo" as áreas mais remotas e mais montanhosas.

Alguns dos cenários resultantes da agregação de critérios do segundo nível foram combinados para gerar os quatro cenários de avaliação finais (Figuras 6.64 a 6.67), os quais foram então utilizados nas seguintes operações de exploração: (i) Identificação das áreas de maior aptidão; (ii) Avaliação da área de uso industrial prevista no PDM; (iii) Avaliação das áreas de uso industrial actualmente existentes.

Em relação às áreas de maior aptidão, verifica-se para qualquer dos quatro cenários uma concentração nas zonas Centro-Oeste do município, com o cenário Fiv (aquele que pesa mais os critérios associados à actividade industrial, para os quais assume também o risco máximo) a oferecer uma solução mais "apta" e mais compacta, isto é, para um total assumido de cerca de 900 mil metros quadrados de área industrial a localizar oferece um conjunto de 7 zonas muito compactas, pouco dispersas e de mais altos scores. A análise dos Índices de Compactação Equivalentes (ICE) calculados para os quatro cenários finais permite mesmo concluir que aqueles que consideram mais fortemente os critérios associados à actividade industrial (quer por via dum maior peso, quer por via dum atitude de maior risco na avaliação) conduzem a soluções mais compactas, geradoras de

maiores inércias industriais. Tal é observável comparando os valores de ICE de Fi^* com $Fiii^*$ ($Fiii^* > Fi^*$), de Fii^* com Fiv^* ($Fiv^* > Fii^*$) e de Fi^*+Fiii^* com Fii^*+Fiv^* ($Fii^*+Fiv^* > Fi^*+Fiii^*$).

Em relação à avaliação da área de uso industrial prevista no PDM de Valença, a sobreposição do respectivo polígono com as superfícies de aptidão dos cenários finais revelou que a opção de localização do Plano está mais próxima do cenário Fi , ao qual corresponde uma atitude de compromisso resultante duma combinação equilibrada de grupos de critérios que permite *trade-off* total e onde o risco é neutro.

Finalmente, a avaliação das áreas industriais ocupadas existentes no município revela um afastamento substancial dos óptimos de qualquer dos cenários de avaliação, o que significa que estas áreas perdem competitividade e que numa eventual deslocalização de indústrias seria possível encontrar áreas francamente melhores.

7.3 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Como em qualquer exercício de investigação, não é habitual dar-se por concluída, completa ou perfeita a tarefa idealizada, pelo que há lugar à identificação de vectores directores para o prosseguimento do estudo.

Em primeiro lugar, se bem que se considere que os objectivos de formulação, implementação e aplicação do modelo de localização tenham sido integralmente conseguidos, há que prosseguir o esforço de "calibração", alargando a dimensão e a origem geográfica dos painéis de empresários, por forma a consolidar continuamente o elenco de critérios, as respectivas ponderações, e a calibração das funções de normalização. Este aspecto, sem interferir directamente na formulação conceptual do modelo, revela-se de grande interesse já que contribuirá, por um lado, para uma maior aplicabilidade do modelo e, por outro lado, para a monitorização da importância dos critérios de localização ao longo do tempo. No limite, a existência de painéis sectoriais, representativos de diferentes sectores da indústria transformadora, poderia dar origem a modelos de localização sectoriais de interesse no quadro do apoio à decisão de empresas individuais.

Uma segunda área de desenvolvimento seria o estudo das relações entre a atitude de risco/*trade-off* na avaliação e os contextos de decisão, isto é, clarificar em que condições seria aconselhável considerar um determinado cenário. As condições, ou contexto de decisão, podem ser caracterizadas pelos níveis de recursos disponíveis, pela estabilidade do "clima" (político, económico, social) que

envolve a decisão, pela atitude das empresas face aos diferentes critérios relevantes para a decisão, ou ainda pela confiança que depositam no próprio modelo de localização.

Definido um modelo de "afecção" de cenários a diferentes quadros de contexto decisional, seria possível manter uma carteira de cenários que se constituiria como agenda de intervenção face à evolução dos contextos, configurando desta forma um Sistema Espacial de Apoio à Decisão³⁵.

Um último vector de desenvolvimento futuro da investigação nesta matéria é a integração do modelo de localização industrial num modelo mais vasto de planeamento do uso do solo, do tipo multi-objectivo. Como se referiu no Capítulo introdutório, os procedimentos de afectação do uso na presença de objectivos conflituosos são ainda muito limitados para os casos em que se pretende construir arranjos de uso do solo contemplando toda a superfície do território em estudo. Presentemente, as heurísticas que se utilizam são uma extensão daquelas utilizadas em problemas de objectivo único, as quais afectam o uso às unidades de área (pixels) de acordo com o seu ranking definido a partir do score de aptidão. Considerando cada um dos mapas de aptidão referentes aos objectivos em causa como um eixo num espaço multi-dimensional (ver Figura 7.1 para um exemplo com dois objectivos, com scores a variar de 0 a 255), pode dividir-se o espaço de decisão em quatro regiões: (i) Áreas melhores para o objectivo 1 e não aptas para o objectivo 2; (ii) Áreas melhores para o objectivo 2 e não aptas para o objectivo 1; (iii) Áreas não aptas para ambos os objectivos; (iv) Áreas consideradas boas para ambos os objectivos, portanto áreas de conflito.

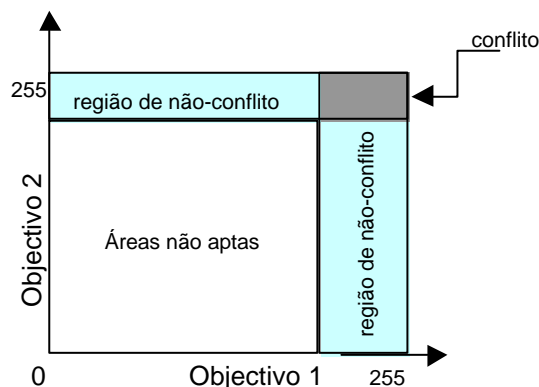


Fig. 7.1 - Afectação de usos num problema multi-objectivo
(Adaptado de Eastman *et al.*, 1998, p. 240)

As áreas de conflito são precisamente aquelas que requerem um procedimento de decisão, o qual em geral consiste na afectação do pixel ao uso

³⁵ Designado na bibliografia anglo-saxónica por SDSS (*Spatial Decision Support System*).

(objectivo) que apresenta um valor de score de aptidão mais elevado. Tendo decidido afectar um pixel da área de conflito ao objectivo 1, por exemplo, é então necessário repescar um outro pixel a afectar ao objectivo 2, para que os requisitos de área pré-definidos sejam ainda satisfeitos. Este novo pixel repescado pode, também ele, estar na área de conflito, pelo que há que iterar até que se chegue a um arranjo que respeite os requisitos de área (Eastman *et al.*, 1998).

O problema deste tipo de heurísticas é a incapacidade de acomodar "regras de vizinhança", isto é, relações de complementaridade, repulsa ou atracção entre usos do solo. Esta indiferença na decisão de afectação gera frequentemente arranjos de uso do solo extremamente dispersos, por vezes mesmo "explodidos", cuja adopção teria implicações funcionais demasiado severas, pelo que existe ainda campo de investigação de grande interesse.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abel, D.J.; Mark, D. (1990), A comparative analysis of some two-dimensional orderings. *International Journal of Geographical Systems*, Vol.4(1), pp.21-31.
- Aranoff, S. (1989), *Geographic Information Systems: A management perspective*. Ottawa: WDL Publications.
- Aydalet, P. (1985), *Economie Régional et Urbaine*. Paris: Economica.
- Birkin, M.; Graham, C.; Martin, C.; Wilson, A. (1996), *Intelligent GIS - Location decision and strategic planning*. Cambridge: GeoInformation International.
- Bosque Sendra, J. (1992), *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Rialp.
- Bossard, E.G. (1999), Envisioning Neighborhood Quality of Life Using Conditions in the Neighborhood Access To and From Conditions in the Surrounding Region. In Paola Rizzi (Ed.), *Computers in Urban Planning and Urban Management on the Edge of the Millenium*. Venice: FrancoAngeli.
- Burrough, P.A. (1986), *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford: Oxford Science.
- Caetano, Lucília (1986), *A Indústria no Distrito de Aveiro - Análise Geográfica Relativa ao Eixo Rodoviário Principal (EN nº1) Entre Malaposta e Albergaria-a-Nova*. Coimbra: Comissão de Coordenação da Região Centro.
- Campbell, J.C.; Radke, J.; Gless, J.T.; Wirtshafter, R.M. (1992), An Application of Linear Programming and Geographic Information Systems: Cropland Allocation in Antigua. *Environment and Planning*, Vol.24(4), pp.535-549.

- Cantillon, R. (1755), *Essai sur la Nature du Commerce en General* (escrito em 1725 e editado em 1755). Reeditado em 1952, INED, Paris. Tradução para inglês por Higgs, H. (1931). London: Macmillan.
- Carrière, J.; Reix, V. (1989), Investissements Étrangers au Portugal et Leurs Incidences sur les Disparités Regionales. *Estudos de Economia*, Vol.X(1), pp.51-73.
- Carver, S. J. (1991), Integrating Multi-Criteria Evaluation with Geographical Information Systems. *International Journal of Geographic Information Systems*, Vol.5(3), pp.321-339.
- Chamberlin, E. (1933), *The Theory of Monopolistic Competition*. Cambridge: Harvard University Press.
- Chen, P. (1976), The Entity-Relationship Model towards a unified view of data. *Association for Computing Machinery Transactions on Database Systems*, Vol.1(1), pp. 9-36.
- Christaller, W. (1933), *Die Zentralen Orte in Suddeutschland: Eine Okonomisch-geographisch Untersuchung uber die Gesetzmassigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit Stadtischen Funktionen*. Jena: Gustav Fischer Verlag. Tradução para inglês por Baskin, C. (1966), *Central Places in Southern Germany*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Inc..
- Codd, E.F. (1970), A relational model of data for large shared data banks. *Communications of the Association for Computing Machinery*, Vol.13(6), pp.377-387.
- Codd, E.F. (1979), Extending the database relational model to capture more meaning. *Association for Computing Machinery Transactions on Database Systems*, Vol.4, pp.397-434.
- Cooper, L. (1974), A Random Locational Equilibrium Problem. *Journal of Regional Science*, Vol.14, pp.47-54.
- Costa, J., Silva, M. (1994), *Modelo Empresarial e Dinâmico de Inovação - Final Report*. Porto: Associação Industrial Portuguesa.
- Densham, P. J. (1991), Spatial Decision Support Systems. In Maguire, D.J., Goodchild, M.F.; Rhind, D.W. (Eds), *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. Harlow: Longman, pp.403-412.

- Derycke, P. (1995), *Espaces, Proximités, Réseaux: Reflexions sur quelques concepts integrateurs entre économie spatiale et économie industrielle*. Colloque International de l'Association de Science Régionale de Langue Française, Toulouse.
- DGOTDU (1998), *Planos Directores Municipais: Georeferenciação de áreas urbanas, turísticas e Municipais*. Lisboa: DGOTDU.
- Diamond, J.T., and Wright, J.R. (1989), Efficient Land Allocation. *Journal of Urban Planning and Development*, Vol.115(2), pp.81-96.
- Eastman, J. R. (1997), *IDRISI for Windows: User's Guide. Version 2.0*. Worcester: Clark University-Graduate School of Geography.
- Eastman, J. R.; Jiang, H. (1996), Fuzzy Measures in Multi-Criteria Evaluation. Proceedings, Second International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Studies, May 21-23, Fort Collins, Colorado, pp.527-534.
- Eastman, J. R.; Jiang, H.; Toledano, J. (1998), Multi-Criteria and Multi-Objective decision Making for Land Allocation Using GIS. In Beinart, E. ; Nijkamp, P. (Eds), *Multicriteria Analysis for Land-Use Management*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 227-251.
- Eastman, J. R.; Jin, W.; Kyem, P. A. K.; Toledano, J. (1993), GIS and Decision Making, Explorations. In *Geographic Information System Technology*, Vol. 4. Geneva: UNITAR - The United Nations Institute for Training and Research.
- Eastman, J. R.; Jin, W.; Kyem, P. A. K.; Toledano, J. (1994), Raster Procedures for Multi-Criteria/Multi-Objective Decisions. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol.61(5), pp.539-547.
- Easton, A. (1973), *Complex managerial decision involving multiple objectives*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Fedra, K.; Reitsma, R.F. (1990), Decision support and geographical information systems. In Scholten, H.J.; Stillwell, J.C.H. (Eds), *Geographical Information Systems for Urban and Regional Planning*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp.177-188.

- Ferrão, J. (1985), Alguns Elementos Acerca das Questões de Investimento Industrial no Concelho de Viseu. *Desenvolvimento Regional* Vol.20, pp.25-62.
- Findlay, A.; Morris, A.; Rogerson, R. (1988), Where to live in Britain in 1988: Quality of life in British Cities. *Cities*, Vol.5(3), pp.268-276.
- Fischer, A. (1994), *Industrie et espace géographique*. Paris: Masson Éditeur.
- Frank, A.U.; Goodchild, M. (1990), *Two perspectives on spatial data modeling*. Santa Barbara: National Center of Geographic Information and Analysis.
- Garrido, C. (1985), Factores de Localização das Indústrias Transformadoras Portuguesas. *Planeamento*, Vol.7(3), pp.117-125.
- Gaspar, J. (1984), *Factores de Localização Industrial na Região Centro*. Coimbra: Comissão de Coordenação da Região Centro.
- Gilmour, J. (1974), External Economies of Scale, Inter-Industrial Linkages and Decision-Making. In Hamilton, *Spatial Perspectives on Industrial Organization and Decision Making*. London: John Wiley and Sons.
- Goodchild, M.F.; Grandfield, A.W. (1983), Optimizing raster storage: an examination of four alternatives. *International Symposium on Computer-Assisted Cartography (AUTOCARTO 6)*, Vol.1, pp.400-407.
- Greenhut, M., Colberg, M. (1962), Factors in the Location of Florida Industry. *Florida State Studies N.o 36*, Tallahassee.
- Guariso, G.; Werthner, H. (1989), *Environmental Decision Support Systems*, Chichester: Ellis Harwood.
- Hannoun, M., Templé, P. (1975), Les Facteurs de Création et the Localisation des Nouvelles Unités de Production. *Economie et Statistique* (Junho/1975).
- Harris, C. (1973), The Market as a Factor in the Location of Industry in the United States. In Blunden, J., *Regional Analysis and Development*. Harper et Row.
- Healey, R.G. (1991), Database Management Systems. In Maguire, D.J.; Goodchild, M.F.; Rhind, D.W. (Eds), *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. Harlow: Longman, pp.251-267.
- Honea, R.B.; Hake, R.C.; Durfee, R.C. (1991), Incorporating GIS into Decision Support Systems: Where Have We Come From and Where Do We Need

- To Go. In Heit, M.; Shortreid, A. (Eds) *GIS Applications in Natural Resources*. Fort Collins: GIS World Inc.
- Hoover, E. (1948), *The Location of Economic Activity*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Hotteling, H. (1929), Stability in Competition. *Economic Journal*, Vol.39.
- Huxhold, William E. (1991), *An Introduction to Urban Geographic Information Systems*. Oxford: University Press.
- Isard, W. (1949), The General Theory of Location and Space-Economy. *Quart. Journal of Economy*, Vol.63.
- Jacinto, R. (1983), Factores de Localização na Região do Centro - A Perspectiva dos Empresários. *Perspectivas do Desenvolvimento Industrial Português*. Lisboa: APEC, pp.403-426.
- Janssen, R.; Rietveld, P. (1990), Multicriteria Analysis and GIS: An Application to Agricultural Landuse in the Netherlands. In Scholten, H.J.; Stillwell, J.C.H. (Eds), *Geographical Information Systems for Urban and Regional Planning*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp.129-139.
- Jonasson, O. (1930), *Jordbrukets Beroende av det Geografiska Marknadslaget Kungliga Lantbruks Akademiens Handlingar*.
- Kaiser, E.; Godschalk, D.; Chapin, F. (1995), *Urban Land Use Planning* - 4th ed. University of Illinois Press.
- Kale, S., Lonsdale, R. (1979), Factors encouraging and discouraging plant location in nonmetropolitan areas. Em Lonsdale, *Nonmetropolitan industrialization*. London: John Wiley and Sons.
- Klaassen, L., Vanhove, N. (1980), *Regional Policy, a European Approach*. London: Saxon House.
- Lajugie, J., Delfaud, P., Lacour, C. (1985), *Espace Régional et Aménagement du Territoire* – 2^a ed.. Paris: Précis Dalloz.
- Launhardt, W. (1882), Die Bestimmung des Zweckmassigsten Standortes Einer Gewerblichen Anlage. *Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure*, Vol.26.
- Launhardt, W. (1885), *Mathematische Begründung der Volkswirtschaftslehre*. Leipzig: B. G. Teubner.

- Laurini, R.; Thompson, D. (1992), *Fundamentals of Spatial Information Systems*. London: Academic Press.
- Leung, Hok Lin (1989), *Land use planning made plain*. Kingston: Ronald P. Frye.
- Longley, Paul; Batty, Michael (1996), *Spatial Analysis: Modelling in a GIS Environment*. Cambridge: GeoInformation International.
- Lopes, A. Simões (1987), *Desenvolvimento Regional - Problemática, Teoria, Modelos*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Lösch, A. (1940), *Die Raumliche Ordnung der Wirtschaft*. Jena: Gustav Fischer. Tradução para inglês por Woglom, W. H., Stolper, W. F. (1954), *The Economics of Location*. New Haven: Yale University Press.
- Maguire, D.J. (1991), An overview and definition of GIS. In Maguire, D.J.; Goodchild, M.F.; Rhind, D.W. (Eds), *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. Harlow: Longman, pp.9-20.
- Malczewski, J. (1999), *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Martin, D. (1991), *Geographic information systems and their socioeconomic applications*. London: Routledge.
- Matos, E. (1994), A Industrialização Nascente em Viseu. *Cadernos de Economia* Vol.VIII(29), pp.31-38.
- Mendes, J. M. A. (1984), *A Área Económica de Coimbra - Estrutura e Desenvolvimento Industrial, 1867-1927*. Coimbra: Comissão de Coordenação da Região Centro.
- Mendes, José F.G. (1993), *Sistema de Informação para Planeamento e Gestão Urbanística Municipal*. Tese de Doutoramento. Braga: Universidade do Minho.
- Mendes, José F.G. (2000), Decision Strategy Spectrum for the Evaluation of Quality of Life in Cities. In *Proceedings of the International Conference on Quality of Life in Cities - ICQOLC 2000*, Singapore.
- Mendes, José F.G.; Rametta, F.; Giordano, S.; Torres, L. (1999b), A GIS Atlas of Environmental Quality in Major Portuguese Cities. In Paola Rizzi (Ed.), *Computers in Urban Planning and Urban Management on the Edge of the Millenium*. Venice: FrancoAngeli.

- Mendes, José F.G.; Silva, J.; Rametta, F.; Giordano, S. (1999a), Mapping Urban Quality of Life in Portugal: A GIS Approach. In Bento, J.; Arantes e Oliveira, E.; Pereira, E. (Eds), *EPMESC VII: Computational Methods in Engineering and Science*, Vol. 2, 1107-1115. Macao: Elsevier.
- Molle, W. (1983), *Industrial Change, Innovation and Location*. OCDE.
- NCGIA - National Center of Geographic Information and Analysis (1990), *NCGIA Core Curriculum*. Santa Barbara: University of California.
- Neves, M. A. P. (1997), *Valença: Das origens aos nossos dias*. Valença: Rotary Club.
- North, D. (1955), Location Theory and Regional Economic Growth. *Journal of Political Economy* (Junho/1955), pp.243-258.
- Ohlin, B. (1933), *Interregional and International Trade*. Cambridge: Harvard University Press.
- Osgood, C.E.; Suci, G.J.; Tannenbaum, P.H. (1957), *The Measurement of Meaning*. Urbana: University of Illinois Press.
- Palander, T. (1935), *Beitrage zur Standortstheorie*. Uppsala: Almqvist & Wiksells Boktryckeri.
- Pardal, S.; Correia, P.V.D.; Lobo, M.C. (1993), *Normas Urbanísticas*. Vol. III. Lisboa: DGOT-UTL.
- Perroux, F. (1950), Economic Space, Theory and Applications. *Quarterly Journal of Economics*, Vol.64, pp.89-104.
- Pred, A. (1967, 1969), Behaviour and Location: Foundations for a Geographic and Dynamic Location Theory, Part I and Part II. *Land Studies in Geography*, Series B, Vol.27 e Vol.28.
- Predöhl, A. (1925), Das Standortproblem in der Wirtschaftstheorie. *Weltwirts Archiv*, Vol.21.
- Predöhl, A. (1927), Zur Frage Einer Allgemein Standortstheorie. *Zeitschrift für Volkswirtschaft und Sozialpolitik*, Vol.5.
- Predöhl, A. (1928), The Theory of Location in its Relation to General Economics. *Journal of Political Economy*, Vol.36.

- Puebla, Javier G.; Gould, Michael (1994), *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Editorial Síntesis S.A.
- Rees, J., Hewings, G., Stafford, H. (1981), *Industrial Location and Regional Systems*. New York: J. F. Bergin Publications.
- Reilly, W. J. (1929), *Methods for the Study of Retail Relationships*. Austin: University of Texas Bulletin, nº2944.
- Reis, A. M. (1997), *O Foral de Valença*. Valença: Câmara Municipal.
- Rhind, D.W. (1989), Why GIS?. *ARC/News*, Vol. 11(3).
- Rhind, D.W. (1990), Global databases and GIS. In Foster, M.J.; Shand, P.J. (Eds), *The Association for Geographic Information Yearbook 1990*. London: Taylor & Francis and Miles Arnold, pp.218-223.
- Rhodes, J., Khan, A. (1971), *Office Dispersal and Regional Policy*. Cambridge: Harvard University Press.
- Richardson, H. (1973), *Regional Growth Theory*. London: Macmillan.
- Rosenthal, R.E. (1985), Concepts, Theory and Techniques: Principles of Multiobjective Optimisation. *Decision Sciences*, Vol.16(2), pp.133-152.
- Rowley, J.; Gilbert, P. (1989), The market for land information services, systems and suport. In Shand, P.; Moore, R. (eds) *The Association for Geographic Information Yearbook 1989*. London: Taylor & Francis and Miles Arnold.
- Saaty, T. L. (1977), A scaling method for priorities in hierararchical strutures. *Journal of Mathematical Psycology*, Vol.15(3), pp.234-281.
- Saaty, T. L. (1980), *The Analytical Hierarchy Process: planning, priority setting, resource allocation*. New York: McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (1987), Concepts, theory, and techniques: rank generation, preservation, and reversal in the analytic hierarchy decision process. *Decision Sciences*, Vol.18(2), pp.157-177.
- Saaty, T. L. (1990), How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, Vol.48(1), pp.9-26.
- Saaty, T. L. e Kearns, K. P. (1985), *Analytical Planning*. Oxford: Pergamon Press Ltd.

- Saaty, T. L. e Vargas, L. G. (1991), *Prediction, projection and forecasting*. Norwell: Kluwer Academic Publishers.
- Sant, M. (1975), *Industrial Movement and Regional Development: The British Case*. Oxford: Pergamon Press.
- Santos, F.; Cadima Ribeiro, J. (1992), Determinants Struturels de l'Investissement Direct Étranger: le Cas du Portugal. *Révue de Economie Régional et Urbaine*, Vol.4, pp.601-617.
- Santos, F.; Cadima Ribeiro, J. (1995a), *Teoria da Localização Espacial: Novos Desafios Exigem Novas Respostas*. Comunicação apresentada no III Encontro Nacional APDR. Porto: APDR.
- Santos, F.; Cadima Ribeiro, J. (1995b), *Industrial Location Theory Versus Empirical Evidence*. Odense: 35th CERSA.
- Schaffle, A. (1873), *Das Gesellschaftlichen System der Menschlichen Wirtschaft*. Tubingen (3ªEd.).
- Schilling, A. (1924), Die Wirtschaftsgeographischen Grundgesetze des Wettbewerbs in Mathematischer Form. *Technuk und Wirtschaft*, Vol.17.
- Schmenner, R. (1982), *Making Business Location Decisions*. London: Prentice Hall.
- Smith, D. (1971), *Industrial Location*. New York: Wiley.
- Stafford, H. (1974), The Anatomy of Location Decision: Content Analysis of Case Studies. Em Hamilton, *Spatial Perspectives on Industrial Organization and Decision Making*. London: John Wiley and Sons.
- Star, J.; Estes, J. (1991), *Geographic Information Systems. An Introduction*. New Jersey: Englewood Cliffs.
- Stillwell, W.G.; Seaver, D.A.; Edwards, W. (1981), A comparison of weight approximation techniques in multiattribute utility decision making. *Organizational Behavior and Human Performance*, Vol.28(1), pp.62-77.
- Thunen, J. Von ,(1826), *Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalokonomie. Parte I*, 1ªEd. , Hamburg: Perthes. 2ªEd. (1846), Rostock: Leopold. Tradução para francês por Laverriere, J. (1851), Paris: Guillaumin. *Parte II, Secção 1* (1850), Rostock: Leopold. Tradução para francês por Wolkoff (1857), Paris: Guillaumin. *Parte II, Secção 2 e Parte*

- III* (1863), Posthumous Ed., Rostock: Leopold. Parte I e II, Sec.1, reeditado por Waentig, H. (1ªEd. 1910, 2ªEd. 1921, 3ªEd. 1930), *Thunen, Der Isolierte Staat*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft. Tradução parcial para inglês por Wartenberg, C. (1966), *Von Thunen's Isolated State*. Oxford: Pergamon Press.
- Tiebout, C. (1957), Location Theory, Empirical Evidence and Economic Evaluation. *Papers and Proceedings, Regional Science Association*, Vol.3, pp.74-86.
- Tomlin, D. (1990), *Geographic information systems and cartographic modeling*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Tomlin, D. (1991), Cartographic modelling. In Maguire, D.J.; Goodchild, M.F.; Rhind, D.W. (Eds), *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. Harlow: Longman, pp.361-374.
- Townroe, P. (1976), *Planning Industrial Location*. London: L. Hill Books.
- Townroe, P. (1983), United Kingdom. Em Klaassen, L. & Molle, W., *Industrial Mobility and Migration in the European Community*. London: Gower.
- Voogd, H. (1983) - *Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning*. London: Pion Ltd.
- Weber, A. (1909), *Ueber den Standort der Industrien, Part.I:Reine Theorie des Standorts*. Tubingen (1ªEd.), (2ªEd. 1922). Tradução para inglês por Friedrich, C. (1ªEd. 1929, 2ªEd. 1957), *Alfred Weber's Theory of Location of Industries*. Chicago: University of Chicago Press.
- Wedley, W. C. (1990), Combining Qualitative and Quantitative Factors: An Analytic Hierarchy Approach. *Socio-Economic Planning Sciences*, Vol.24(1), pp.57-64.
- Weigmann, H. (1931), Ideen zu Einer Theorie der Raumwirtschaft. *Weltwirts Archiv*, Vol. 34.
- Weigmann, H. (1933), *Standortstheorie und Raumwirtschaft*. Rostock: Carl Hinstorffs.
- Winterfeldt, D. Von; Edwards, W. (1986), *Decision Analysis and Behavioural Research*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Witlox, F.; Timmermans, H. (1999), Matisse: a knowledge-based system for industrial site selection and evaluation. In Paola Rizzi (Ed.), *Computers in Urban Planning and Urban Management on the Edge of the Millenium*. Venice: FrancoAngeli.
- Yager, R.R. (1988), On Ordered Weighted Averaging aggregation operators in multicriteria decision making. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol.8(1), pp.183-190.
- Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, Vol.8, pp.338-353.

ANEXO A

INQUÉRITO EFECTUADO AO PAINEL DE EMPRESÁRIOS

A.1 PAINEL DE EMPRESÁRIOS

Empresa	Concelho	Sector CAE	Escalão de nº de Pessoas ao Serviço
INDUSTRIA DE CARNES DE LABRUGE LDA	Vila Nova de Famalicão	31	50 a 99
JOAQUIM MOREIRA PINTO & FILHOS LDA	Vila Nova de Famalicão	31	100 a 199
SEARA-INDUSTRIA DE CARNES LDA	Vila Nova de Famalicão	31	100 a 199
CORTELA-ACABAMENTOS TEXTEIS DA PORTELA LDA	Vila Nova de Famalicão	32	50 a 99
POSOLIS-INDUSTRIA DE MALHAS LDA	Braga	32	100 a 199
COFEMEL-CONFECÇÕES LDA	Vila Nova de Famalicão	32	50 a 99
MANUTE-MANUFACTURAS TEXTEIS LDA	Santo Tirso	32	50 a 99
FRANCISCO RIBEIRO FILHOS LDA	Vila Nova de Famalicão	33	50 a 99
AFONSO & PINHEIRO LDA	Vila Nova de Famalicão	33	50 a 99
ESPUMATEX-INDUSTRIA DE ESPUMAS LDA	Santo Tirso	33	50 a 99
A.MOREIRA COELHO LDA	Santo Tirso	34	50 a 99
COMPANHIA DE CARTOES DO CAVADO S.A.	Braga	34	100 a 199
FAFIBOR-FABRICAÇÃO DE FILMES E DESENHOS PARA BORDAR LDA	Vila Nova de Famalicão	34	50 a 99
JOAO DE BARROS RODRIGUES & FILHOS LDA	Braga	35	200 a 499
INTRAPLAS-INDUSTRIA TRANSFORMADORA DE PLASTICOS S.A.	Santo Tirso	35	100 a 199
KURT O.JOHN-COMPONENTES PARA CALCADO LDA	Vila Nova de Famalicão	35	50 a 99
A CIMENTEIRA DO LOURO LDA	Vila Nova de Famalicão	36	50 a 99
FIBROLITE-EMPRESA DE FIBROCIMENTOS LDA	Santo Tirso	36	50 a 99
TERMOLAN-ISOLAMENTOS TERMO-ACUSTICOS LDA	Santo Tirso	36	50 a 99
ALPOR-EMPRESA PRODUTORA DE ALUMINIO S.A.	Braga	37	50 a 99
MANUEL FERNANDES FRANQUEIRA & FILHOS LDA	Braga	37	100 a 199
METALURGICA CENTRAL DA TROFA LDA	Santo Tirso	37	50 a 99
MECANARTE-METALURGICA DA LAGOA LDA	Santo Tirso	38	100 a 199
SOCITREL-SOCIEDADE INDUSTRIAL DE TREFILARIA S.A.	Santo Tirso	38	100 a 199
LOPES & CRUZ LDA	Braga	38	50 a 99

Descrição dos Sectores de actividade CAE

Sector CAE	Actividade
3	Indústrias transformadoras:
31	Indústrias da alimentação, bebidas e tabaco
32	Indústrias têxteis, do vestuário e do couro
33	Indústrias da madeira e da cortiça
34	Indústrias do papel; artes gráficas e de edição de publicações
35	Indústrias químicas dos derivados do petróleo e do carvão e dos produtos de borracha e de plástico
36	Indústrias dos produtos minerais não metálicos, com excepção dos derivados do petróleo bruto e do carvão
37	Indústrias metalúrgicas de base

38	Fabricação de produtos metálicos e de máquinas, equipamento e materiais de transporte
39	Outras indústrias transformadoras

A.2 QUESTIONÁRIO

Os formulários dos questionário são apresentados nas páginas seguintes.



Universidade do Minho
Departamento de Engenharia Civil

INQUÉRITO ÀS INDUSTRIAS PARA CARACTERIZAÇÃO
DOS CRITÉRIOS DE LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL
(Parte 1)


Utilizando a escala de valores apresentada na Figura seguinte compare cada grupo de dois critérios de localização industrial definindo a importância relativa do primeiro relativamente ao segundo.

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extremamente	Bastante menos importante	Muito	Pouco	Igual	Pouco	Muito mais importante	Bastante	Extremamente
				<input type="checkbox"/>				
Proximidade a estradas da rede principal								Proximidade a nós de autoestrada
				<input type="checkbox"/>				
Proximidade a terminal rodoviário de carga								Proximidade a nós de autoestrada
				<input type="checkbox"/>				
Proximidade a terminal ferroviário de carga								Proximidade a nós de autoestrada
				<input type="checkbox"/>				
Proximidade a porto marítimo								Proximidade a nós de autoestrada
				<input type="checkbox"/>				
Proximidade a porto fluvial								Proximidade a nós de autoestrada
				<input type="checkbox"/>				
Proximidade a aeroporto com terminal de carga								Proximidade a nós de autoestrada
				<input type="checkbox"/>				
Proximidade a terminal rodoviário de carga								Proximidade a estradas da rede principal
				<input type="checkbox"/>				
Proximidade a terminal ferroviário de carga								Proximidade a estradas da rede principal
				<input type="checkbox"/>				
Proximidade a porto marítimo								Proximidade a estradas da rede principal
				<input type="checkbox"/>				
Proximidade a porto fluvial								Proximidade a estradas da rede principal
				<input type="checkbox"/>				
Proximidade a aeroporto com terminal de carga								Proximidade a estradas da rede principal
				<input type="checkbox"/>				
Proximidade a terminal ferroviário de carga								Proximidade a terminal rodoviário de carga
				<input type="checkbox"/>				
Proximidade a porto marítimo								Proximidade a terminal rodoviário de carga

Proximidade a porto fluvial				<input type="checkbox"/>	Proximidade a terminal rodoviário de carga				
1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9	
Extremamente	Bastante menos importante	Muito	Pouco	Igual	Pouco	Muito mais importante	Bastante	Extremamente	
Proximidade a aeroporto com terminal de carga				<input type="checkbox"/>				Proximidade a terminal rodoviário de carga	
	Proximidade a porto marítimo			<input type="checkbox"/>				Proximidade a terminal ferroviário de carga	
		Proximidade a porto fluvial		<input type="checkbox"/>				Proximidade a terminal ferroviário de carga	
Proximidade a aeroporto com terminal de carga				<input type="checkbox"/>				Proximidade a terminal ferroviário de carga	
		Proximidade a porto fluvial		<input type="checkbox"/>				Proximidade a porto marítimo	
Proximidade a aeroporto com terminal de carga				<input type="checkbox"/>				Proximidade a porto marítimo	
Proximidade a aeroporto com terminal de carga				<input type="checkbox"/>				Proximidade a porto fluvial	
	População desempregada residente na freguesia			<input type="checkbox"/>				População activa residente na freguesia	
	População empregada no sector secundário e residente na freguesia			<input type="checkbox"/>				População activa residente na freguesia	
	População empregada no sector secundário e residente na freguesia			<input type="checkbox"/>				População desempregada residente na freguesia	
Densidade industrial (medida pelo emprego no sector secundário por freguesia)				<input type="checkbox"/>				Proximidade a aglomerados industriais	
	Proximidade a rede de drenagem de águas residuais			<input type="checkbox"/>				Proximidade a rede de abastecimento de água	
Proximidade a rede de distribuição electricidade				<input type="checkbox"/>				Proximidade a rede de abastecimento de água	
	Proximidade a rede de abastecimento de gás			<input type="checkbox"/>				Proximidade a rede de abastecimento de água	
	Proximidade a rede de comunicações			<input type="checkbox"/>				Proximidade a rede de abastecimento de água	
	Proximidade a ponto de recolha de resíduos sólidos			<input type="checkbox"/>				Proximidade a rede de abastecimento de água	
Proximidade a rede de distribuição electricidade				<input type="checkbox"/>				Proximidade a rede de drenagem de águas residuais	
	Proximidade a rede de abastecimento de gás			<input type="checkbox"/>				Proximidade a rede de drenagem de águas residuais	
	Proximidade a rede de comunicações			<input type="checkbox"/>				Proximidade a rede de drenagem de águas residuais	
	Proximidade a ponto de recolha de resíduos sólidos			<input type="checkbox"/>				Proximidade a rede de drenagem de águas residuais	
Proximidade a rede de abastecimento de gás				<input type="checkbox"/>				Proximidade a rede de distribuição electricidade	
	Proximidade a rede de comunicações			<input type="checkbox"/>				Proximidade a rede de distribuição electricidade	
	Proximidade a ponto de recolha de resíduos sólidos			<input type="checkbox"/>				Proximidade a rede de distribuição electricidade	

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extremamente	Bastante menos importante	Muito	Pouco	Igual	Pouco	Muito mais importante	Bastante	Extremamente
	Proximidade a rede de comunicações			<input type="checkbox"/>				Proximidade a rede de abastecimento de gás
	Proximidade a ponto de recolha de resíduos sólidos			<input type="checkbox"/>				Proximidade a rede de abastecimento de gás
	Proximidade a ponto de recolha de resíduos sólidos			<input type="checkbox"/>				Proximidade a rede de comunicações
	Proximidade a um centro coordenador de transportes rodo e ferroviários			<input type="checkbox"/>				Proximidade a um CBD (centro administrativo)
	Proximidade a corporação de bombeiros			<input type="checkbox"/>				Proximidade a um CBD (centro administrativo)
	Proximidade a serviço de saúde com urgência/emergência			<input type="checkbox"/>				Proximidade a um CBD (centro administrativo)
	Proximidade a laboratório de cálculo/medida/controlo			<input type="checkbox"/>				Proximidade a um CBD (centro administrativo)
	Proximidade a corporação de bombeiros			<input type="checkbox"/>				Proximidade a um centro coordenador de transportes rodo e ferroviários
	Proximidade a serviço de saúde com urgência/emergência			<input type="checkbox"/>				Proximidade a um centro coordenador de transportes rodo e ferroviários
	Proximidade a laboratório de cálculo/medida/controlo			<input type="checkbox"/>				Proximidade a um centro coordenador de transportes rodo e ferroviários
	Proximidade a serviço de saúde com urgência/emergência			<input type="checkbox"/>				Proximidade a corporação de bombeiros
	Proximidade a laboratório de cálculo/medida/controlo			<input type="checkbox"/>				Proximidade a corporação de bombeiros
	Proximidade a laboratório de cálculo/medida/controlo			<input type="checkbox"/>				Proximidade a serviço de saúde com urgência/emergência
	Mão-de-obra (quantidade e qualificação da mão-de-obra, por freguesia)			<input type="checkbox"/>				Acessibilidade (transporte de matérias primas e produtos finais)
	Inércia industrial			<input type="checkbox"/>				Acessibilidade (transporte de matérias primas e produtos finais)
	Infraestruturas básicas			<input type="checkbox"/>				Acessibilidade (transporte de matérias primas e produtos finais)
	Equipamentos terciários			<input type="checkbox"/>				Acessibilidade (transporte de matérias primas e produtos finais)
	Inércia industrial			<input type="checkbox"/>				Mão-de-obra (quantidade e qualificação da mão-de-obra, por freguesia)
	Infraestruturas básicas			<input type="checkbox"/>				Mão-de-obra (quantidade e qualificação da mão-de-obra, por freguesia)
	Equipamentos terciários			<input type="checkbox"/>				Mão-de-obra (quantidade e qualificação da mão-de-obra, por freguesia)
	Infraestruturas básicas			<input type="checkbox"/>				Inércia industrial
	Equipamentos terciários			<input type="checkbox"/>				Inércia industrial
	Equipamentos terciários			<input type="checkbox"/>				Infraestruturas básicas

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extremamente	Bastante menos importante	Muito	Pouco	Igual	Pouco	Muito mais importante	Bastante	Extremamente
	Proximidade a áreas com infraestruturas de recreio e lazer	<input type="checkbox"/>				Proximidade a áreas urbanas com particular qualidade de vida		
	Políticas de incentivo central (governo), à localização de novas indústrias	<input type="checkbox"/>				Políticas de incentivo municipal, à localização de novas indústrias		
	Proximidade a Universidade com ramo tecnológico	<input type="checkbox"/>				Proximidade a Parques de Ciência e Tecnologia		
	Proximidade a Instituto Politécnico com ramo tecnológico	<input type="checkbox"/>				Proximidade a Parques de Ciência e Tecnologia		
	Proximidade a Instituto Politécnico com ramo tecnológico	<input type="checkbox"/>				Proximidade a Universidade com ramo tecnológico		
	Proximidade a centros de decisão a nível central	<input type="checkbox"/>				Proximidade a centros de decisão a nível municipal		
	Políticas de incentivo à localização de novas indústrias	<input type="checkbox"/>				Preferências pessoais		
	Proximidade a centros de investigação e ensino superior	<input type="checkbox"/>				Preferências pessoais		
	Proximidade a centros de decisão	<input type="checkbox"/>				Preferências pessoais		
	Proximidade a centros de investigação e ensino superior	<input type="checkbox"/>				Políticas de incentivo à localização de novas indústrias		
	Proximidade a centros de decisão	<input type="checkbox"/>				Políticas de incentivo à localização de novas indústrias		
	Proximidade a centros de decisão	<input type="checkbox"/>				Proximidade a centros de investigação e ensino superior		



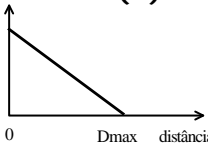
INQUÉRITO ÀS INDUSTRIAS PARA CARACTERIZAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL

(Parte 2)

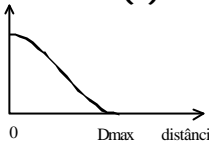
Universidade do Minho
Departamento de Engenharia Civil

Alguns dos critérios anteriormente avaliados dizem respeito a distâncias a infraestruturas, equipamentos ou serviços.
Para esses critérios, listados abaixo, defina a distância (em km) até à qual considera que é admissível considerar a sua existência num processo de localização de uma nova indústria (Dmax).
Admitindo os dois gráficos seguintes (A e B), que representam a variação da importância de um critério quando o afastamento à sua origem vai aumentando até Dmax, indique, assinalando a respectiva letra, aquele que lhe parece ser o correcto para cada um dos critérios listados.

(A)



(B)



Proximidade a nós de autoestrada:	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a estradas da rede principal:	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a terminal rodoviário de carga:	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a terminal ferroviário de carga:	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a porto marítimo:	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a porto fluvial:	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a aeroporto com terminal de carga:	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a aglomerados industriais	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a rede de abastecimento de água	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a rede de drenagem de águas residuais	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a rede de distribuição electricidade	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a rede de abastecimento de gás	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a rede de comunicações	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a ponto de recolha de resíduos sólidos	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a um CBD (centro administrativo)	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a um centro coordenador de transportes rodo e ferroviários	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a corporação de bombeiros	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a serviço de saúde com urgência/emergência	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a laboratório de cálculo/medida/controlo	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a áreas urbanas com particular qualidade de vida	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a áreas com infraestruturas de recreio e lazer	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a Parques de Ciência e Tecnologia	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a Universidade com ramo tecnológico	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a Instituto Politécnico com ramo tecnológico	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a centros de decisão a nível municipal	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Proximidade a centros de decisão a nível central	Dmax= _____ km	Gráfico:	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B

A.3 QUADROS DE RESULTADOS

No quadro seguinte é atribuído a cada um dos critérios um código, que será a forma de o identificar nos quadro de resultados.

CÓDIGO	CRITÉRIO
FAI	Factores associados à actividade industrial
FAI11	Proximidade a nós de autoestrada
FAI12	Proximidade a estradas da rede principal
FAI13	Proximidade a terminal rodoviário de carga
FAI14	Proximidade a terminal ferroviário de carga
FAI15	Proximidade a porto marítimo
FAI16	Proximidade a porto fluvial
FAI17	Proximidade a aeroporto com terminal de carga
FAI21	População activa residente na freguesia
FAI22	População desempregada residente na freguesia
FAI23	População empregada no sector secundário e residente na freguesia
FAI31	Proximidade a aglomerados industriais
FAI32	Densidade industrial (medida pelo emprego no sector secundário por freguesia)
FAI41	Proximidade a rede de abastecimento de água
FAI42	Proximidade a rede de drenagem de águas residuais
FAI43	Proximidade a rede de distribuição electricidade
FAI44	Proximidade a rede de abastecimento de gás
FAI45	Proximidade a rede de comunicações
FAI46	Proximidade a ponto de recolha de resíduos sólidos
FAI51	Proximidade a um CBD (centro administrativo)
FAI52	Proximidade a um centro coordenador de transportes rodo e ferroviários
FAI53	Proximidade a corporação de bombeiros
FAI54	Proximidade a serviço de saúde com urgência/emergência
FAI55	Proximidade a laboratório de cálculo/medida/controlo
FAI1	Acessibilidade (transporte de matérias primas e produtos finais)
FAI2	Mão-de-obra (quantidade e qualificação da mão-de-obra, por freguesia)
FAI3	Inércia industrial
FAI4	Infraestruturas básicas
FAI5	Equipamentos terciários
FASE	Factores associados a opções administrativas e sócio-económicas
FASE11	Proximidade a áreas urbanas com particular qualidade de vida
FASE12	Proximidade a áreas com infraestruturas de recreio e lazer
FASE21	Políticas de incentivo municipal, à localização de novas indústrias
FASE22	Políticas de incentivo central (governo), à localização de novas indústrias
FASE31	Proximidade a Parques de Ciência e Tecnologia
FASE32	Proximidade a Universidade com ramo tecnológico
FASE33	Proximidade a Instituto Politécnico com ramo tecnológico
FASE41	Proximidade a centros de decisão a nível municipal
FASE42	Proximidade a centros de decisão a nível central
FASE1	Preferências pessoais
FASE2	Políticas de incentivo à localização de novas indústrias
FASE3	Proximidade a centros de investigação e ensino superior
FASE4	Proximidade a centros de decisão

Nos quadro seguintes são apresentados os resultados obtidos através do inquérito efectuado.

Resultados relativos aos pesos:

Empresa	FAI11	FAI12	FAI13	FAI14	FAI15	FAI16	FAI17
1	0.2551	0.3706	0.1533	0.1151	0.0566	0.0304	0.0190
2	0.2884	0.3669	0.1625	0.0997	0.0404	0.0190	0.0232
3	0.2997	0.3866	0.1487	0.0720	0.0452	0.0218	0.0261
4	0.2393	0.4318	0.1471	0.0842	0.0381	0.0252	0.0344
5	0.1835	0.4794	0.0919	0.0770	0.0648	0.0373	0.0662
6	0.2189	0.3069	0.1486	0.1547	0.1310	0.0279	0.0121
7	0.3031	0.2856	0.1120	0.0889	0.0934	0.0366	0.0805
8	0.2841	0.3965	0.1491	0.0530	0.0519	0.0295	0.0360
9	0.1459	0.3833	0.2180	0.1194	0.0778	0.0349	0.0208
10	0.1855	0.3319	0.1709	0.1638	0.0995	0.0173	0.0312
11	0.3951	0.1416	0.1579	0.1401	0.0703	0.0237	0.0714
12	0.3041	0.2883	0.1363	0.0856	0.0797	0.0384	0.0677
13	0.0993	0.4240	0.1969	0.0918	0.0851	0.0287	0.0743
14	0.1004	0.3285	0.1861	0.1643	0.1360	0.0287	0.0561
15	0.2703	0.2882	0.1704	0.1277	0.0912	0.0166	0.0357
16	0.2030	0.3860	0.1473	0.1358	0.0706	0.0225	0.0349
17	0.1407	0.3705	0.2319	0.1113	0.0861	0.0313	0.0283
18	0.1417	0.4406	0.1452	0.1513	0.0676	0.0213	0.0324
19	0.2174	0.3869	0.1092	0.1153	0.1030	0.0297	0.0386
20	0.2315	0.4110	0.1258	0.1319	0.0563	0.0180	0.0256
21	0.0803	0.3743	0.2499	0.1532	0.0838	0.0264	0.0322
22	0.2208	0.4445	0.1506	0.0931	0.0487	0.0188	0.0236
23	0.2944	0.3123	0.1224	0.1285	0.0727	0.0260	0.0438
24	0.1568	0.3825	0.1558	0.1619	0.0785	0.0222	0.0424
25	0.2595	0.3873	0.1636	0.0994	0.0552	0.0198	0.0153
nº dados	25	25	25	25	25	25	25
média	0.2207	0.3642	0.1581	0.1167	0.0753	0.0260	0.0389
desvio padrão	0.0760	0.0679	0.0361	0.0311	0.0246	0.0063	0.0191

Empresa	FAI21	FAI22	FAI23	FAI31	FAI32
1	0.0765	0.6193	0.3042	0.6700	0.3300
2	0.4054	0.2407	0.3539	0.4200	0.5800
3	0.5653	0.4181	0.0166	0.6700	0.3300
4	0.1509	0.3497	0.4994	0.4200	0.5800
5	0.0319	0.3381	0.6300	0.0867	0.9133
6	0.0938	0.2926	0.6136	0.1700	0.8300
7	0.2842	0.4830	0.2328	0.4200	0.5800
8	0.1456	0.2378	0.6166	0.7533	0.2467
9	0.0228	0.4287	0.5485	0.4200	0.5800
10	0.1509	0.7497	0.0994	0.4200	0.5800
11	0.0484	0.6643	0.2873	0.6700	0.3300
12	0.0556	0.7867	0.1577	0.7533	0.2467
13	0.1509	0.3497	0.4994	0.4200	0.5800
14	0.0556	0.7867	0.1577	0.1700	0.8300
15	0.1080	0.7433	0.1487	0.7533	0.2467
16	0.0228	0.7988	0.1784	0.4200	0.5800
17	0.0556	0.7867	0.1577	0.4200	0.5800
18	0.0703	0.8967	0.0330	0.1700	0.8300
19	0.0649	0.6303	0.3048	0.4200	0.5800
20	0.0289	0.7845	0.1866	0.7533	0.2467
21	0.1509	0.7497	0.0994	0.5867	0.4133
22	0.0228	0.7988	0.1784	0.7533	0.2467
23	0.0556	0.4080	0.5364	0.6700	0.3300
24	0.0319	0.8803	0.0878	0.6700	0.3300
25	0.0389	0.8191	0.1420	0.4200	0.5800
n° dados	25	25	25	25	25
média	0.1155	0.6017	0.2828	0.5000	0.5000
desvio padrão	0.1264	0.2158	0.1932	0.2034	0.2034

Empresa	FAI41	FAI42	FAI43	FAI44	FAI45	FAI46
1	0.2082	0.2172	0.2208	0.0820	0.1589	0.1129
2	0.1589	0.1472	0.1959	0.1706	0.1719	0.1555
3	0.0520	0.2668	0.1623	0.0340	0.3148	0.1701
4	0.0887	0.0769	0.3670	0.0591	0.3833	0.0250
5	0.1031	0.0913	0.4639	0.0455	0.2787	0.0175
6	0.0774	0.0278	0.4431	0.1210	0.3111	0.0196
7	0.0908	0.0423	0.3944	0.1534	0.3046	0.0145
8	0.0814	0.0696	0.4553	0.0964	0.2722	0.0251
9	0.1092	0.0974	0.3845	0.0837	0.3070	0.0182
10	0.0740	0.0364	0.4308	0.1596	0.2801	0.0191
11	0.1181	0.0671	0.3727	0.0635	0.3487	0.0299
12	0.0945	0.0827	0.3701	0.1066	0.3243	0.0218
13	0.0969	0.0517	0.3514	0.1043	0.3704	0.0253
14	0.0988	0.0870	0.3487	0.2251	0.2217	0.0187
15	0.1413	0.0383	0.4645	0.1133	0.2196	0.0230
16	0.0901	0.0525	0.3584	0.1381	0.3344	0.0265
17	0.0856	0.0405	0.4275	0.1622	0.2565	0.0277
18	0.1094	0.0426	0.4104	0.1573	0.2515	0.0288
19	0.1864	0.0417	0.4080	0.1198	0.2183	0.0258
20	0.0846	0.0728	0.4458	0.1173	0.2522	0.0273
21	0.1301	0.0347	0.4335	0.0927	0.2822	0.0268
22	0.0573	0.0455	0.4757	0.1396	0.2610	0.0209
23	0.0688	0.0314	0.4848	0.1329	0.2709	0.0112
24	0.0627	0.0509	0.4639	0.1601	0.2343	0.0281
25	0.0713	0.0222	0.4904	0.1482	0.2531	0.0148
n° dados	25	25	25	25	25	25
média	0.1015	0.0734	0.3930	0.1195	0.2753	0.0373
desvio padrão	0.0376	0.0571	0.0854	0.0434	0.0544	0.0413

Empresa	FAI51	FAI52	FAI53	FAI54	FAI55
1	0.2913	0.2939	0.0866	0.2666	0.0615
2	0.2295	0.5578	0.0884	0.0904	0.0338
3	0.0737	0.1920	0.3806	0.3153	0.0383
4	0.2792	0.3344	0.2416	0.1024	0.0423
5	0.2504	0.5429	0.1054	0.0705	0.0307
6	0.1148	0.5519	0.2055	0.0931	0.0346
7	0.2400	0.2952	0.2024	0.2183	0.0440
8	0.0941	0.5323	0.1535	0.1694	0.0506
9	0.1278	0.5126	0.1752	0.1439	0.0404
10	0.0949	0.5197	0.2144	0.1395	0.0314
11	0.2218	0.5784	0.1017	0.0683	0.0297
12	0.1605	0.4651	0.1757	0.1417	0.0569
13	0.2634	0.5699	0.0933	0.0436	0.0297
14	0.1098	0.5464	0.2135	0.1005	0.0297
15	0.1190	0.6428	0.0879	0.1038	0.0464
16	0.2298	0.5766	0.1027	0.0649	0.0259
17	0.2154	0.6074	0.0606	0.0765	0.0400
18	0.5147	0.3186	0.0933	0.0436	0.0297
19	0.2406	0.5443	0.1087	0.0728	0.0335
20	0.2217	0.5964	0.0677	0.0836	0.0305
21	0.4891	0.2958	0.1087	0.0728	0.0335
22	0.2700	0.5460	0.0968	0.0600	0.0271
23	0.1119	0.5503	0.2158	0.0902	0.0317
24	0.4725	0.3570	0.0544	0.0703	0.0457
25	0.2369	0.6157	0.0822	0.0387	0.0264
nº dados	25	25	25	25	25
média	0.2269	0.4857	0.1407	0.1097	0.0370
desvio padrão	0.1178	0.1245	0.0744	0.0676	0.0093

Empresa	FAI1	FAI2	FAI3	FAI4	FAI5
1	0.2672	0.3323	0.1054	0.0938	0.2013
2	0.1921	0.1911	0.0401	0.4637	0.1130
3	0.1694	0.2766	0.0838	0.3641	0.1061
4	0.1178	0.4018	0.0842	0.3036	0.0926
5	0.1178	0.4018	0.0842	0.3036	0.0926
6	0.2912	0.2779	0.0376	0.0722	0.3211
7	0.1905	0.5062	0.0284	0.0512	0.2237
8	0.2839	0.2706	0.0294	0.0831	0.3330
9	0.4498	0.2611	0.0485	0.1030	0.1376
10	0.2305	0.4332	0.0362	0.0773	0.2228
11	0.2912	0.2779	0.0376	0.0722	0.3211
12	0.1765	0.4371	0.0423	0.1050	0.2391
13	0.4529	0.1658	0.0490	0.1096	0.2227
14	0.3500	0.1201	0.0419	0.1009	0.3871
15	0.4298	0.1697	0.0600	0.1135	0.2270
16	0.1549	0.4137	0.0787	0.1186	0.2341
17	0.4687	0.1776	0.0331	0.0545	0.2661
18	0.4771	0.2412	0.0267	0.0521	0.2029
19	0.2961	0.2828	0.0341	0.0987	0.2883
20	0.1817	0.4455	0.0501	0.1206	0.2021
21	0.2915	0.0965	0.2608	0.0674	0.2838
22	0.2389	0.2256	0.0534	0.1557	0.3264
23	0.4627	0.2792	0.0278	0.0439	0.1864
24	0.3353	0.3220	0.0376	0.0810	0.2241
25	0.2313	0.3407	0.0522	0.0857	0.2901
nº dados	25	25	25	25	25
média	0.2860	0.2939	0.0585	0.1318	0.2298
desvio padrão	0.1131	0.1068	0.0462	0.1054	0.0780

Empresa	FASE11	FASE12	FASE21	FASE22	FASE31	FASE32	FASE33
1	0.7255	0.2745	0.4797	0.5203	0.5505	0.3224	0.1271
2	0.8255	0.1745	0.5792	0.4208	0.5712	0.4114	0.0174
3	0.6525	0.3475	0.5472	0.4528	0.4721	0.3496	0.1783
4	0.7425	0.2575	0.4932	0.5068	0.5205	0.4328	0.0467
5	0.6825	0.3175	0.4150	0.5850	0.4818	0.3737	0.1445
6	0.6852	0.3148	0.4846	0.5154	0.4973	0.3735	0.1292
7	0.6523	0.3477	0.5068	0.4932	0.4565	0.3395	0.2040
8	0.6582	0.3418	0.4411	0.5589	0.4604	0.3170	0.2226
9	0.7852	0.2148	0.6911	0.3089	0.5029	0.3988	0.0983
10	0.7436	0.2564	0.4576	0.5424	0.5728	0.3693	0.0579
11	0.6875	0.3125	0.5419	0.4581	0.4734	0.3436	0.1830
12	0.7564	0.2436	0.5815	0.4185	0.5884	0.4010	0.0106
13	0.6521	0.3479	0.5538	0.4462	0.4677	0.3537	0.1786
14	0.6527	0.3473	0.5530	0.4470	0.4972	0.3063	0.1965
15	0.6185	0.3815	0.3683	0.6317	0.3390	0.2792	0.3818
16	0.7425	0.2575	0.6132	0.3868	0.5017	0.4305	0.0678
17	0.6238	0.3762	0.4959	0.5041	0.3857	0.2885	0.3258
18	0.6834	0.3166	0.5294	0.4706	0.4114	0.3123	0.2763
19	0.6354	0.3646	0.3724	0.6276	0.3747	0.3162	0.3091
20	0.7685	0.2315	0.5578	0.4422	0.5663	0.4073	0.0264
21	0.7412	0.2588	0.5059	0.4941	0.5887	0.3908	0.0205
22	0.6852	0.3148	0.5191	0.4809	0.4100	0.3611	0.2289
23	0.8225	0.1775	0.4998	0.5002	0.5403	0.4588	0.0009
24	0.8425	0.1575	0.5928	0.4072	0.5173	0.4586	0.0241
25	0.6525	0.3475	0.5020	0.4980	0.4281	0.3394	0.2325
nº dados	25	25	25	25	25	25	25
média	0.7087	0.2913	0.5153	0.4847	0.4870	0.3654	0.1476
desvio padrão	0.0642	0.0642	0.0710	0.0710	0.0673	0.0497	0.1074

Empresa	FASE41	FASE42	FASE1	FASE2	FASE3	FASE4
1	0.5572	0.4428	0.1765	0.2095	0.2685	0.3455
2	0.5811	0.4189	0.1765	0.1910	0.2838	0.3487
3	0.4789	0.5211	0.2247	0.1618	0.3260	0.2875
4	0.4993	0.5007	0.1697	0.1896	0.2781	0.3626
5	0.4872	0.5128	0.2204	0.2041	0.3033	0.2722
6	0.4493	0.5507	0.1943	0.1764	0.3069	0.3224
7	0.5770	0.4230	0.2158	0.1722	0.2428	0.3692
8	0.4347	0.5653	0.2235	0.1655	0.2406	0.3704
9	0.4271	0.5729	0.1837	0.2035	0.2983	0.3145
10	0.4696	0.5304	0.2257	0.1798	0.3298	0.2647
11	0.5645	0.4355	0.2282	0.1718	0.3240	0.2760
12	0.5702	0.4298	0.2268	0.1783	0.2673	0.3276
13	0.5203	0.4797	0.1757	0.1854	0.2696	0.3693
14	0.4551	0.5449	0.1692	0.2179	0.3001	0.3128
15	0.5622	0.4378	0.1709	0.1826	0.2915	0.3550
16	0.5752	0.4248	0.2218	0.1940	0.2403	0.3439
17	0.5395	0.4605	0.1929	0.1954	0.2941	0.3176
18	0.5363	0.4637	0.2289	0.1834	0.3041	0.2836
19	0.5402	0.4598	0.1916	0.2132	0.2429	0.3523
20	0.4923	0.5077	0.1815	0.1979	0.2792	0.3414
21	0.5489	0.4511	0.2182	0.1898	0.3199	0.2721
22	0.5674	0.4326	0.2062	0.1719	0.2488	0.3731
23	0.5450	0.4550	0.1744	0.2032	0.2963	0.3261
24	0.5369	0.4631	0.2289	0.2076	0.2572	0.3063
25	0.5204	0.4796	0.2113	0.1862	0.3155	0.2870
nº dados	25	25	25	25	25	25
média	0.5214	0.4786	0.2015	0.1893	0.2852	0.3241
desvio padrão	0.0466	0.0466	0.0223	0.0150	0.0281	0.0345

Distâncias máximas para efeito de calibração das funções de normalização (ponto de controlo b)³⁶:

Empresa	FAI11 (km)	FAI12 (km)	FAI13 (km)	FAI14 (km)	FAI15 (km)	FAI16 (km)	FAI17 (km)
1	47.00	4.00	19.00	49.00	97.00	94.00	90.00
2	23.00	5.00	8.00	8.00	47.00	44.00	40.00
3	97.00	5.00	4.00	10.00	96.00	5.00	3.00
4	37.00	1.35	13.00	15.00	46.80	45.00	51.50
5	28.00	4.00	23.00	23.00	75.00	75.00	72.00
6	18.00	1.50	14.00	14.00	23.00	21.00	41.00
7	23.00	5.00	18.00	18.00	48.00	45.00	89.00
8	37.00	5.00	20.00	24.00	96.00	95.00	89.00
9	17.00	4.00	12.00	12.00	27.00	23.00	89.00
10	23.00	5.00	8.00	23.00	47.00	44.00	90.00
11	37.00	4.00	14.00	24.00	46.00	46.00	92.00
12	27.00	4.00	7.00	17.00	47.00	44.00	65.00
13	33.00	2.00	13.00	23.00	37.00	33.00	89.00
14	12.00	2.00	4.00	19.00	46.00	46.00	92.00
15	17.00	1.00	3.00	28.00	37.00	35.00	69.00
16	21.00	5.00	14.00	39.00	57.00	55.00	87.00
17	17.00	5.00	3.00	8.00	26.00	26.00	50.00
18	17.00	4.00	7.00	22.00	46.00	46.00	90.00
19	37.00	2.00	8.00	23.00	58.00	54.00	68.00
20	18.00	3.00	11.00	21.00	46.00	43.00	93.00
21	21.00	4.00	8.00	23.00	48.00	45.00	38.00
22	27.00	1.00	9.00	9.00	48.00	45.00	92.00
23	21.00	5.00	8.00	18.00	48.00	43.00	40.00
24	18.00	1.50	8.00	18.00	57.00	54.00	88.00
25	11.00	4.00	4.00	14.00	48.00	45.00	40.00
nº dados	25	25	25	25	25	25	25
média	27.36	3.49	10.40	20.08	51.91	46.04	69.90
desvio padrão	17.10	1.47	5.52	9.22	19.82	19.70	25.06

³⁶ Relativamente à curva *fuzzy* a adoptar, todos os empresários escolheram a mesma resposta para o conjunto dos critérios, tendo-se obtido um resultado de 21% de respostas para a curva A (linear) e 79% de respostas para a curva B (sigmoidal). As respostas foram unânimes na consideração do ponto de controlo a igual a zero.

Empresa	FAI31 (km)	FAI41 (m)	FAI42 (m)	FAI43 (m)	FAI44 (m)	FAI45 (m)	FAI46 (m)
1	4.00	150.00	400.00	400.00	400.00	400.00	100.00
2	2.00	445.00	445.00	850.00	850.00	875.00	150.00
3	2.00	300.00	600.00	2000.00	450.00	100.00	1500.00
4	4.25	425.00	420.00	400.00	400.00	350.00	1250.00
5	4.00	75.00	75.00	225.00	950.00	150.00	150.00
6	5.00	500.00	500.00	850.00	900.00	400.00	400.00
7	2.00	200.00	100.00	850.00	900.00	400.00	750.00
8	5.00	300.00	225.00	425.00	950.00	750.00	1000.00
9	5.00	500.00	450.00	420.00	400.00	400.00	250.00
10	4.00	175.00	175.00	425.00	450.00	200.00	200.00
11	5.00	200.00	200.00	400.00	400.00	400.00	200.00
12	4.00	250.00	190.00	400.00	400.00	400.00	500.00
13	2.00	150.00	150.00	200.00	200.00	200.00	500.00
14	4.00	500.00	500.00	850.00	850.00	850.00	1000.00
15	2.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	1000.00
16	2.00	125.00	125.00	425.00	450.00	950.00	2000.00
17	3.00	250.00	250.00	750.00	850.00	850.00	500.00
18	4.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
19	2.00	300.00	300.00	450.00	850.00	850.00	1500.00
20	1.00	150.00	150.00	300.00	300.00	300.00	1000.00
21	2.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
22	1.00	200.00	100.00	400.00	400.00	400.00	400.00
23	5.00	750.00	750.00	700.00	800.00	800.00	500.00
24	5.00	250.00	250.00	400.00	400.00	400.00	1000.00
25	1.00	150.00	150.00	250.00	250.00	250.00	150.00
nº dados	25	25	25	25	25	25	25
média	3.21	289.80	296.20	530.80	548.00	463.00	664.00
desvio padrão	1.45	165.95	182.25	374.87	267.50	265.86	516.50

Empresa	FAI51 (km)	FAI52 (km)	FAI53 (km)	FAI54 (km)	FAI55 (km)
1	25.00	10.00	5.00	15.00	40.00
2	25.00	10.00	5.00	10.00	35.00
3	15.00	6.00	5.00	4.00	20.00
4	5.25	6.25	5.75	7.75	50.00
5	25.00	5.00	7.50	7.50	47.00
6	30.00	10.00	5.00	7.00	25.00
7	20.00	10.00	5.00	15.00	25.00
8	20.00	10.00	5.00	4.00	19.00
9	15.00	10.00	5.00	6.00	20.00
10	25.00	5.00	5.00	7.00	25.00
11	25.00	10.00	2.50	5.00	50.00
12	20.00	10.00	10.00	8.00	45.00
13	20.00	10.00	4.00	7.50	20.00
14	15.00	10.00	5.00	7.00	15.00
15	15.00	10.00	5.00	6.00	50.00
16	8.00	10.00	10.00	10.00	7.75
17	15.00	5.00	6.00	5.00	50.00
18	25.00	5.00	5.00	6.00	23.00
19	10.00	10.00	8.00	10.00	45.00
20	7.50	5.00	5.00	5.00	40.00
21	5.00	5.00	5.00	5.00	40.00
22	10.00	10.00	10.00	10.00	40.00
23	10.00	5.00	5.00	5.00	7.50
24	15.00	10.00	10.00	10.00	10.00
25	7.50	5.00	5.00	5.00	30.00
nº dados	25	25	25	25	25
média	16.53	8.09	5.95	7.51	31.17
desvio padrão	7.35	2.41	2.06	2.98	14.29

Empresa	FASE11 (km)	FASE12 (km)	FASE31 (km)	FASE32 (km)	FASE33 (km)	FASE41 (km)	FASE42 (km)
1	20.00	45.00	35.00	50.00	45.00	30.00	230.00
2	25.00	40.00	55.00	55.00	40.00	40.00	230.00
3	20.00	50.00	50.00	45.00	50.00	25.00	200.00
4	15.00	50.00	35.00	50.00	35.00	30.00	180.00
5	15.00	45.00	50.00	40.00	40.00	30.00	260.00
6	20.00	55.00	50.00	55.00	45.00	40.00	240.00
7	20.00	35.00	35.00	40.00	55.00	40.00	270.00
8	20.00	50.00	50.00	45.00	40.00	35.00	220.00
9	20.00	45.00	40.00	40.00	45.00	30.00	220.00
10	20.00	40.00	50.00	55.00	45.00	30.00	190.00
11	20.00	40.00	40.00	35.00	40.00	30.00	200.00
12	20.00	35.00	45.00	35.00	55.00	40.00	220.00
13	15.00	40.00	45.00	50.00	50.00	35.00	180.00
14	15.00	35.00	40.00	45.00	50.00	30.00	240.00
15	15.00	50.00	40.00	40.00	50.00	40.00	270.00
16	15.00	40.00	35.00	50.00	50.00	30.00	250.00
17	20.00	45.00	40.00	45.00	35.00	35.00	180.00
18	15.00	55.00	50.00	45.00	50.00	40.00	180.00
19	20.00	45.00	55.00	45.00	50.00	25.00	170.00
20	25.00	40.00	35.00	45.00	35.00	40.00	230.00
21	15.00	45.00	45.00	45.00	35.00	30.00	230.00
22	20.00	55.00	35.00	55.00	45.00	40.00	180.00
23	20.00	40.00	35.00	55.00	40.00	30.00	220.00
24	20.00	45.00	45.00	35.00	40.00	35.00	220.00
25	15.00	45.00	50.00	40.00	45.00	30.00	230.00
nº dados	25	25	25	25	25	25	25
média	18.60	44.40	43.40	45.60	44.40	33.60	217.60
desvio padrão	3.01	5.89	6.74	6.37	6.05	5.00	28.88

ANEXO B

DADOS ESTATÍSTICOS DO CONCELHO DE VALENÇA

Nas páginas seguintes apresenta-se um resumo dos dados estatísticos relativos ao Concelho de Valença.



Valença

Distrito: VIANA DO CASTELO	Área: 117
NUT II: NORTE	Freguesias: 16
NUT III: MINHO-LIMA	População: 15480
Região MARKTEST: INTERIOR NORTE	Densidade Populacional: 132



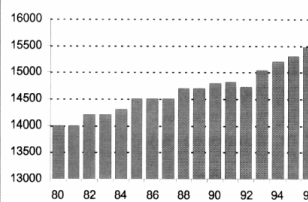
Demografia

População Censos 91:	14815
População 1996:	15480
População 2000:	15491
Tx. Nupcialidade (‰):	5.56
Tx. Divórcio (‰):	0.71
Tx. Natalidade (‰):	9.11
Tx. Mortalidade (‰):	13.78
Eleitores 1996:	12355
Eliminações(%):	2.24
Inscrições(%):	2.41

Estrutura Empresarial

	Estab.	Pess.
Agric. e Pesca:	13	86
Ind. Extractiva:	5	28
Ind. Transf.:	51	504
Electricidade...:	1	0
Construção:	49	273
Comércio:	237	721
Aloj.Restaur.:	73	283
Transp. e Com.:	17	144
Financ. e Imob.:	28	70
Outros Serv.:	31	104
Total:	505	2213

Evolução População



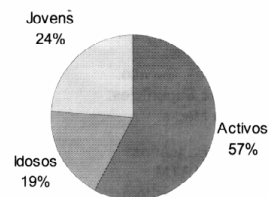
Economia

Estab. Comerciais:	363
Retalhistas:	323
Pess. Serviço:	565
Grossistas:	40
Pess. Serviço:	347
Grandes Superfícies:	2
Área Média:	1533
Dep. Bancárias:	10
Caixas ATM:	8
Média Levantam.:	14.4
Valor Levant./Dia:	569.9
Operações/Dia:	56.9

Comunicações

Rede Viária:	396
Densidade Estradas:	3.38
Concessionários Auto.:	2
Venda Automóveis:	256
Venda Ligeiros:	190
Parque Automóvel:	4753
Ligeiros/1000 Hab.:	299
Idade Média Parque:	10.30
Idade Média Ligeiros:	10.30
Postos Abastecimento:	4
Venda Combustíveis:	8056
Venda Gasolina:	1640
Venda Gasóleo:	3767
Telefones:	4760
Telefones/1000 Hab.:	307

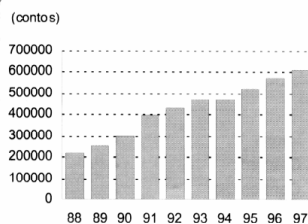
Estrutura Etária



Seg. Social

Pensionistas Seg. Soc.:	4022
% População:	25.98
Valor Médio Pensões:	27.89
Estab.	Utentes
Lares:	2 70
Creches:	1 94
Centros Dia:	0 0
ATL:	0 0
Outros:	14 24

Evolução FEF



Finanças Locais

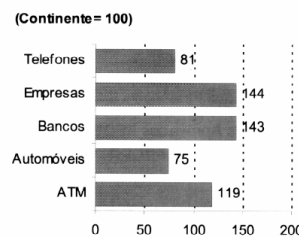
Impostos Municipais:	131204
Cont.Autárquica:	73863
Sisa:	34434
Imposto s/ Veículos:	12349
Fundo Equil.Financeiro (FEF):	605534
Projectos Aprovados FEDER	7
Comparticipação FEDER	898832

Índices MARKTEST

Sales Index (‰):	1.54
Índice de Rendimento (‰):	1.52
Índice de Conforto (‰):	1.87
Índice de Consumo (%):	94.06

Ver Fontes de Informação e Unidades de Medida das variáveis no final do relatório

Dados Comparativos per capita



O Sales Index é um estudo produzido anualmente pela MARKTEST, que se destina ao uso exclusivo da empresa que o adquiriu. Os dados apresentados são recolhidos pela MARKTEST junto das fontes produtoras, não sendo responsável por omissões ou por incorrecções dos mesmos.



FONTES DE INFORMAÇÃO

FICHAS CONCELHIAS E REGIONAIS

VARIÁVEIS	UNIDADE	ANO	FORTE
IDENTIFICAÇÃO			
Nº Freguesias	Número	1995	D.G.A.A.
Área	Km ²	1995	I.P.C.C./M.P.A.T.
DEMOGRAFIA			
População Censos 91	Número	1991	INE
População 1996	Número	1996	INE
População 2000 ⁽¹⁾	Número		MARKTEST
Taxa Nupcialidade	Permilagem	1996	INE/MARKTEST
Taxa Divórcio	Permilagem	1996	INE/MARKTEST
Taxa Natalidade	Permilagem	1996	INE/MARKTEST
Taxa Mortalidade	Permilagem	1995	INE/MARKTEST
Eleitores Inscritos	Número	1996	S.T.A.P.E.
Eliminações	Porcentagem	1996	S.T.A.P.E.
Inscrições	Porcentagem	1996	S.T.A.P.E.
ECONOMIA			
Estabelecimentos Comerciais	Número	1997	D.G.C.C.
Estabelecimentos Retalhistas	Número	1997	D.G.C.C.
Pessoal Serviço	Número	1997	D.G.C.C.
Estabelecimentos Comerciais Grossistas	Número	1997	D.G.C.C.
Pessoal ao Serviço	Número	1997	D.G.C.C.
Grandes Superfícies	Número	1997	D.G.C.C.
Área Média	m ²	1997	D.G.C.C.
Dependências Bancária	Número	1997	BPortugal
Caixas ATM	Número	1996	SIBS
Valor Médio dos Levantamentos	Contos	1996	SIBS
Valor dos Levantamentos por dia e por caixa	Contos	1996	SIBS
Nº de operações por dia e por caixa	Número	1996	SIBS
SEGURANÇA SOCIAL			
Nº de Pensionistas	Número	1996	I.G.F.S.S.
Porcentagem da População	Porcentagem	1996	I.G.F.S.S.
Valor médio mensal de Pensões	Contos	1996	I.G.F.S.S.
Nº Lares	Número	1995	I.G.F.S.S.
Utentes de Lares	Número	1995	I.G.F.S.S.
Nº Creches e Jardins de Infância	Número	1995	I.G.F.S.S.
Utentes de Creches e Jardins de Infância	Número	1995	I.G.F.S.S.
Nº Centros de dia	Número	1995	I.G.F.S.S.
Utentes de Centros de dia	Número	1995	I.G.F.S.S.
Nº ATL	Número	1995	I.G.F.S.S.
Utentes ATL	Número	1995	I.G.F.S.S.
Outros Estabelecimentos	Número	1995	I.G.F.S.S.
Utentes outros estabelecimentos	Número	1995	I.G.F.S.S.
FINANÇAS LOCAIS			
Impostos Municipais	Contos	1996	D.G.C.I.
Contribuição Autárquica	Contos	1996	D.G.C.I.
SISA	Contos	1996	D.G.C.I.
Imposto Municipal sobre Veículos	Contos	1996	D.G.C.I.
Fundo Equilíbrio Financeiro	Contos	1997	D.G.A.A.
Projecto aprovado FEDER	Número	1996	D.G.D.R.
Comparticipação FEDER	Contos	1996	D.G.D.R.
ESTRUTURA EMPRESARIAL			
Nº Estabelecimentos por CAE	Número	1995	M.Q.E.
Pessoas ao serviço em estabelecimentos por CAE	Número	1995	M.Q.E.



VARIÁVEIS	UNIDADE	ANO	FONTE
COMUNICAÇÕES			
Rede Viária	Km	1995	INE
Densidade de Estradas	Km/Km ²	1995	INE/MARKTEST
Concessionários de Automóveis ⁽²⁾	Número	1997	MARKTEST
Venda de Automóveis	Número	1996	ACAP
Venda de Ligeiros	Número	1996	ACAP
Parque Automóvel	Número	1995	C.R.A.
Ligeiros/1000 habitantes	Número	1995	C.R.A./MARKTEST
Idade Média do Parque	Anos	1995	C.R.A./MARKTEST
Idade Média dos Ligeiros	Anos	1995	C.R.A./MARKTEST
Postos de Abastecimento ⁽³⁾	Número	1997	MARKTEST
Venda de Combustíveis	Toneladas	1995	D.G.E.
Venda de Gasolina	Toneladas	1995	D.G.E.
Venda de Gasóleo	Toneladas	1995	D.G.E.
Telefones	Número	1996	Telecom
Telefones/1000 habitantes	Número	1996	Telecom/MARKTEST
ÍNDICES MARKTEST			
Sales Index	Permilagem	1998	MARKTEST
Índice de Rendimento	Permilagem	1998	MARKTEST
Índice de Conforto	Permilagem	1998	MARKTEST
Índice de Consumo	Porcentagem	1998	MARKTEST
GRÁFICOS			
Evolução da População	Número	1980 - 1996	INE
Estrutura Etária			
Jovens (0-19 anos) ⁽¹⁾	Número	1995	MARKTEST
Activos (20-64 anos) ⁽¹⁾	Número	1995	MARKTEST
Idosos (65 ou + anos) ⁽¹⁾	Número	1995	MARKTEST
Evolução do FEF	Contos	1988 - 1997	D.G.A.A.
DADOS COMPARATIVOS			
Telefones per Capita	Continente=100	1996	MARKTEST
Empresas per Capita	Continente=100	1995	MARKTEST
Bancos per Capita	Continente=100	1997	MARKTEST
Automóveis per Capita	Continente=100	1995	MARKTEST
ATM per Capita	Continente=100	1996	MARKTEST

NOTAS:

¹ Os resultados das projecções da população para os anos de 1995, 2000, 2005, e 2010 resultam de um trabalho efectuado pela MARKTEST para todos os concelhos do continente

² Resultados apurados pela MARKTEST, através de um questionário realizado nos meses de Maio, Junho, Julho e Agosto de 1997 junto de várias marcas de automóveis, ao qual responderam as seguintes: Alfa Romeo; BMW; Citroen; Fiat; Ford; Honda; Lancia; Mercedes; Mitsubishi; Nissan; Opel; Peugeot; Renault; Rover; Saab; Seat; Suzuki; Toyota; VW/Audi.

³ Resultados apurados pela MARKTEST, através de um questionário realizado nos meses de Maio, Junho, Julho e Agosto de 1997 junto de várias empresas petrolíferas, ao qual responderam as seguintes: BP/Mobil; Cepsa; Cípol; Elf; Esso; Idemitsu; Petras; Petrogal; Repsol; Shell; Total.

SIGLAS:

ACAP - Associação do Comércio Automóvel de Portugal; BPortugal - Banco de Portugal; C.R.A. - Conservatória do Registo Automóvel; D.G.A.A. - Direcção Geral da Administração Autárquica; D.G.C.C. - Direcção Geral do Comércio e Concorrência; D.G.C.I. - Direcção Geral de Contribuições e Impostos; D.G.E. - Direcção Geral da Energia; I.G.F.S.S. - Instituto de Gestão Financeira da Segurança Social; INE - Instituto Nacional de Estatística; I.P.C.C. - Instituto Português de Cartografia e Cadastro; M.P.A.T. - Ministério do Planeamento e Administração do Território; M.Q.E. - Ministério da Qualificação e do Emprego; SIBS - Sociedade Interbancária de Serviços; S.T.A.P.E. - Secretariado Técnico dos Assuntos para o Processo Eleitoral.

ANEXO C

OPERADORES DO SOFTWARE SIG *RASTER* IDRISI

Para aplicação do Modelo de Localização Industrial ao Caso de Estudo utilizou-se o *software* de SIG *raster* IDRISI for Windows version 2.0, desenvolvido no Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis, da Clark University, Worcester, MA-USA.

C.1 SIMBOLOGIA ADOPTADA PARA IDENTIFICAÇÃO DOS FICHEIROS

A simbologia adoptada visa facilitar a interpretação dos fluxogramas, sendo cada tipo de ficheiro representado por um símbolo diferente e possuindo no seu interior o respectivo nome. Na Figura C.1 são identificados os diferentes símbolos utilizados no Caso de Estudo.

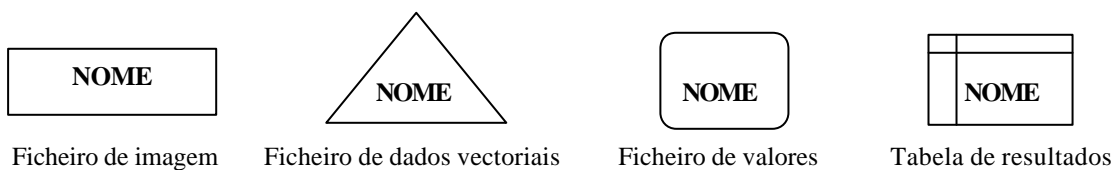


Fig. C.1 - Símbolos identificativos do tipo de ficheiros utilizados nos fluxogramas

C.2 OPERADORES

Operador:	Descrição:
AREA	Para uma determinada imagem quantifica a área dos pixels que possuem valor idêntico, podendo medir em várias unidades dependendo das características da imagem. O resultado pode ser apresentado numa imagem ou numa tabela de resultados.
ASSIGN	Gera uma imagem a partir de outra imagem, à qual altera os valores atribuídos aos pixels em função de dados disponíveis num ficheiro de valores. Por exemplo, permite a partir de uma imagem identificativa de freguesias criar uma nova imagem de população residente, pela utilização de um ficheiro que associa a cada freguesia o dado da população residente.
BUFFER	Gera uma imagem que identifica, por inclusão ou exclusão, quais os pixels que se situam até uma determinada distância, definida pelo utilizador, de um conjunto de pixels, contíguos ou não.
COST	Gera uma imagem custo-distância a partir de um conjunto de pixels, contíguos ou não, em que a distância é medida em função de um factor de custo ou fricção, definido noutra imagem. Naturalmente que a imagem com os factores de custo ou fricção tem que coincidir geograficamente e possuir pixels de dimensão idêntica aos da primeira imagem.
DISTANCE	Gera uma imagem de distâncias a um conjunto de pixels, contíguos ou não.
EDIT	Editor de texto em formato ASCII, que permite editar ou criar vários tipos de ficheiros, incluindo ficheiros de valores.
FILTER	Gera uma nova imagem em que o valor de cada pixel da imagem original é alterado em função do valor dos pixels da sua vizinhança, podendo definir-se a dimensão da área a analisar para o cálculo do novo valor e podendo utilizar-se várias operações matemáticas ou estatísticas.

Operador:	Descrição:
FUZZY	Gera uma nova imagem em que o valor de cada pixel da imagem original é alterado de acordo com uma função fuzzy.
GROUP	Gera uma nova imagem que agrupa os pixels que na imagem original possuem o mesmo valor e relação de vizinhança, atribuindo um único valor a cada grupo de pixels.
IMAGE CALCULATOR	É um ambiente interactivo que permite definir operações matemáticas e lógicas entre múltiplas imagens para gerar uma nova. Naturalmente que as imagens em causa têm que coincidir geograficamente e em dimensão de pixels, caso contrário é impossível qualquer operação entre imagens.
INITIAL	Cria uma nova imagem vazia, isto é, com valores idênticos em todos os pixels. Este operador é necessário sempre que se cria uma nova imagem a partir de um ficheiro de dados vectoriais pois permite definir as características da imagem, tais como os números de colunas e linhas, as coordenadas dos vértices e o valor a atribuir aos pixels que não coincidam com entidades vectoriais.
LINERAS	Gera uma imagem a partir de dados vectoriais relativos a linhas.
MCE	Gera uma nova imagem a partir de várias, que têm que coincidir geograficamente e em dimensão de pixels, através da agregação dos valores dos pixels de cada uma segundo um procedimento multicritério. Os modos de agregação são muito variados e podem ir desde a simples sobreposição Booleana até à aplicação de dois níveis de pesos. Este operador é interactivo com o utilizador pois permite definir de uma forma fácil operações que de outra forma teriam que ser uma sucessão de vários outros operadores.

Operador:	Descrição:
OVERLAY	Gera uma nova imagem pela sobreposição de outras, isto é, efectua determinadas operações matemáticas ou lógicas entre os valores atribuídos a pixels correspondentes em imagens diferentes que têm que coincidir geograficamente e em dimensão de pixels.
POINTRAS	Gera uma imagem a partir de dados vectoriais relativos a pontos.
POLYRAS	Gera uma imagem a partir de dados vectoriais relativos a polígonos.
RANK	Gera uma nova imagem que atribui a cada pixel um valor correspondente à ordem que este possui de acordo com um ordenamento de valores de todos os pixels na imagem original.
RECLASS	Gera uma nova imagem com uma reclassificação, definida pelo utilizador, dos valores dos pixels da imagem original.
STRETCH	Gera uma nova imagem com uma reclassificação dos valores dos pixels da imagem original de modo a estes se situarem dentro de nova escala de valores, definida pelo utilizador.
SURFACE	Gera imagens representativas do declive, da orientação de encostas e da sombra provocada pelo relevo, a partir de um Modelo Digital do Terreno.
TIN	Gera um ficheiro de dados vectoriais do tipo linha correspondente a uma malha irregular de triângulos (TIN), a partir de um ficheiro de dados vectoriais de pontos cotados ou curvas de nível.
TINSURF	Gera uma imagem representativa de uma superfície, como por exemplo um Modelo Digital do Terreno, a partir de um ficheiro TIN e do respectivo ficheiro de dados vectoriais de pontos cotados ou curvas de nível.

Operador:

VIEWSHED

Descrição:

Gera uma imagem que identifica as zonas visíveis, invisíveis e pontos de vista a partir de um ou mais pontos de vista. Para esta operação são necessárias duas imagens de dados, que coincidam geograficamente e em dimensão de pixels, uma representativa do relevo e outra que identifica os pontos de vista

ANEXO D

IMAGENS REFERENTES A FACTORES/EXCLUSÕES

D.1 INTRODUÇÃO

Para a aplicação do Modelo ao Caso de Estudo foram desenvolvidas várias imagens representativas dos vários factores e exclusões a considerar. No entanto, no Capítulo 6 foram apenas inseridos alguns exemplos, pelo que se apresenta neste Anexo a totalidade das imagens.

As imagens correspondentes aos factores são apresentadas antes e depois da normalização.

Em seguida são identificados os códigos utilizados para a denominação das imagens representativas dos factores ou exclusões:

<i>Factores associados à actividade industrial</i>		Observações
A11	Proximidade a nós de autoestrada	Foram considerados os dois nós da autoestrada A3
A12	Proximidade a estradas da rede principal	Foram consideradas as estradas da rede nacional e algumas estradas municipais
A13	Proximidade a terminal rodoviário de carga	Terminal na vila de Valença
A14	Proximidade a terminal ferroviário de carga	Terminal na vila de Valença
A15	Proximidade a porto marítimo	Foi considerado o porto de Vigo, acessível via nós da autoestrada
A16	Proximidade a aeroporto com terminal de carga	Foi considerado o aeroporto de Vigo, acessível via nós da autoestrada
A1	Acessibilidade	
A21	População activa residente na freguesia	Dados do Censo da População de 1991 (INE)
A22	População desempregada residente na freguesia	Dados do Censo da População de 1991 (INE)
A23	População empregada no sector secundário res. na freguesia	Dados do Censo da População de 1991 (INE)
A2	Mão-de-obra	
A31	Proximidade a aglomerados industriais	Consideraram-se as áreas industriais existentes
A32	Densidade industrial (emprego sect. secund/freg.)	Dados da Base Belem, 1997 (INE)

A3	Inércia industrial	
----	--------------------	--

(continuação)

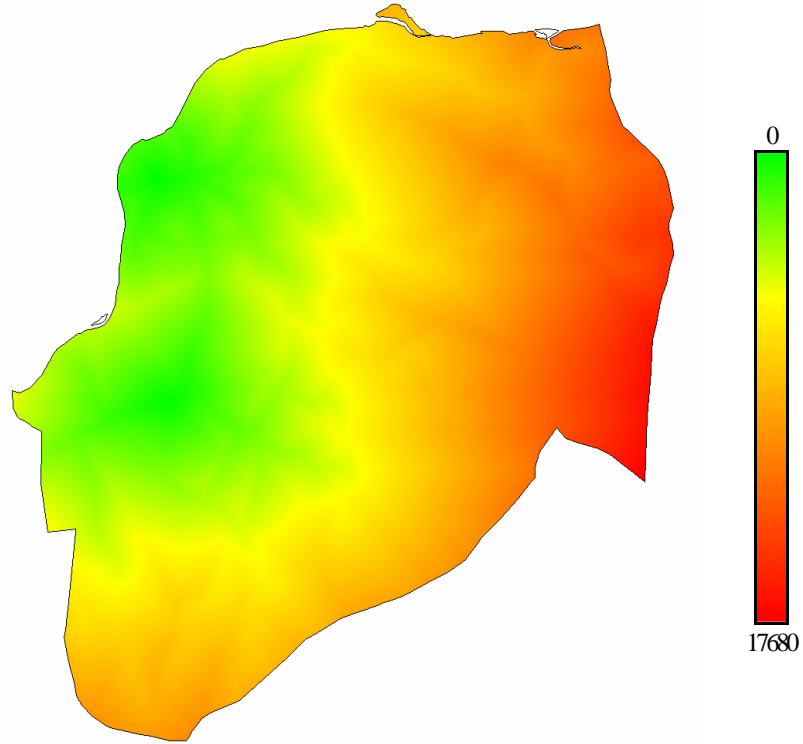
Factores associados à actividade industrial		Observações
A41	Proximidade a rede de abastecimento de água	Consideraram-se as redes existentes
A42	Proximidade a rede de drenagem de águas residuais	Consideraram-se as redes existentes
A43	Proximidade a rede de distribuição electricidade	Consideraram-se as áreas onde existe rede de distribuição
A44	Proximidade a rede de comunicações	Consideraram-se as áreas onde existe rede telefónica
A45	Proximidade a ponto de recolha de resíduos sólidos	Considerou-se a rede de recolha de resíduos domésticos
A4	Infraestruturas básicas	
A51	Proximidade a um CBD	Consideraram-se as vilas de Valença e Monção
A52	Proximidade a um centro coordenador Transp./rodo/ferrov.	Consideraram-se os centros coordenadores das vilas de Valença e Monção
A53	Proximidade a corporação de bombeiros	Consideraram-se as Corporações de Bombeiros das vilas de Valença e Monção
A54	Proximidade a serviço de saúde com urgência/emergência	Consideraram-se os Centros de Saúde das vilas de Valença e Monção
A55	Proximidade a laboratório de cálculo/medida/controlo	Consideraram-se os laboratórios do Instituto Politécnico de Viana do Castelo
A5	Equipamentos terciários	

Factores associados a opções administrativas e sócio-económicas		Observações
B11	Proximidade a áreas urbanas com particular qualidade de vida	Consideraram-se as vilas de Valença e Monção
B12	Proximidade a áreas com infraestruturas de recreio e lazer	Consideraram-se as cidades de Viana do Castelo e Vigo
B1	Preferências pessoais	
B21	Proximidade a Universidade com ramo tecnológico	Considerou-se a Universidade do Minho, em Braga
B22	Proximidade a Instituto Politécnico com ramo tecnológico	Considerou-se o Instituto Politécnico de Viana do Castelo
B2	Proximidade a centros de investigação e ensino superior	
B31	Proximidade a centros de decisão a nível municipal	Considerou-se a vila de Valença
B32	Proximidade a centros de decisão a nível central	Considerou-se a cidade do Porto
B3	Proximidade a centros de decisão	

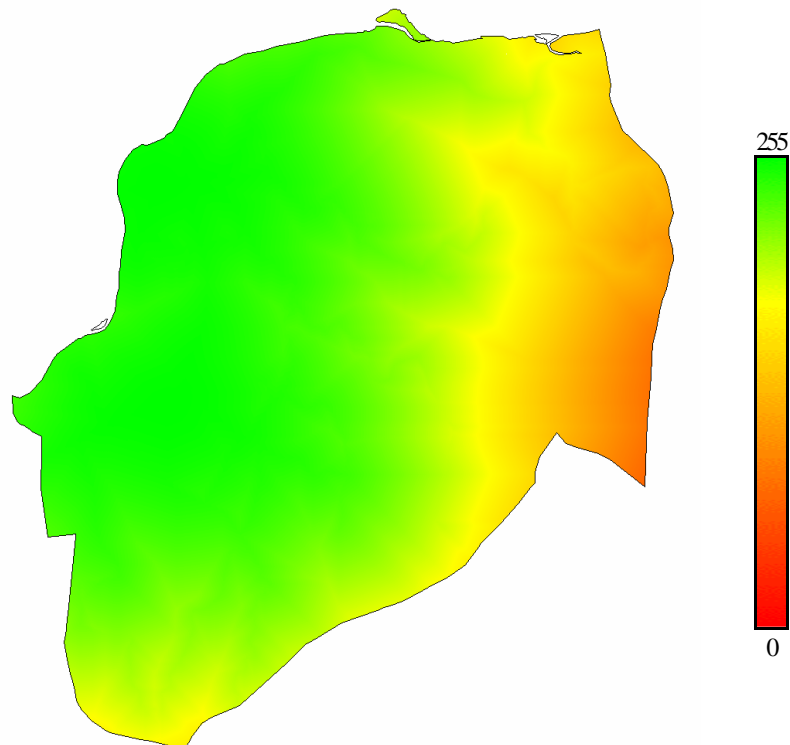
Critérios associados ao ordenamento do território		Observações
C1	Uso preferencial do solo, de acordo com PDM	Utilizou-se a Planta de Ordenamento do PDM
C2	Protecção ambiental – visibilidade a partir de áreas urbanas	Utilizou-se a base cartográfica vectorial do IGEOE para a construção do MDT
C3	Condições de implantação das instalações industriais – declive do terreno	Utilizou-se a base cartográfica vectorial do IGEOE para a construção do MDT

Exclusões		Observações
CE11	Zonas impedidas - PDM	Utilizou-se a Planta de Ordenamento do PDM
CE12	<i>Buffers</i> de protecção	Utilizou-se a Planta de Ordenamento do PDM
CE1	Uso do solo	
CE21	Reserva ecológica nacional (REN)	Utilizou-se a Planta de Condicionantes do PDM
CE22	Áreas únicas e ecossistemas classificados, não incluídos na REN	Utilizou-se a Planta de Condicionantes do PDM
CE23	<i>Buffers</i> de protecção a linhas de água	Utilizou-se a base cartográfica à escala 1/10000
CE2	Protecção ambiental	
CE31	Buffer de protecção à autoestrada	Utilizou-se a base cartográfica à escala 1/10000
CE32	Buffer de protecção às estradas principais	Utilizou-se a base cartográfica à escala 1/10000
CE33	Buffer de protecção às ferrovias	Utilizou-se a base cartográfica à escala 1/10000
CE3	Servidões administrativas e restrições de utilidade pública	
CE	Exclusões associadas ao ordenamento do território	

D.2 IMAGENS

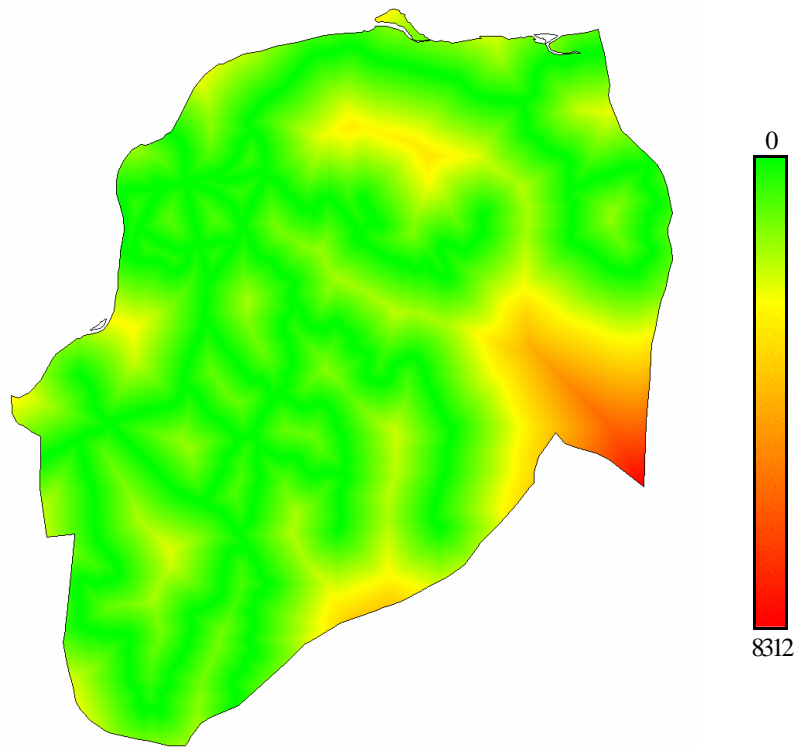


(a) não normalizado

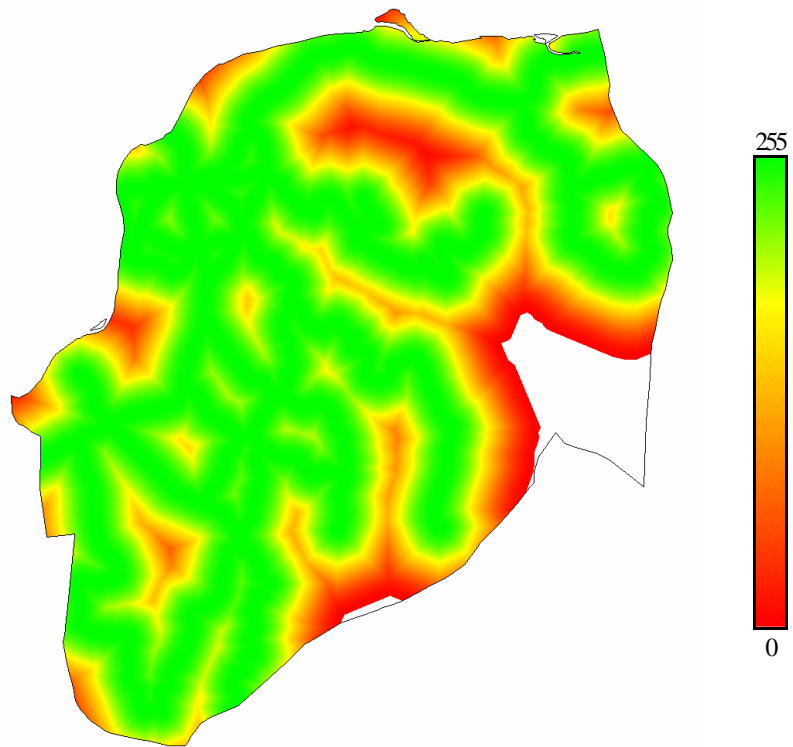


(b) normalizado

Fig. D.1 - Factor A11: não normalizado (a) e normalizado (b)

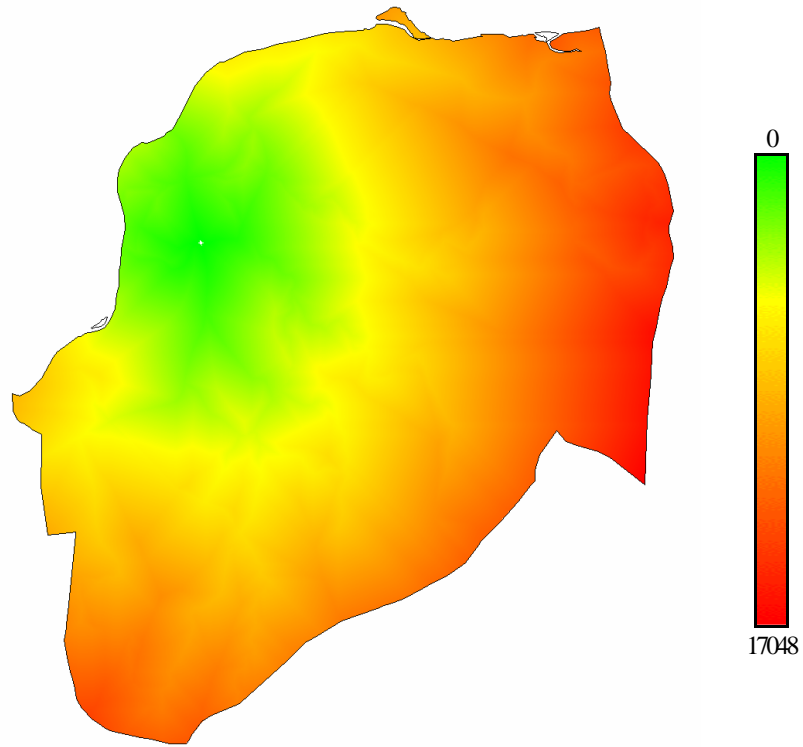


(a) não normalizado

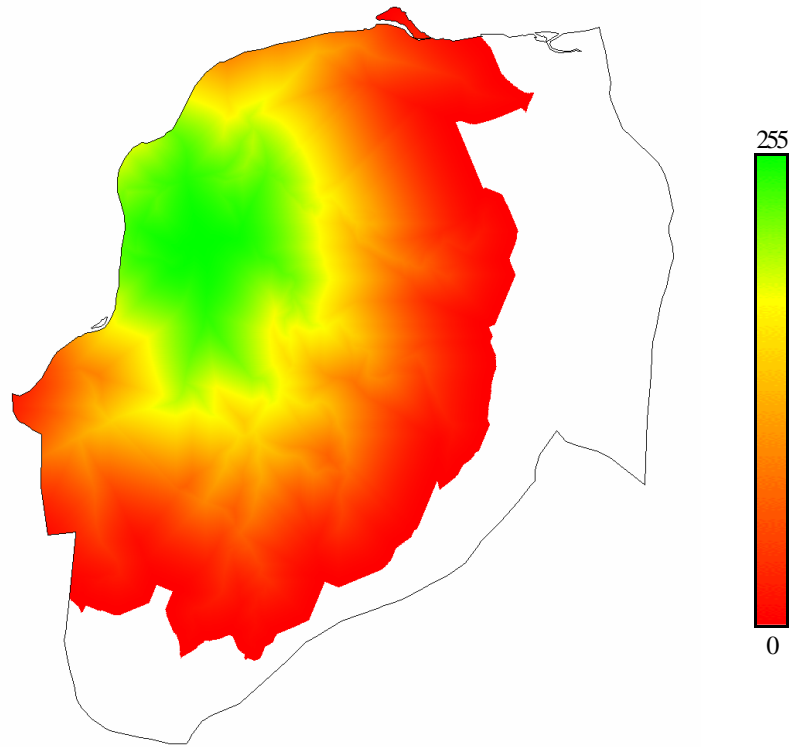


(b) normalizado

Fig. D.2 - Factor A12: não normalizado (a) e normalizado (b)

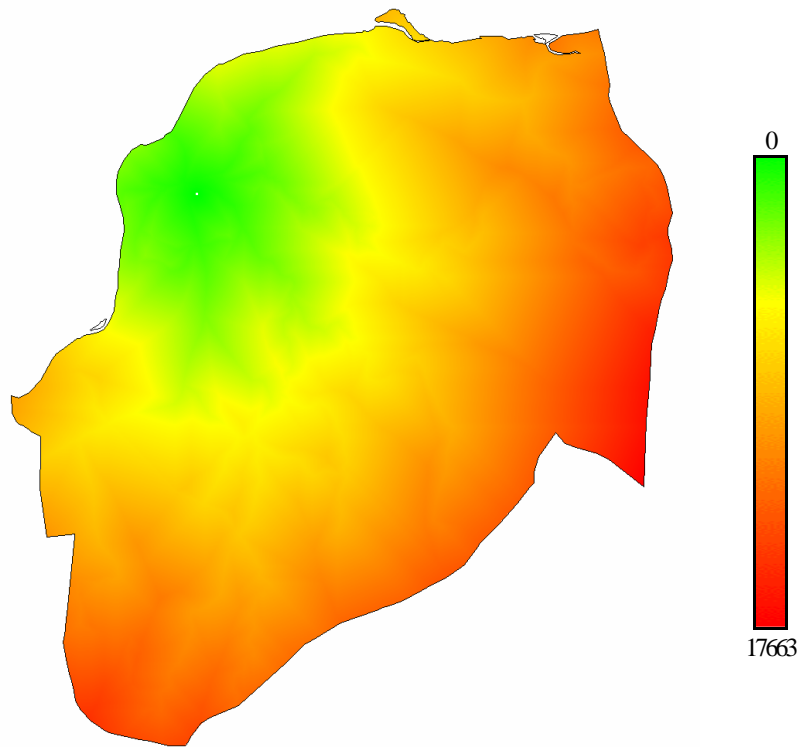


(a) não normalizado

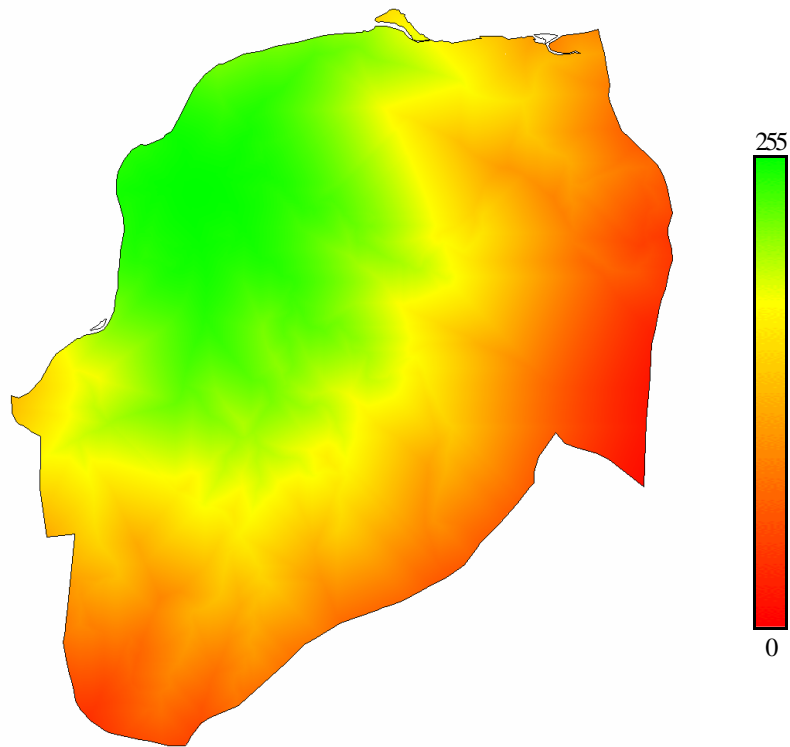


(b) normalizado

Fig. D.3 - Factor A13: não normalizado (a) e normalizado (b)

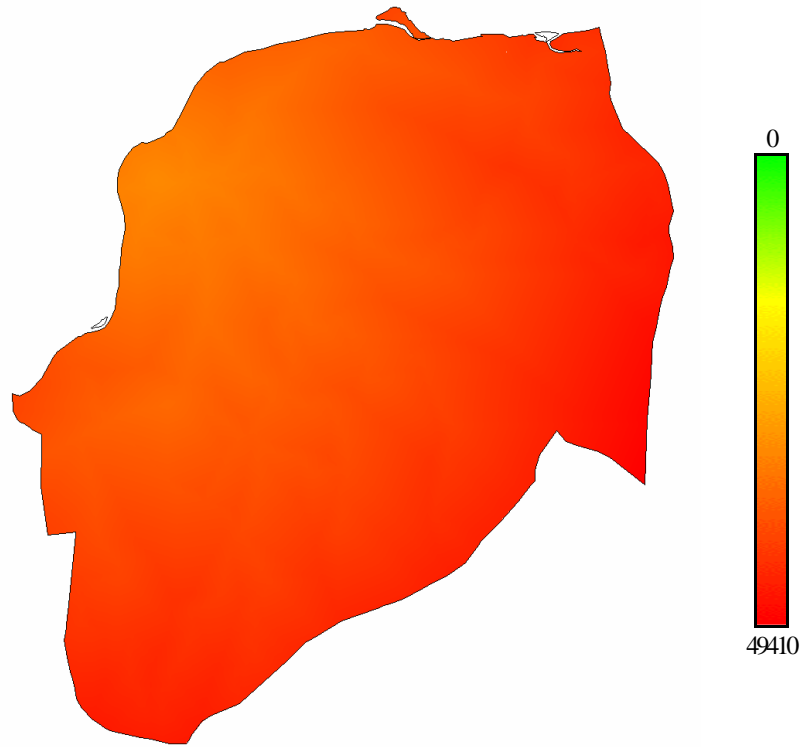


(a) não normalizado

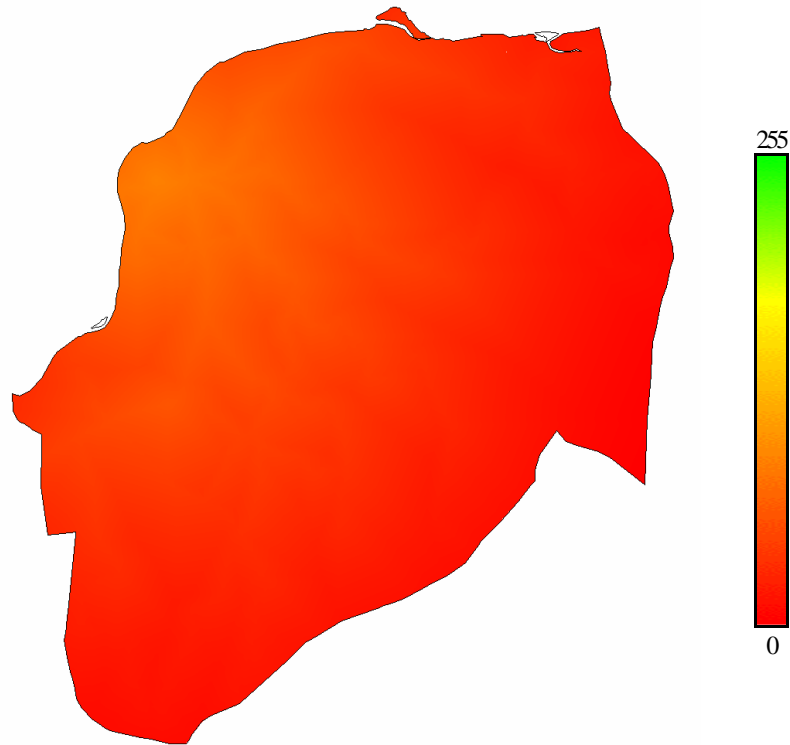


(b) normalizado

Fig. D.4 - Factor A14: não normalizado (a) e normalizado (b)

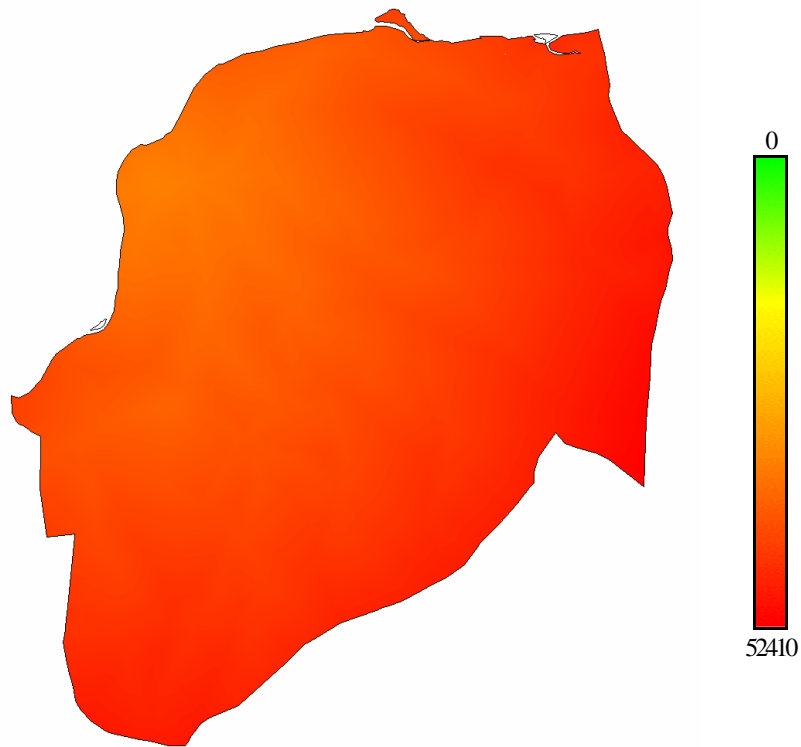


(a) não normalizado

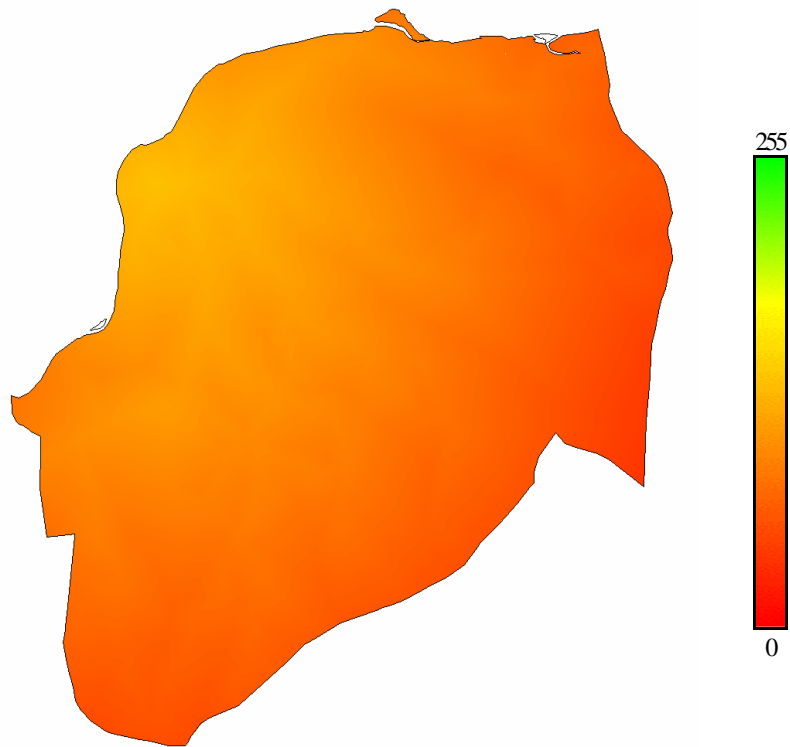


(b) normalizado

Fig. D.5 - Factor A15: não normalizado (a) e normalizado (b)



(a) não normalizado



(b) normalizado

Fig. D.6 - Factor A16: não normalizado (a) e normalizado (b)

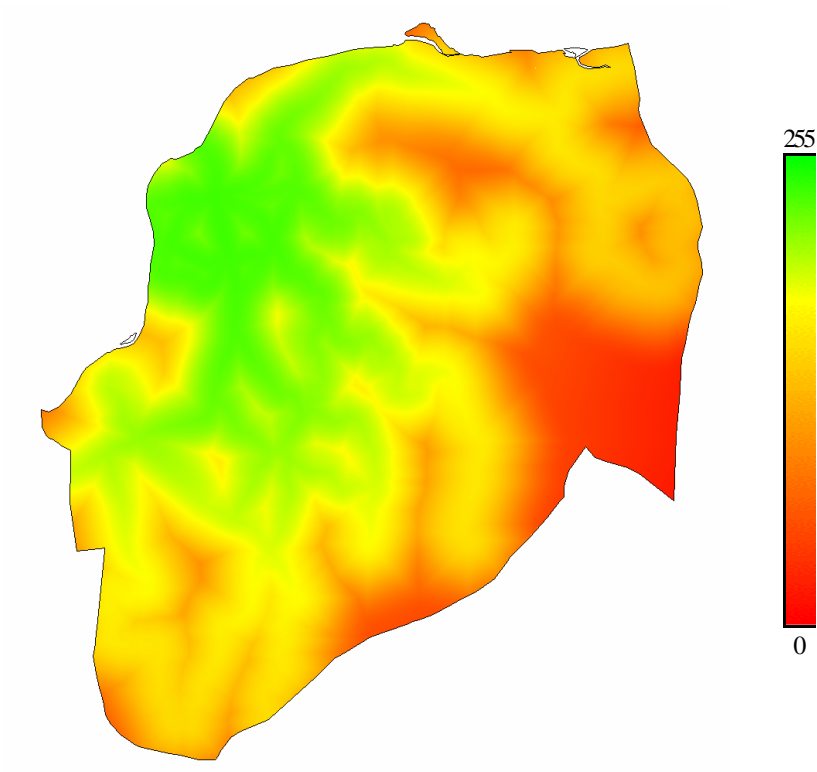
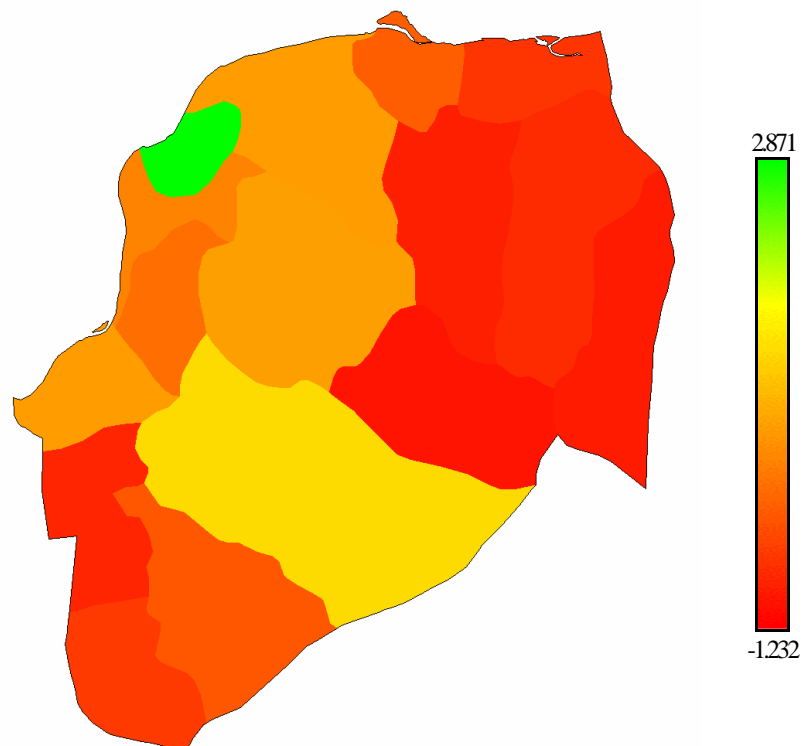
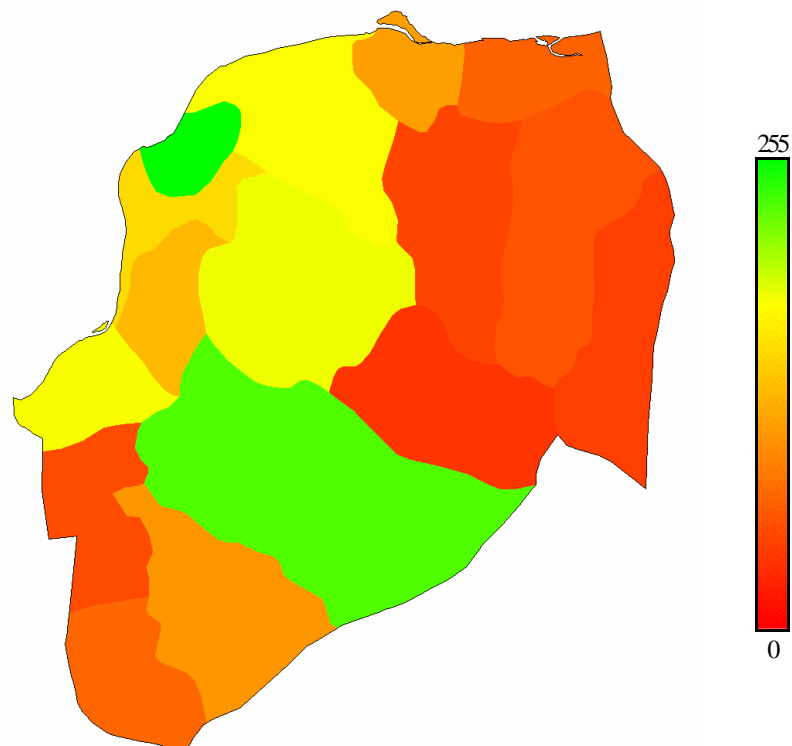


Fig. D.7 - Imagem A1

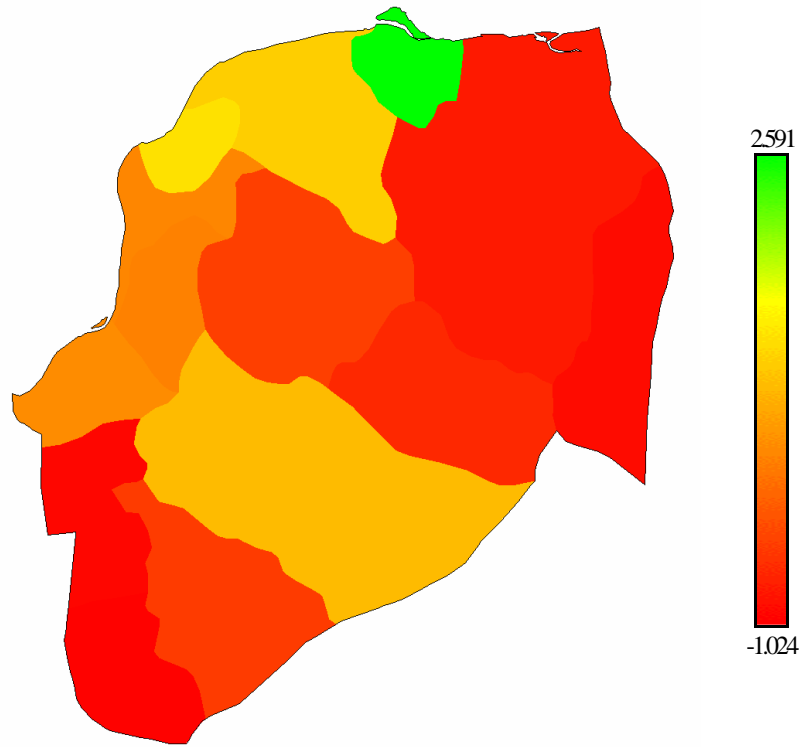


(a) não normalizado

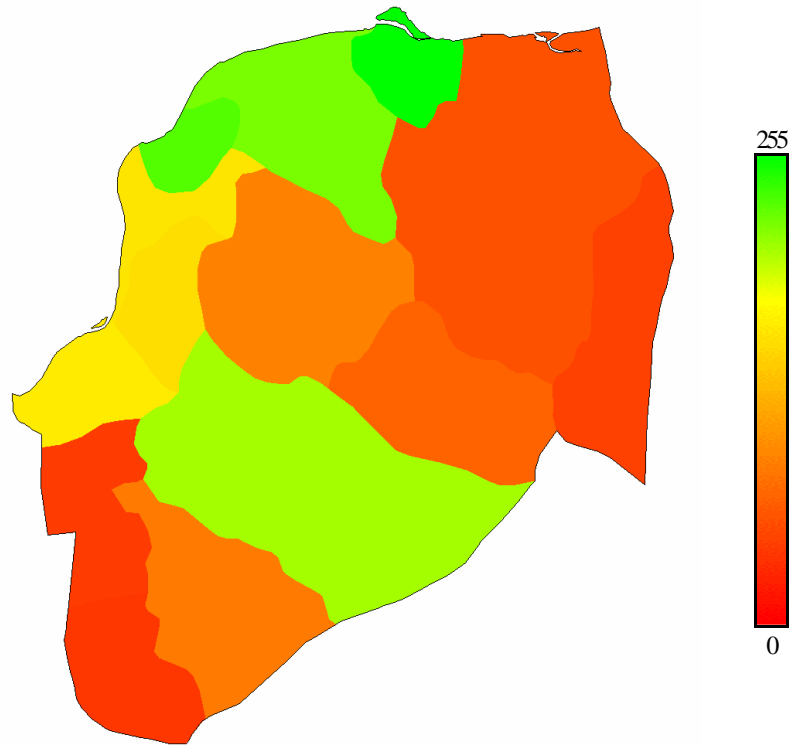


(b) normalizado

Fig. D.8 - Factor A21: não normalizado (a) e normalizado (b)

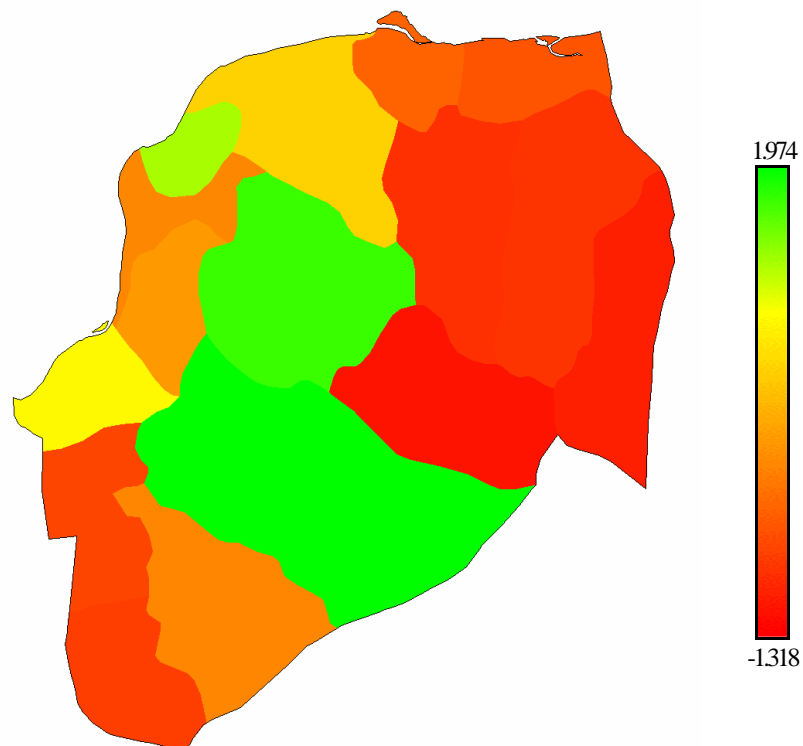


(a) não normalizado

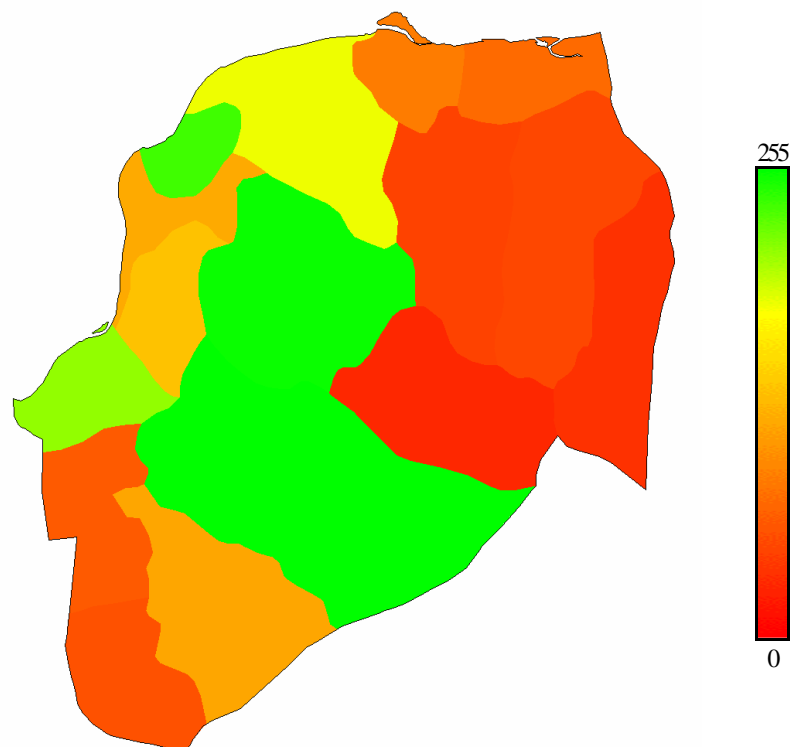


(b) normalizado

Fig. D.9 - Factor A22: não normalizado (a) e normalizado (b)



(a) não normalizado



(b) normalizado

Fig. D.10 - Factor A23: não normalizado (a) e normalizado (b)

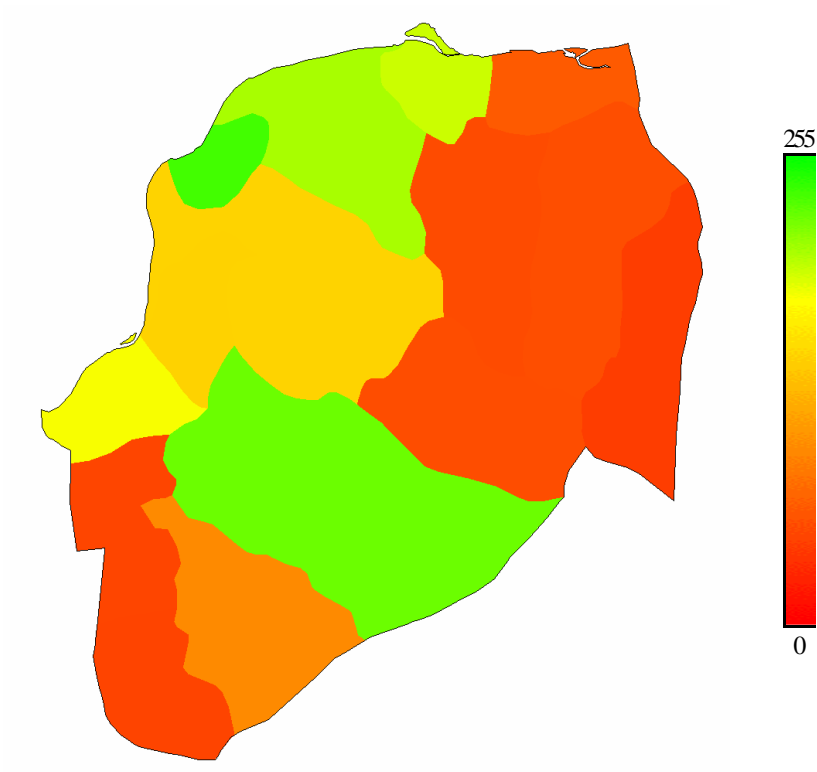
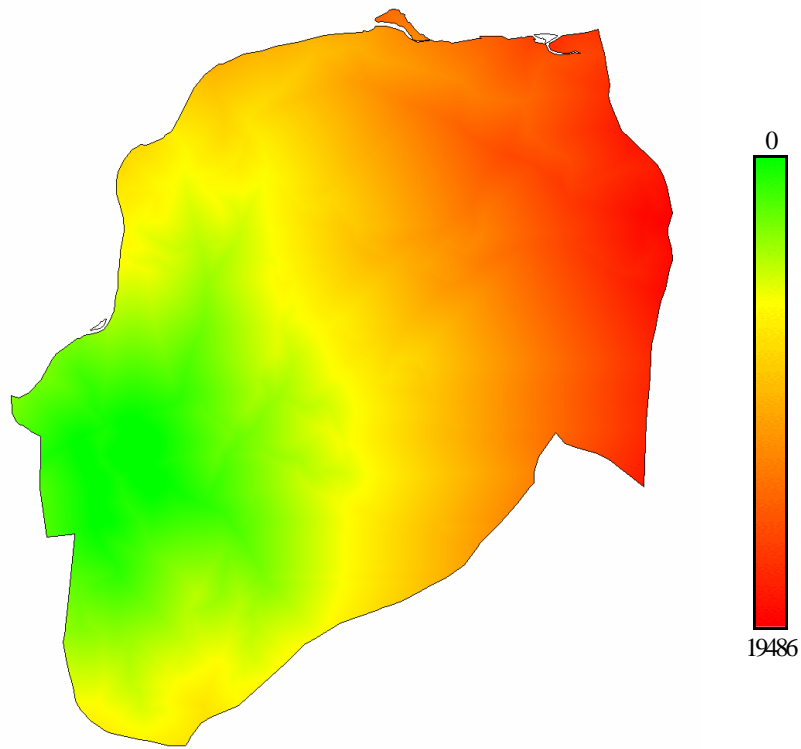
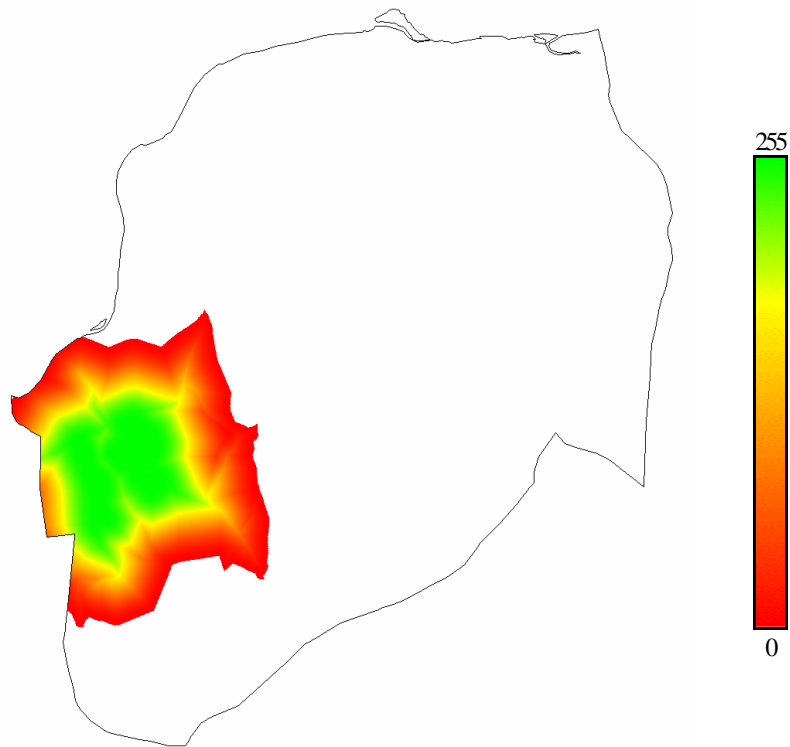


Fig. D.11 - Imagem A2

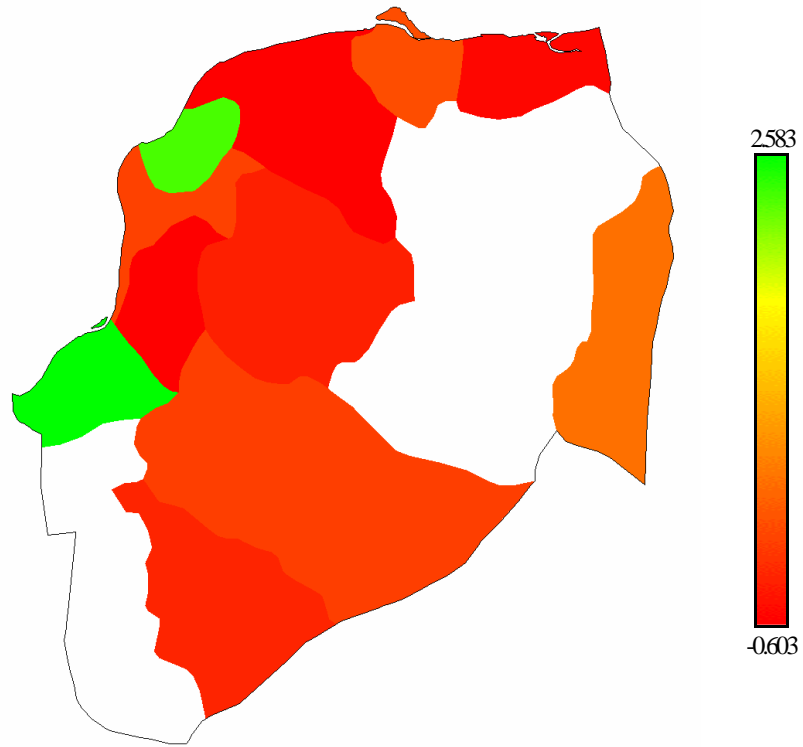


(a) não normalizado

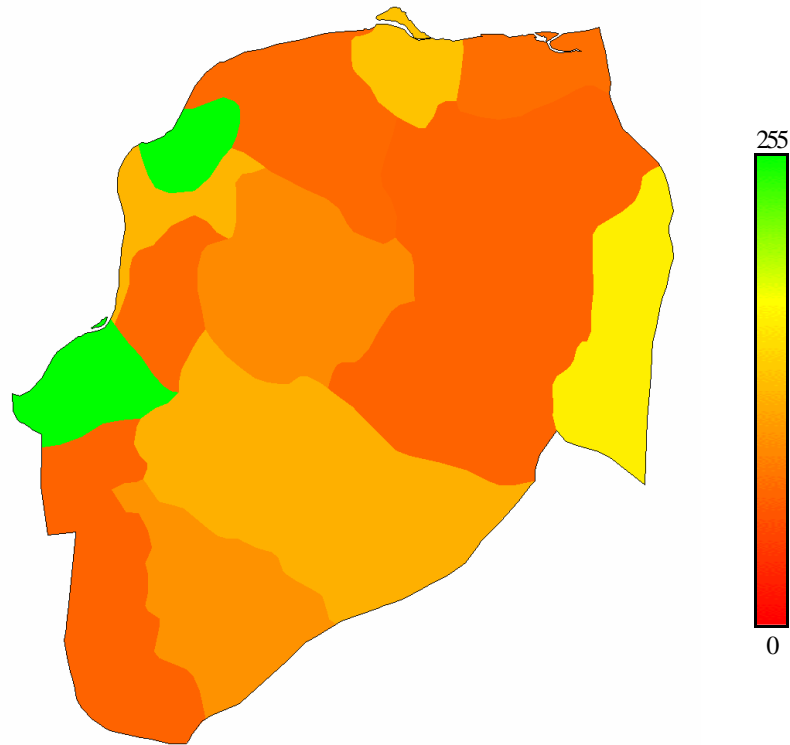


(b) normalizado

Fig. D.12 - Factor A31: não normalizado (a) e normalizado (b)



(a) não normalizado



(b) normalizado

Fig. D.13 - Factor A32: não normalizado (a) e normalizado (b)

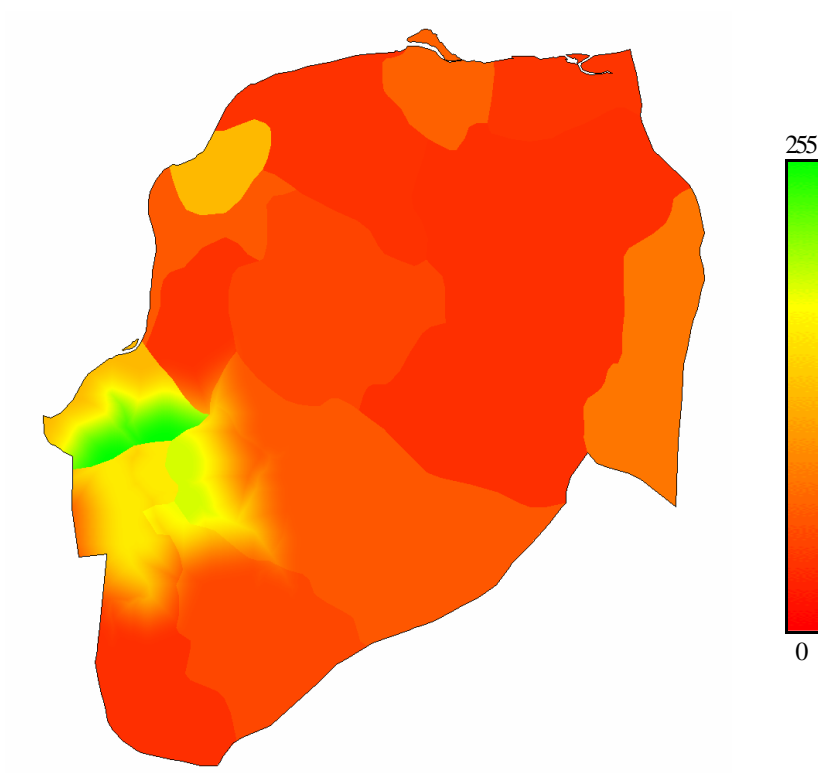
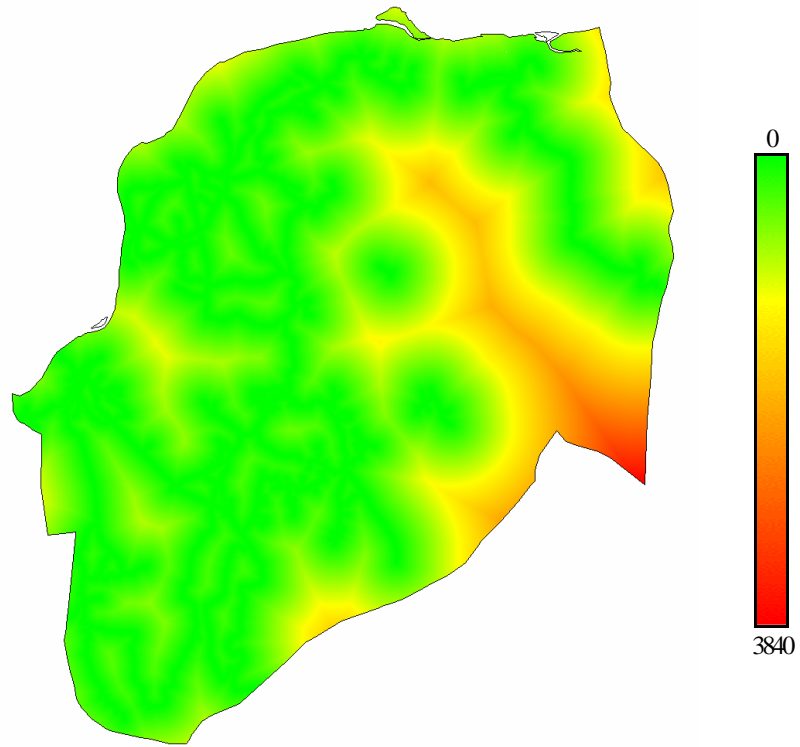
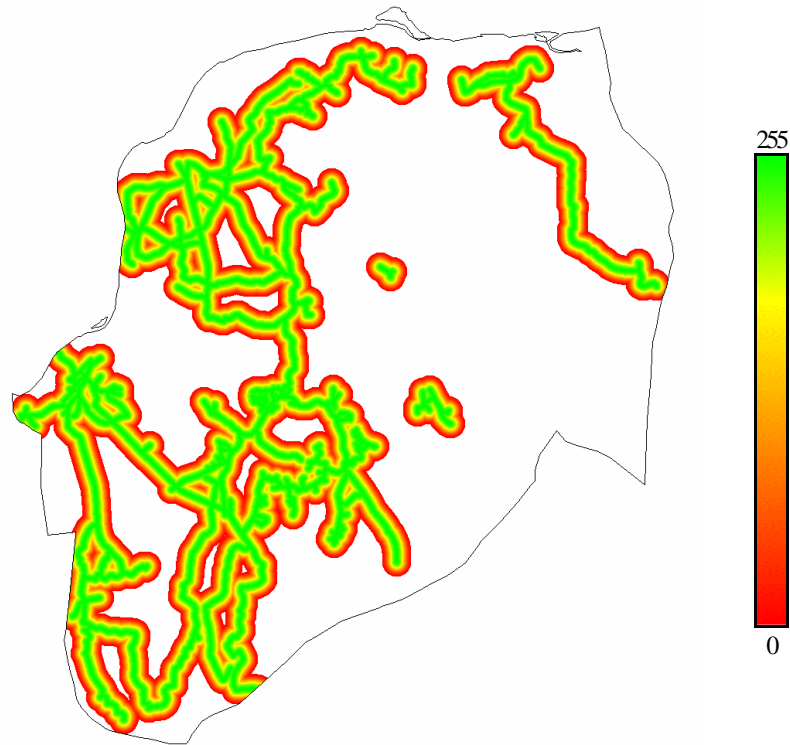


Fig. D.14 - Imagem A3

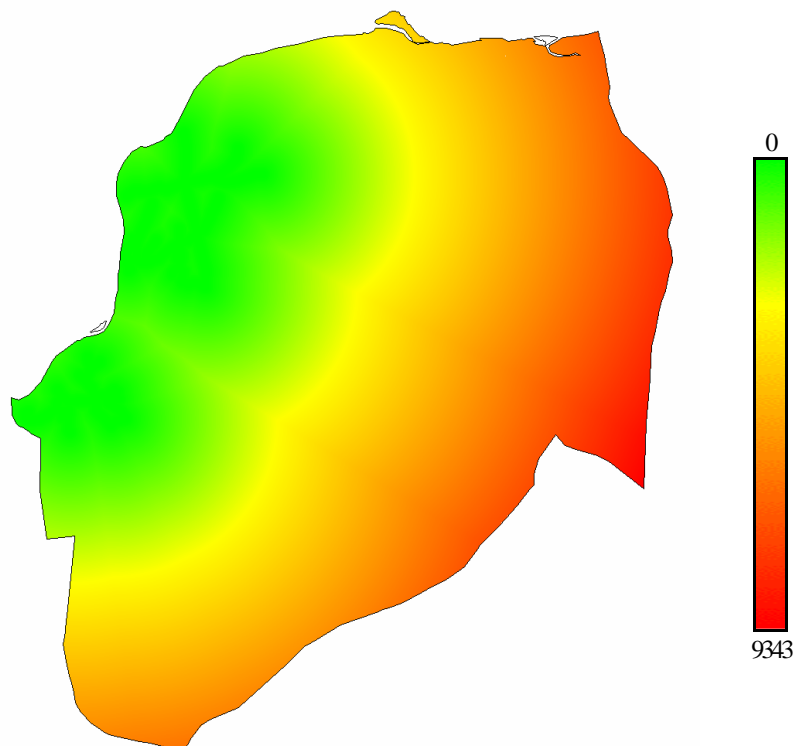


(a) não normalizado

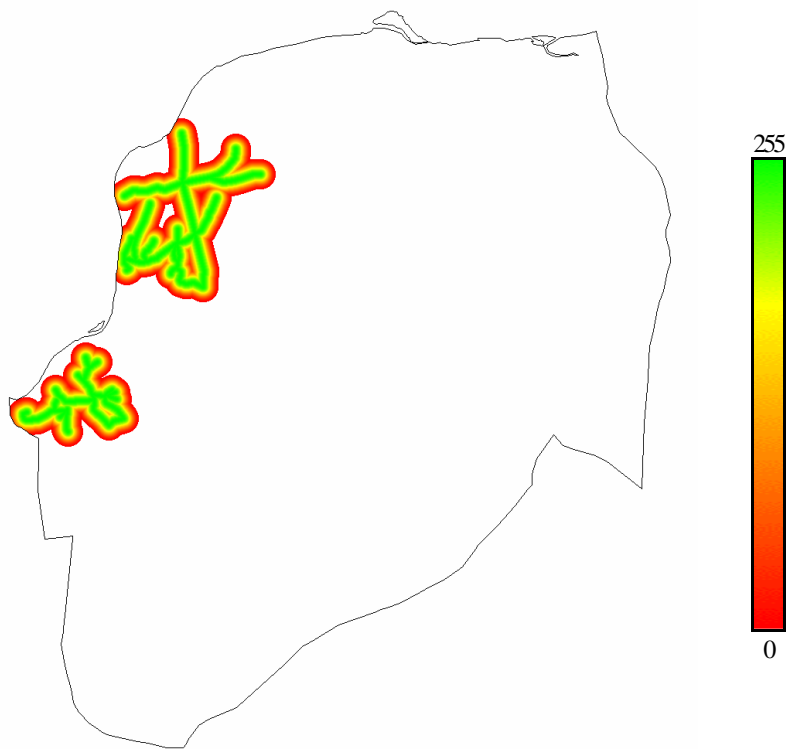


(b) normalizado

Fig. D.15 - Factor A41: não normalizado (a) e normalizado (b)

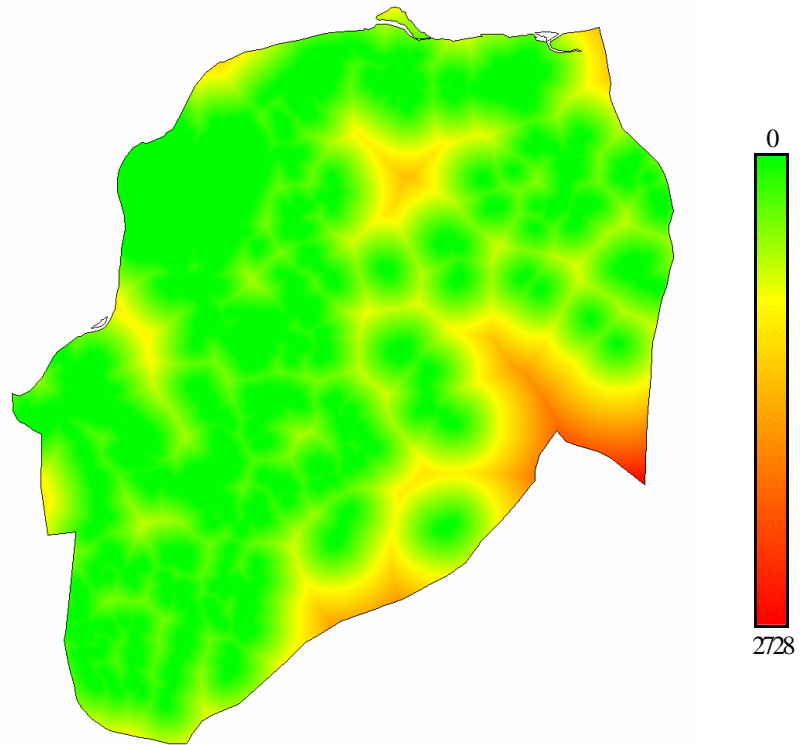


(a) não normalizado

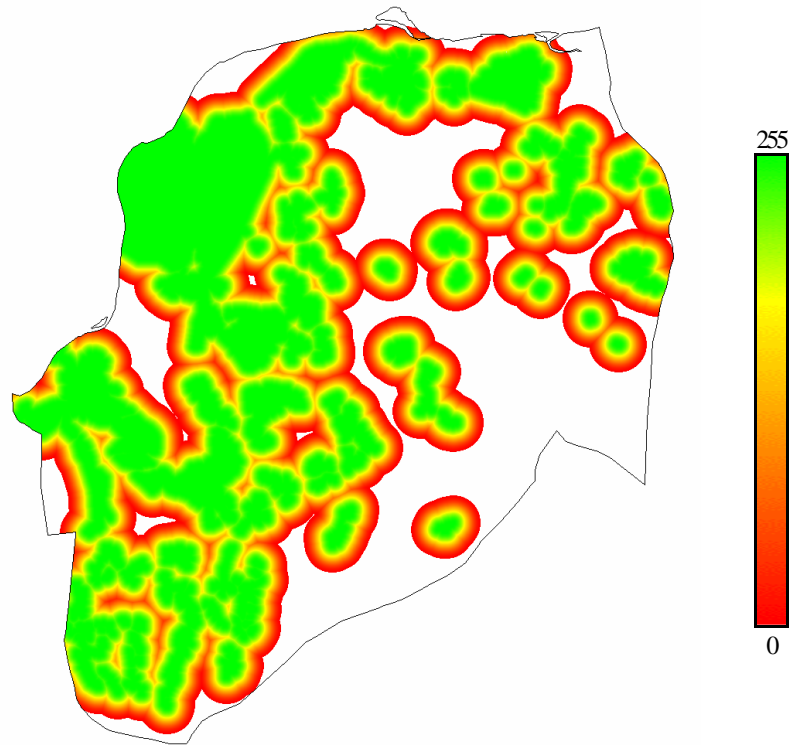


(b) normalizado

Fig. D.16 - Factor A42: não normalizado (a) e normalizado (b)

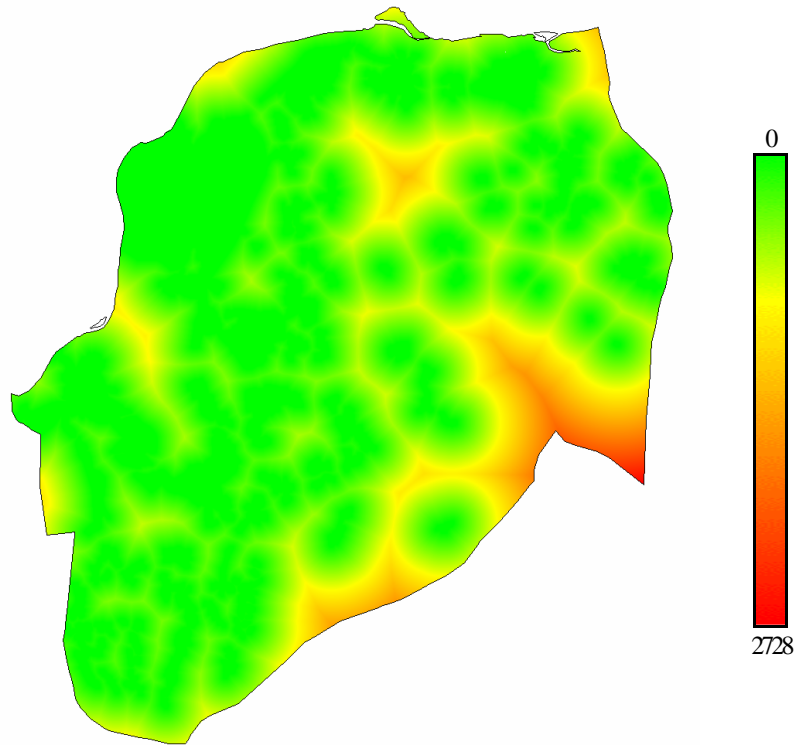


(a) não normalizado

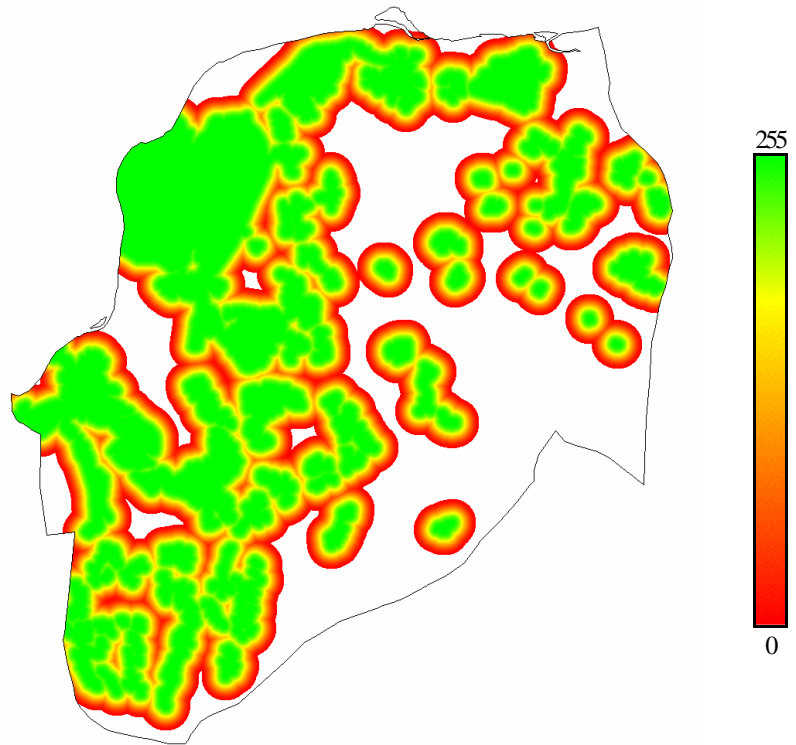


(b) normalizado

Fig. D.17 - Factor A43: não normalizado (a) e normalizado (b)

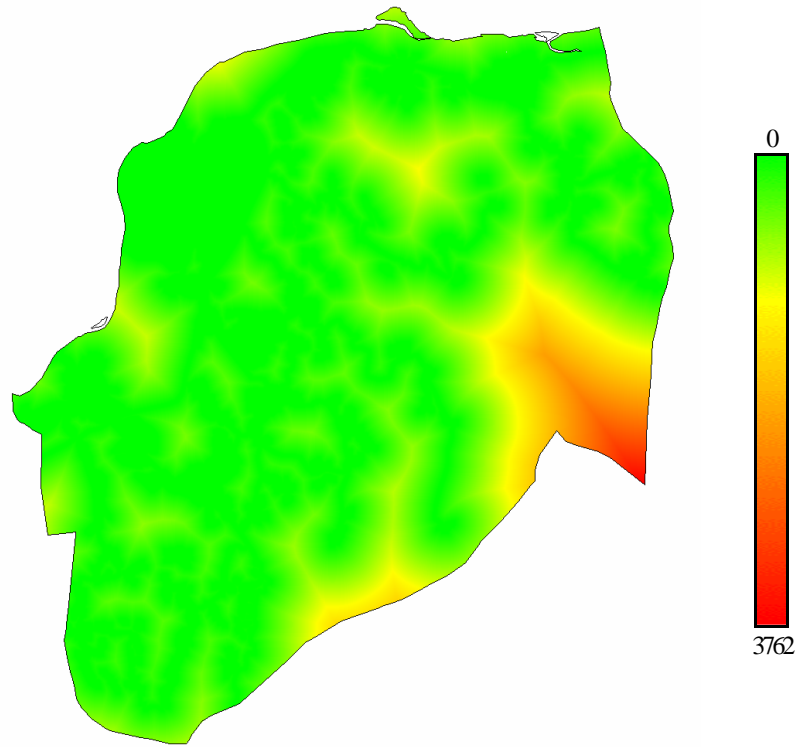


(a) não normalizado

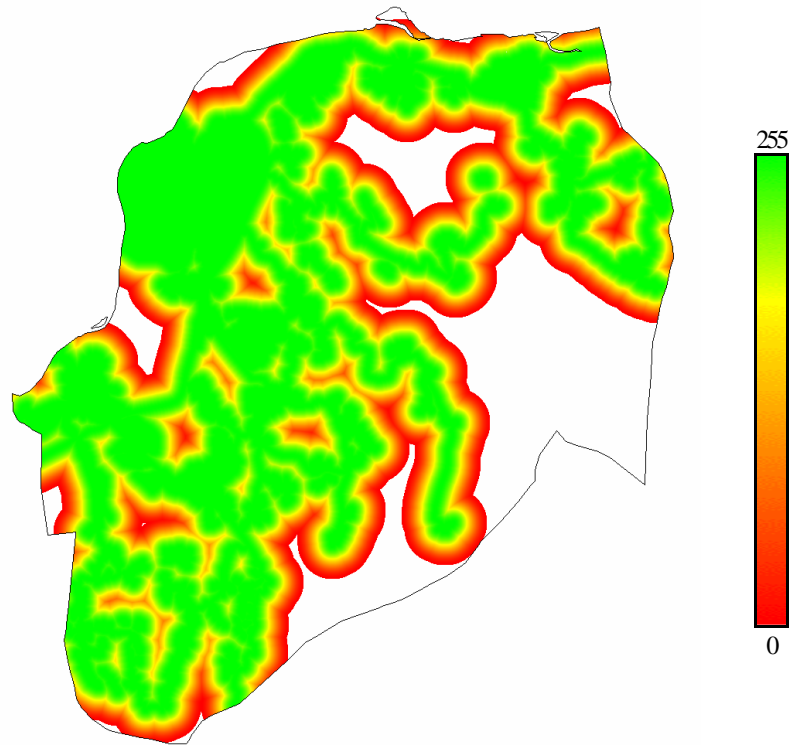


(b) normalizado

Fig. D.18 - Factor A44: não normalizado (a) e normalizado (b)



(a) não normalizado



(b) normalizado

Fig. D.19 - Factor A45: não normalizado (a) e normalizado (b)

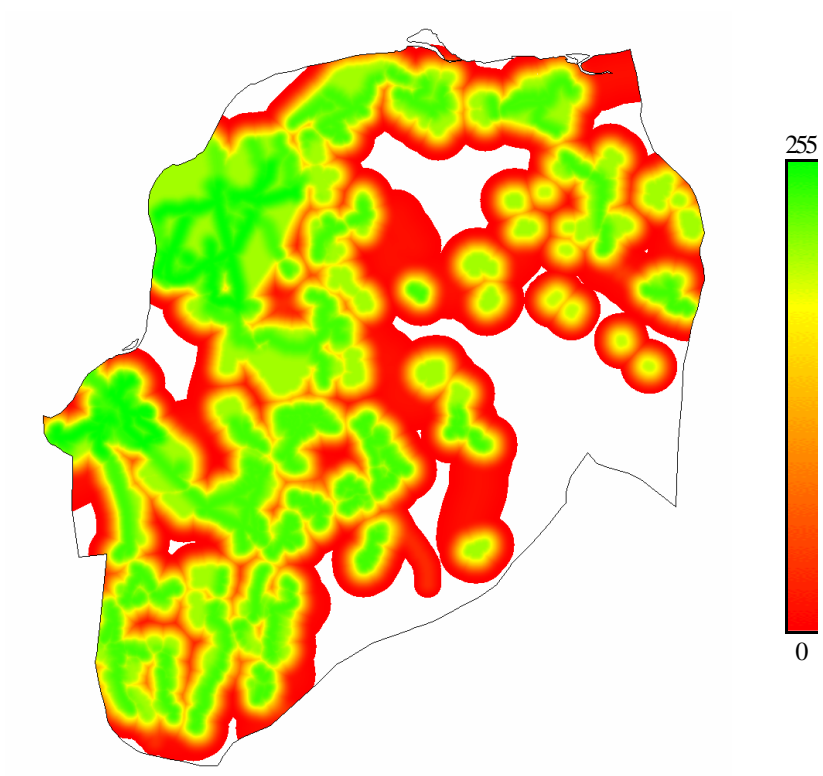
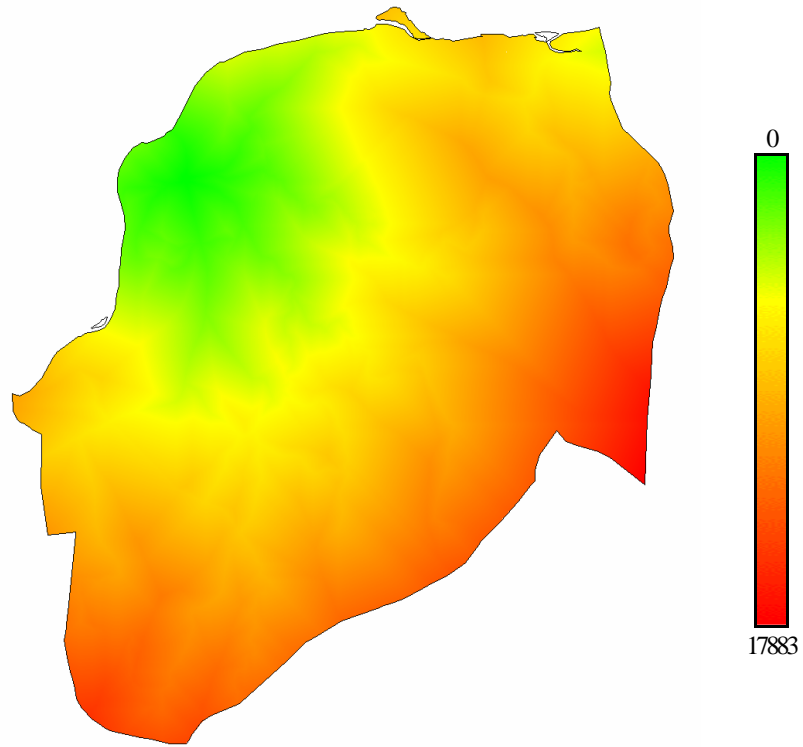
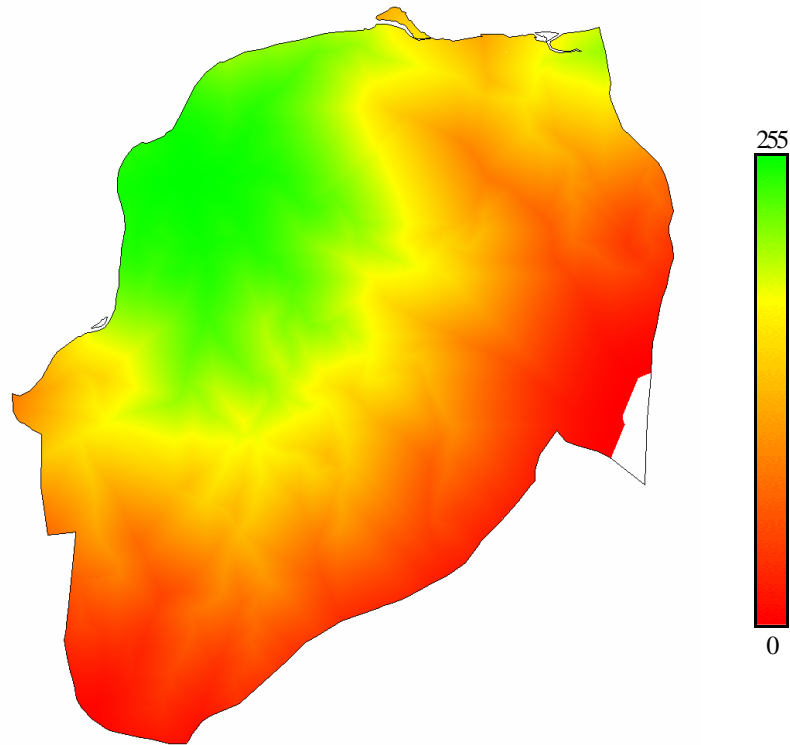


Fig. D.20 - Imagem A4

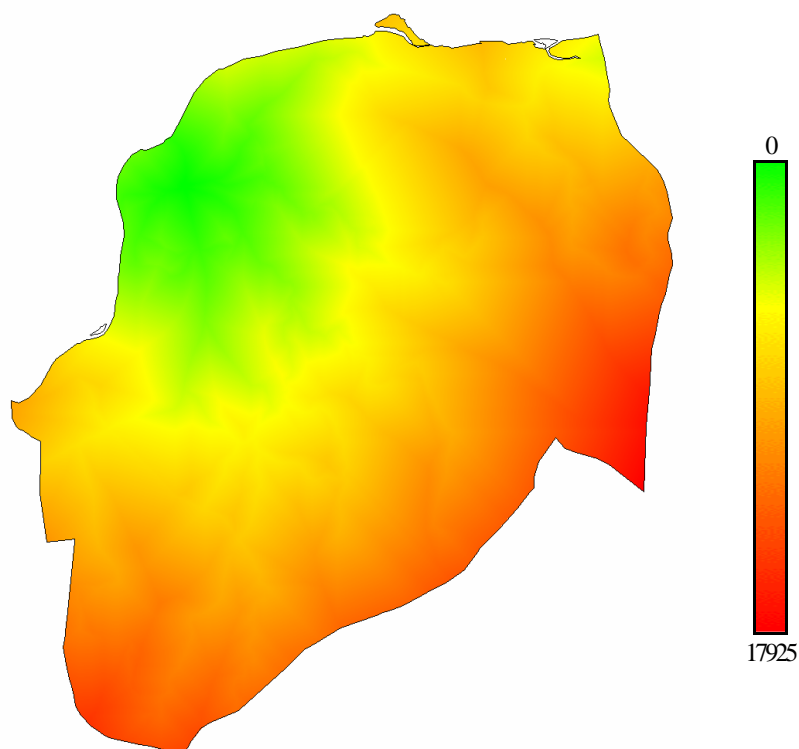


(a) não normalizado

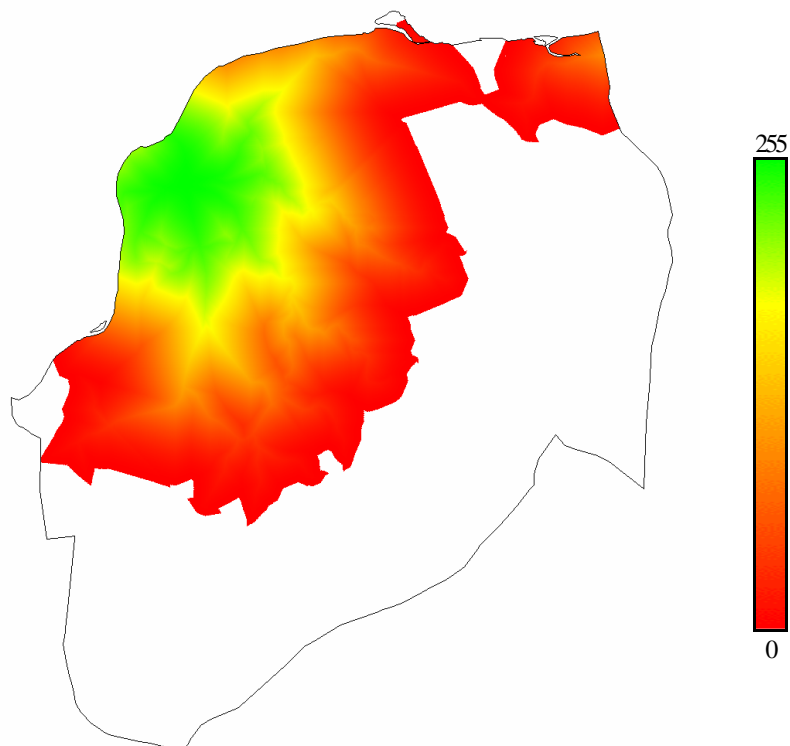


(b) normalizado

Fig. D.21 - Factor A51: não normalizado (a) e normalizado (b)

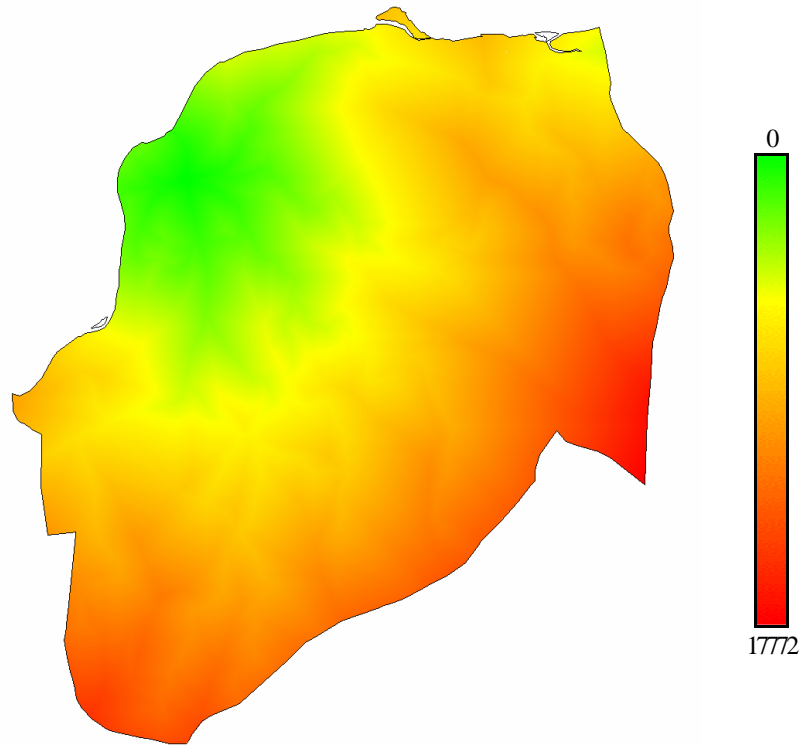


(a) não normalizado

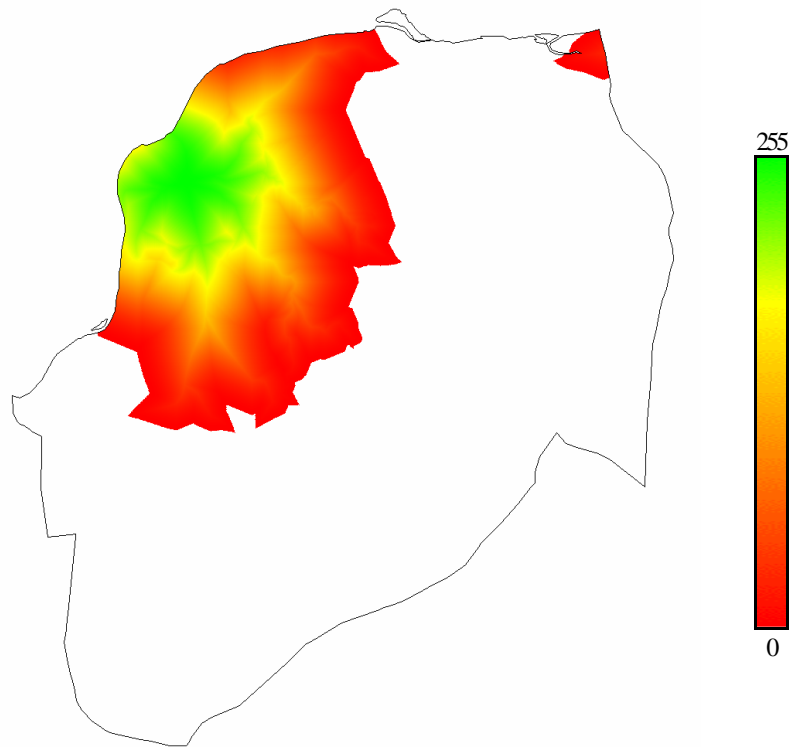


(b) normalizado

Fig. D.22 - Factor A52: não normalizado (a) e normalizado (b)

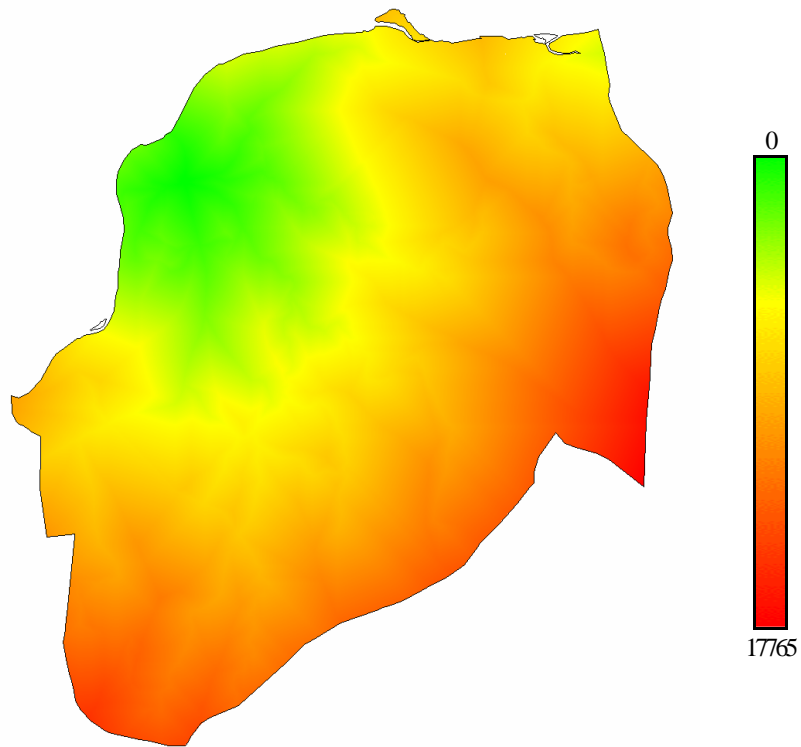


(a) não normalizado

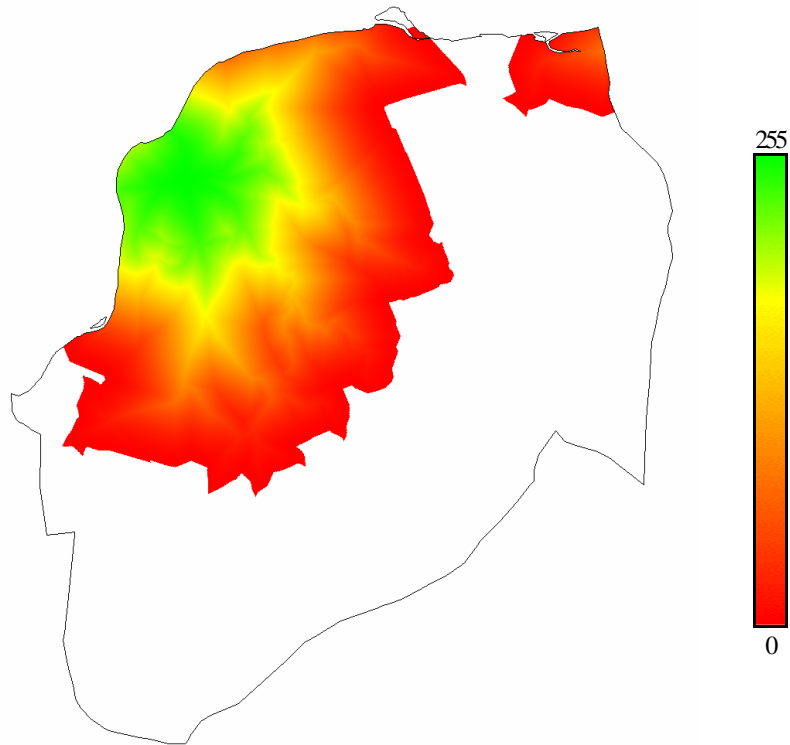


(b) normalizado

Fig. D.23 - Factor A53: não normalizado (a) e normalizado (b)

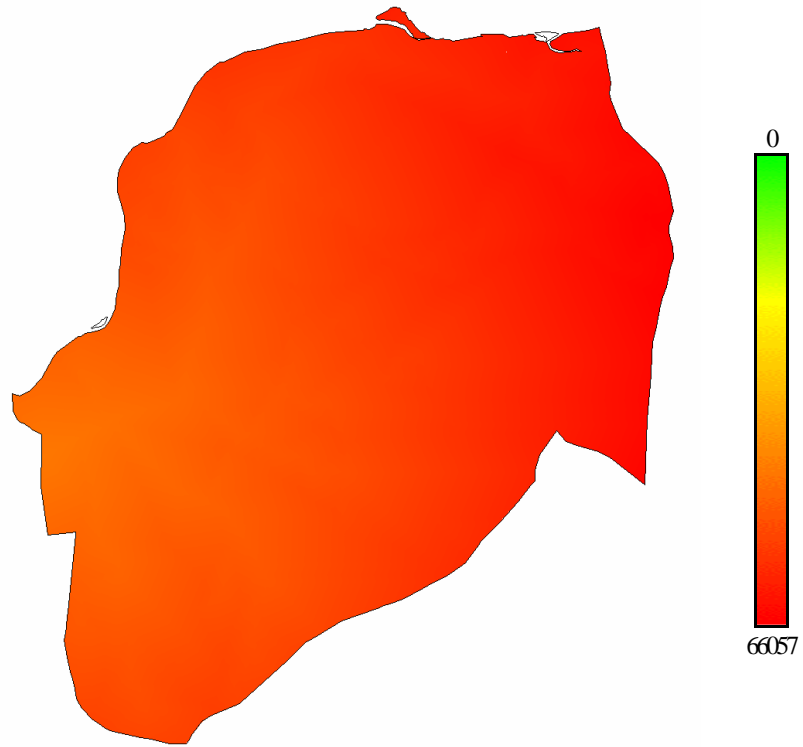


(a) não normalizado

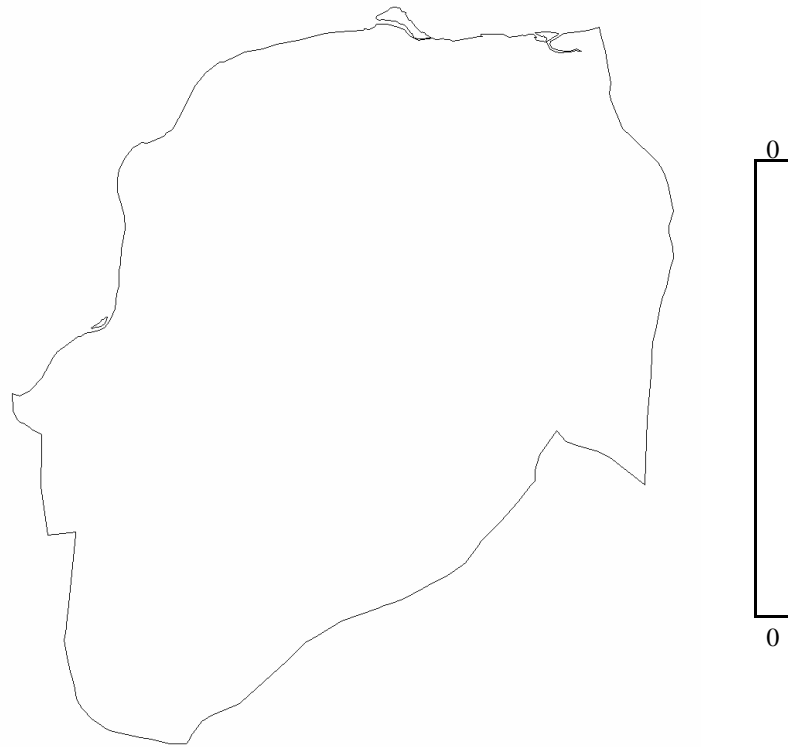


(b) normalizado

Fig. D.24 - Factor A54: não normalizado (a) e normalizado (b)



(a) não normalizado



(b) normalizado

Fig. D.25 - Factor A55: não normalizado (a) e normalizado (b)

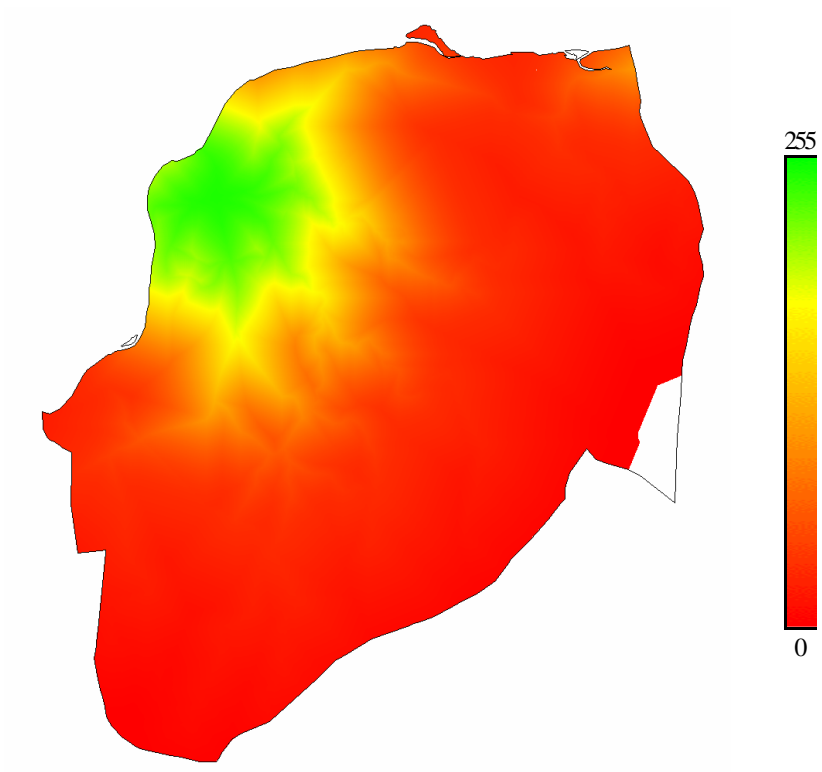
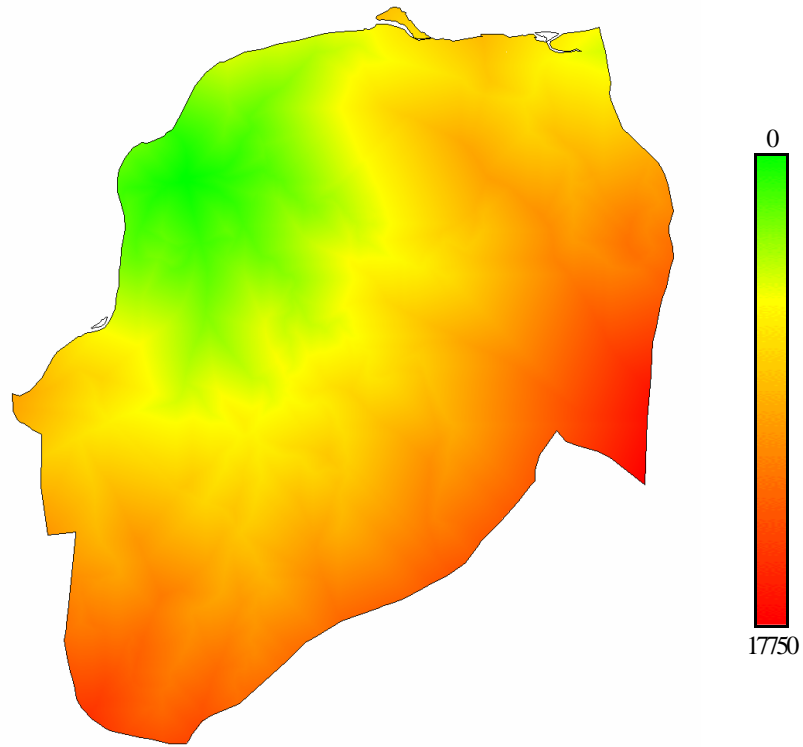
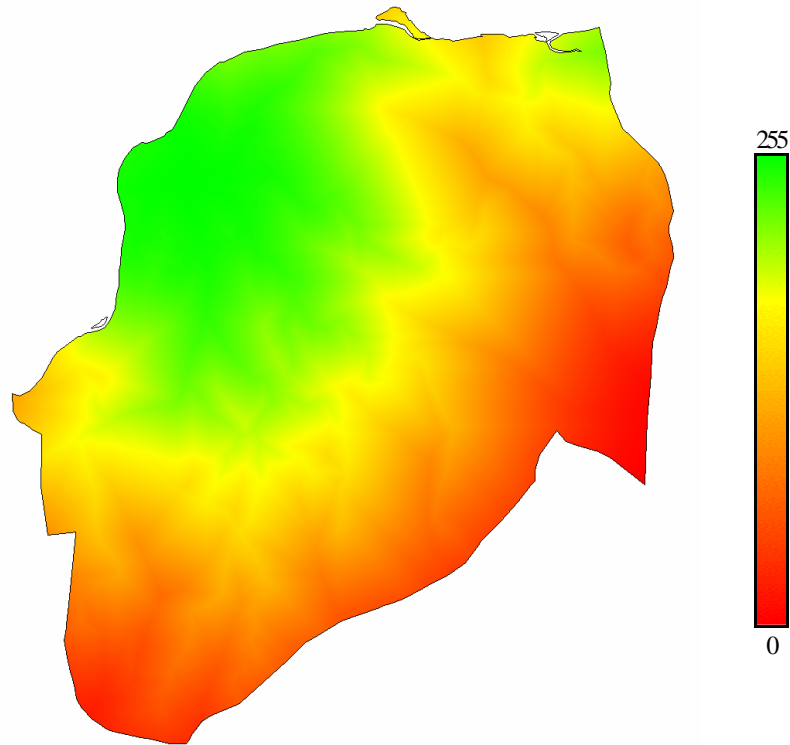


Fig. D.26 - Imagem A5

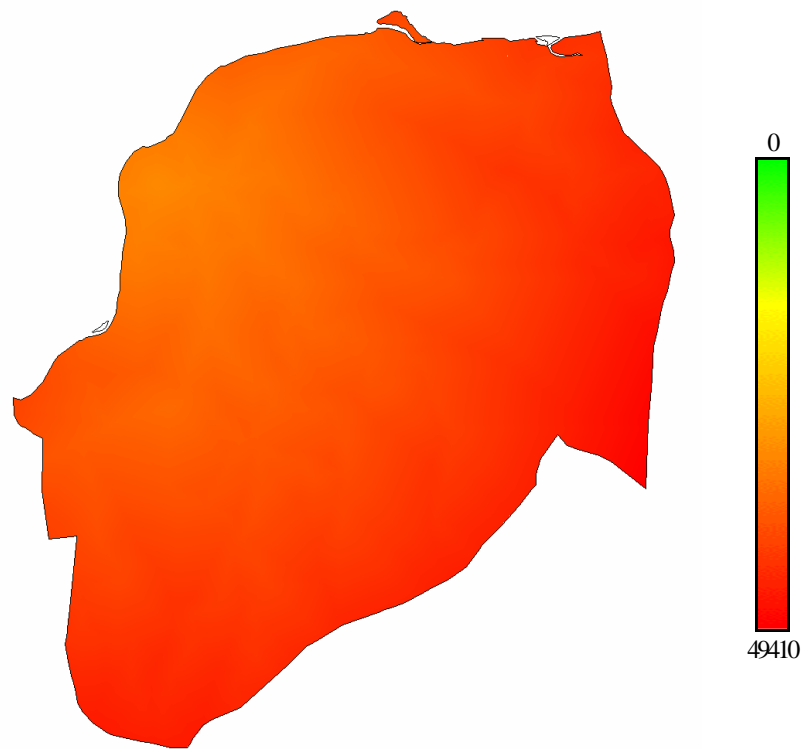


(a) não normalizado

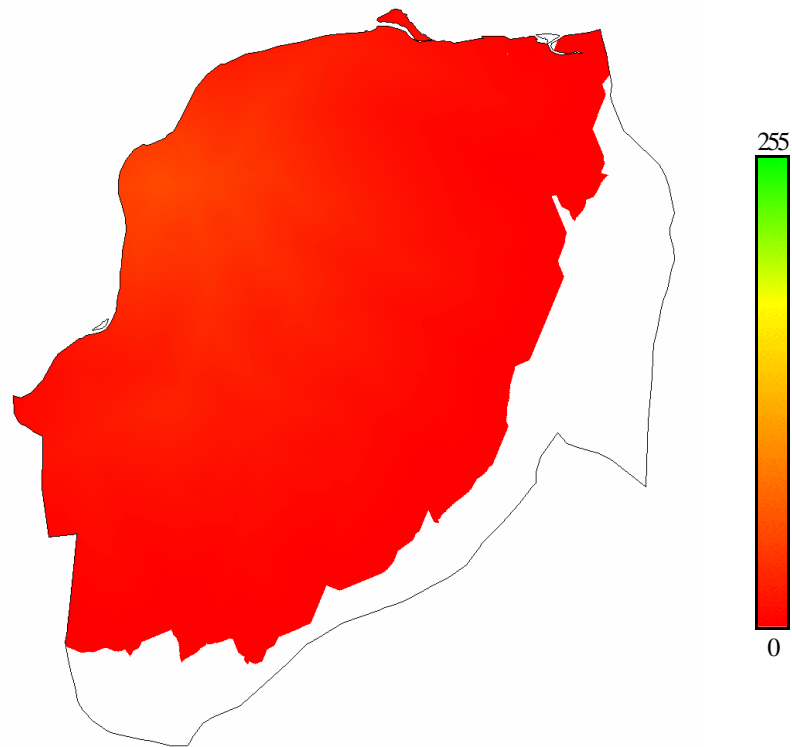


(b) normalizado

Fig. D.27 - Factor B11: não normalizado (a) e normalizado (b)



(a) não normalizado



(b) normalizado

Fig. D.28 - Factor B12: não normalizado (a) e normalizado (b)

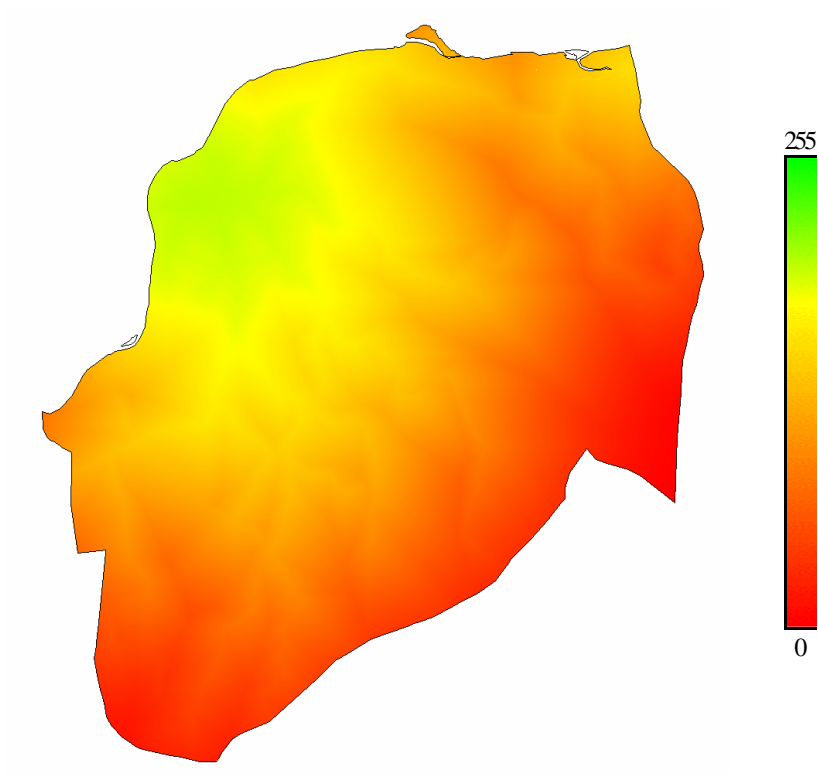


Fig. D.29 - Imagem B1

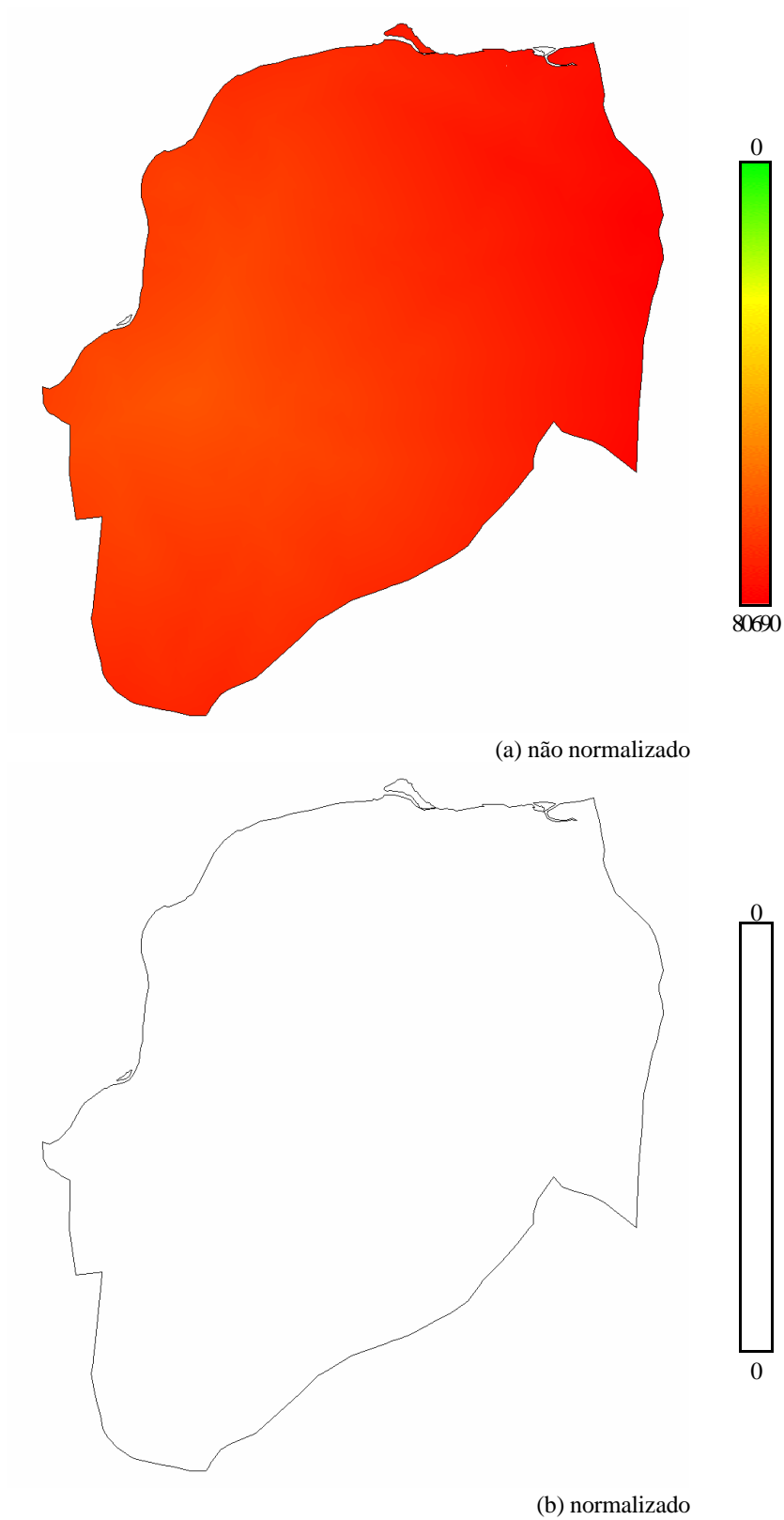
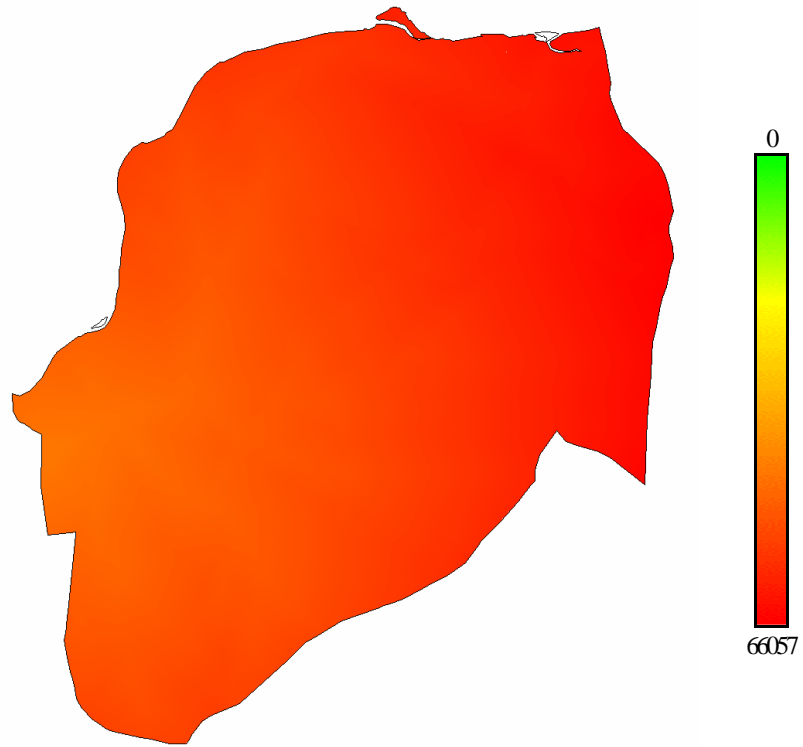
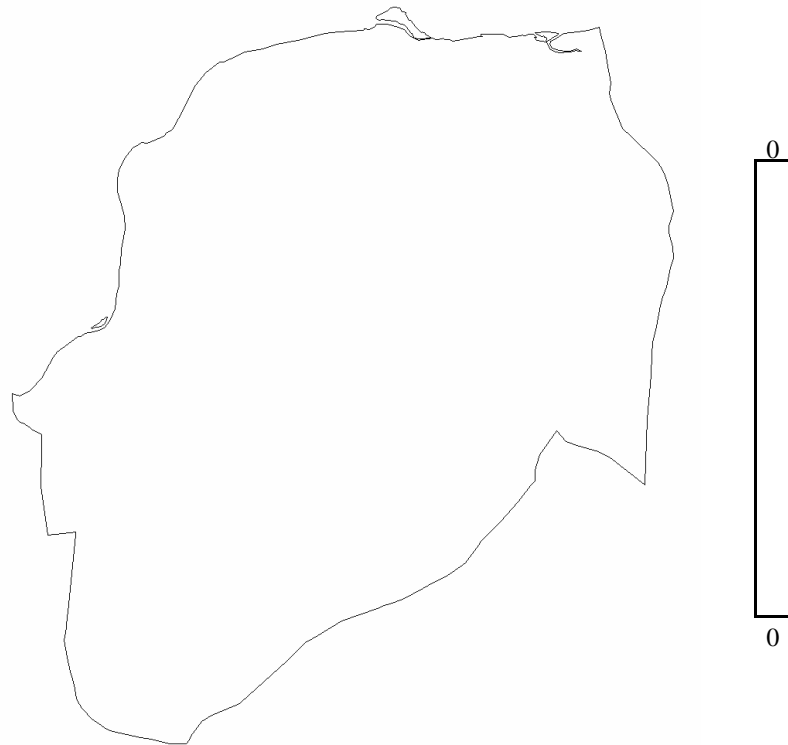


Fig. D.30 - Factor B21: não normalizado (a) e normalizado (b)



(a) não normalizado

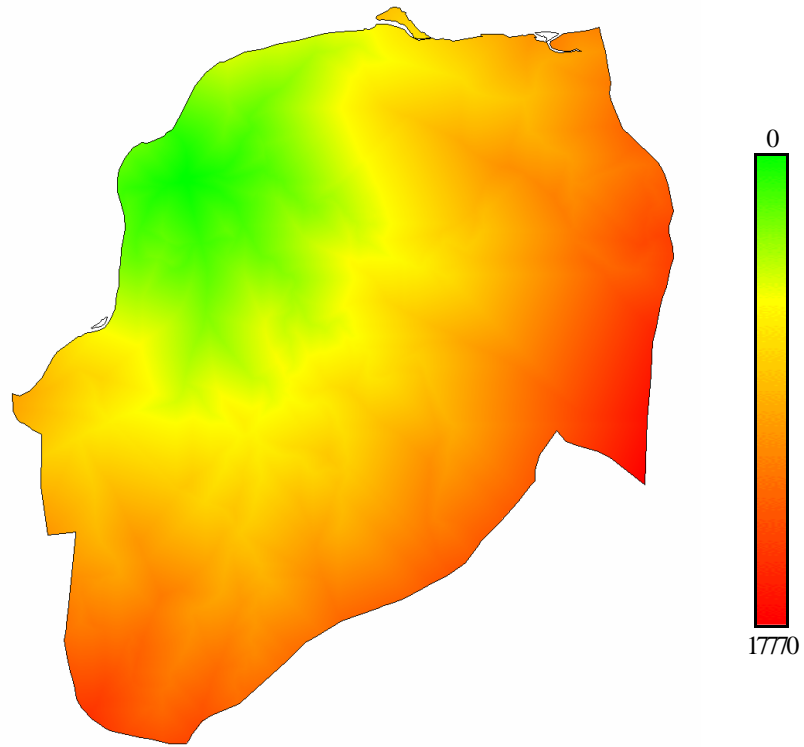


(b) normalizado

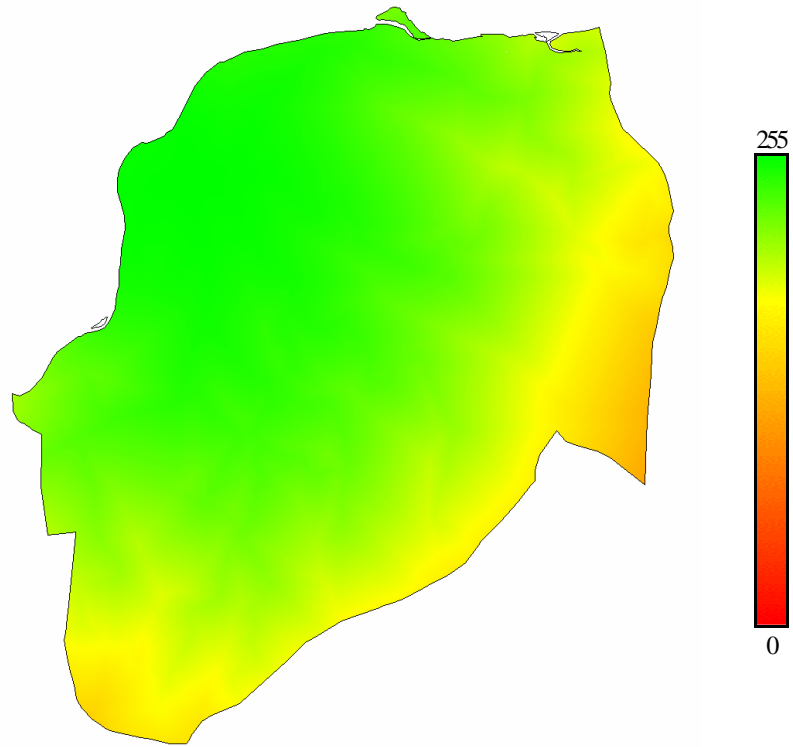
Fig. D.31 - Factor B22: não normalizado (a) e normalizado (b)



Fig. D.32 - Imagem B2

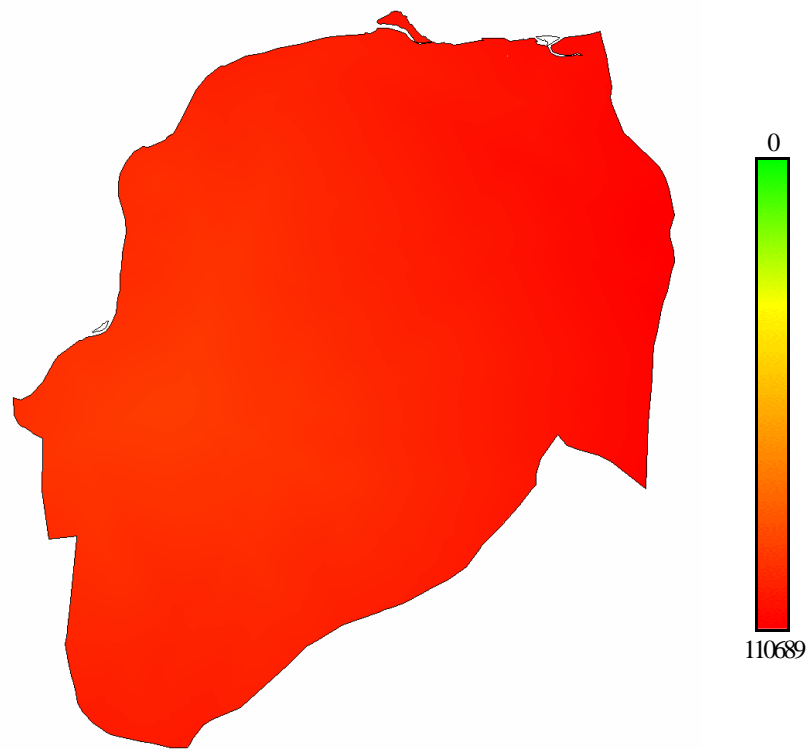


(a) não normalizado

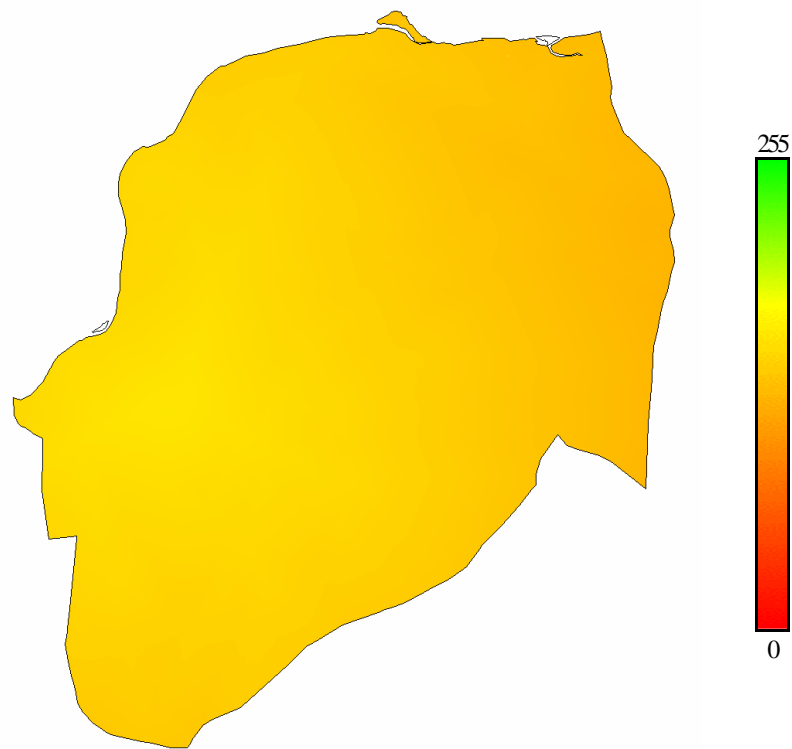


(b) normalizado

Fig. D.33 - Factor B31: não normalizado (a) e normalizado (b)



(a) não normalizado



(b) normalizado

Fig. D.34 - Factor B32: não normalizado (a) e normalizado (b)

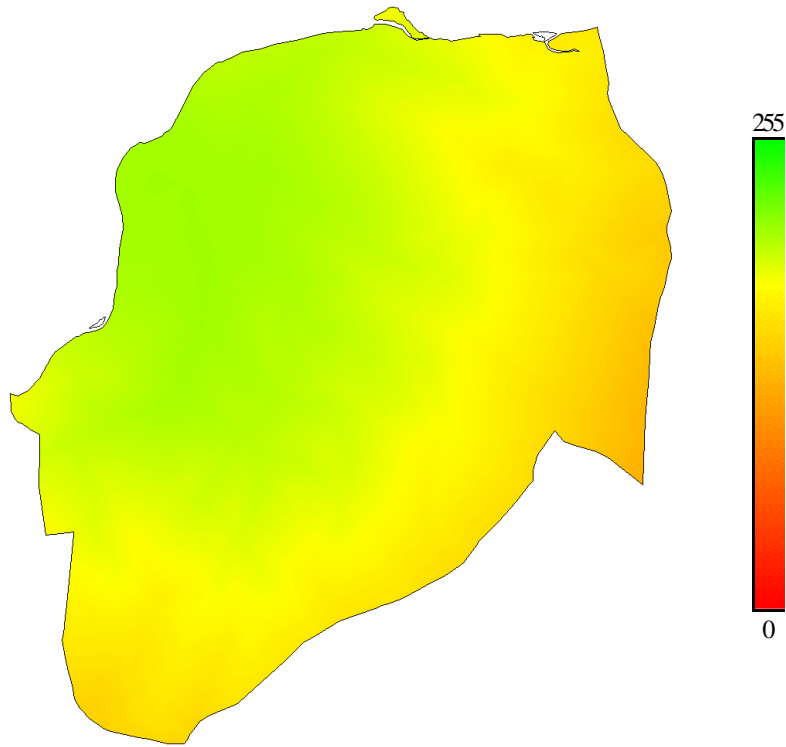


Fig. D.35 - Imagem B3

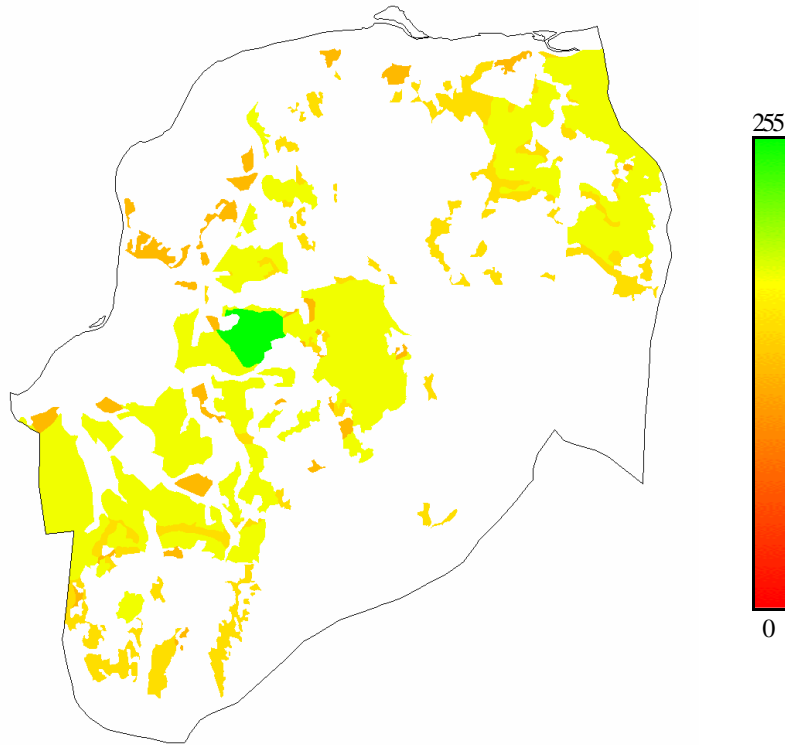


Fig. D.36 - Imagem C1

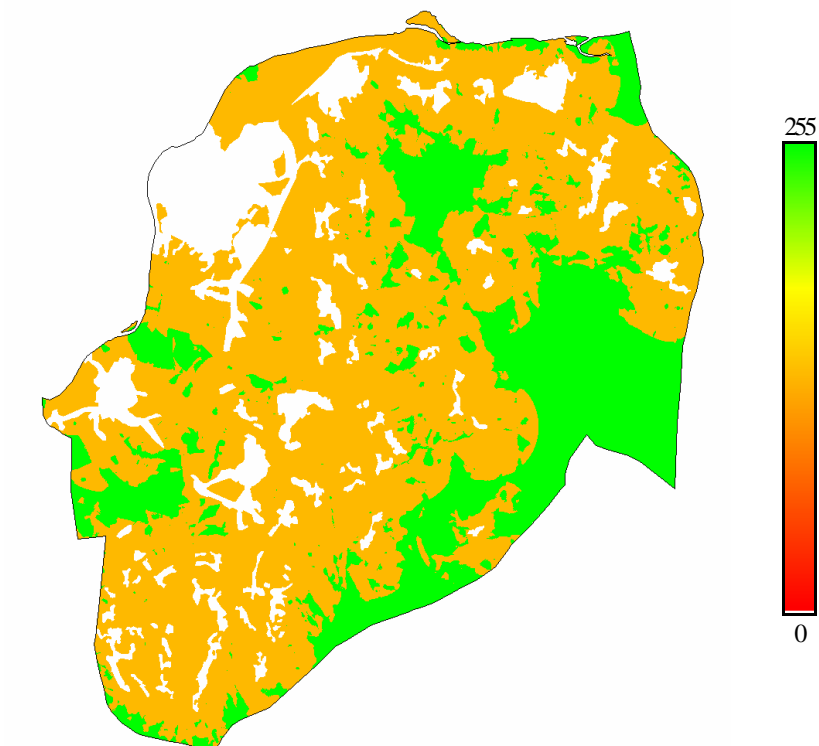


Fig. D.37 - Imagem C2

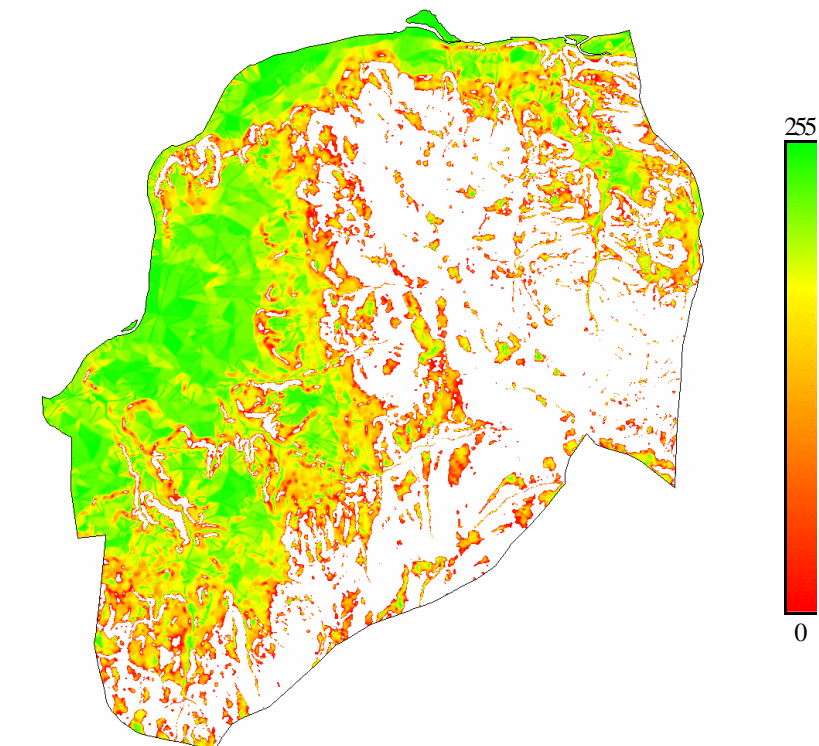


Fig. D.38 - Imagem C3

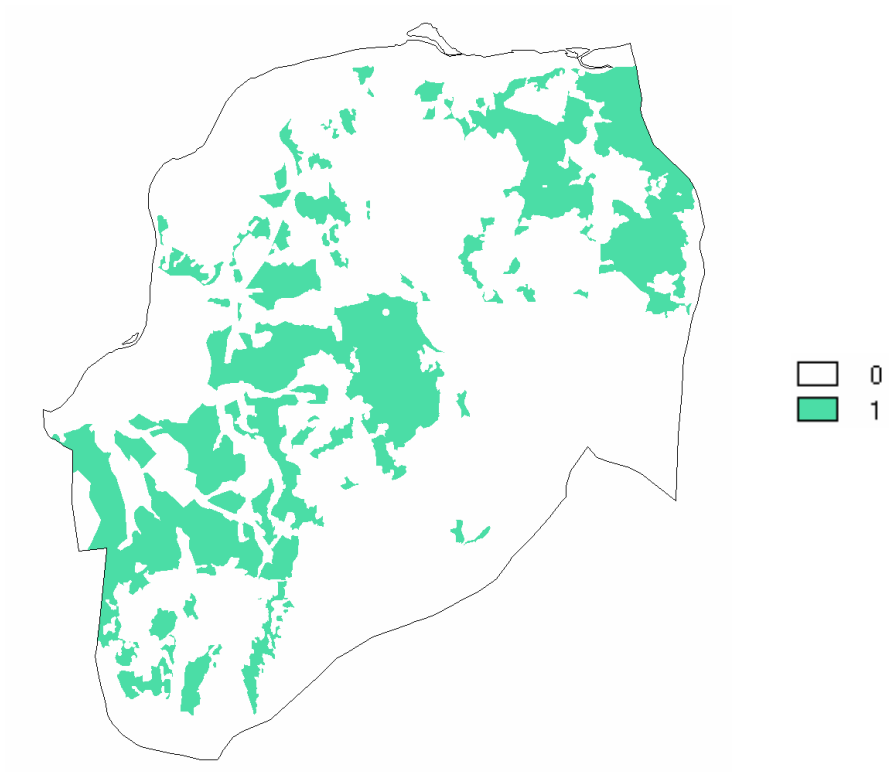


Fig. D.39 - Exclução CE11

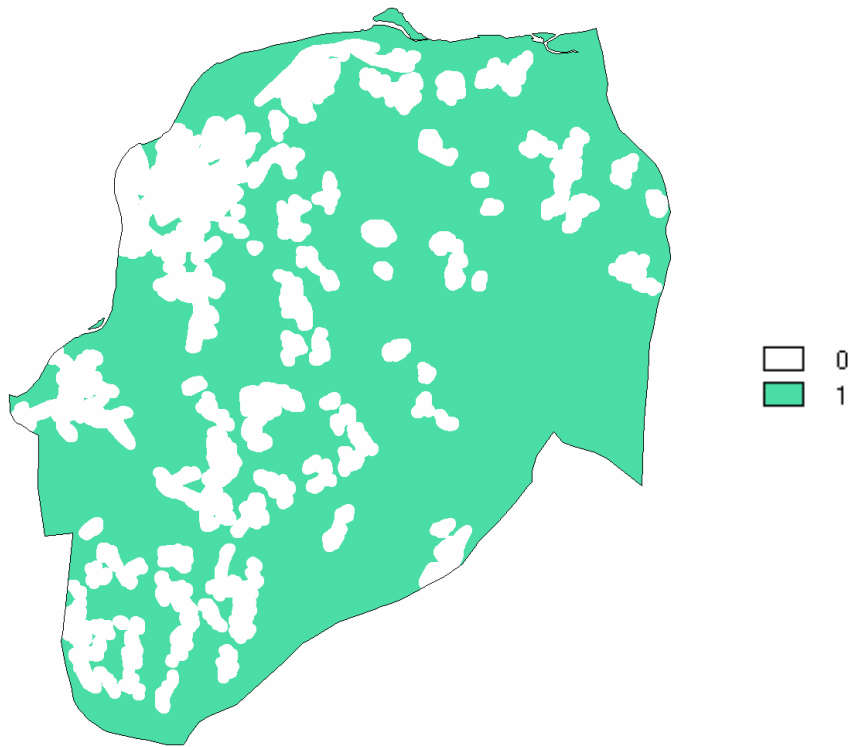


Fig. D.40 - Exclução CE12

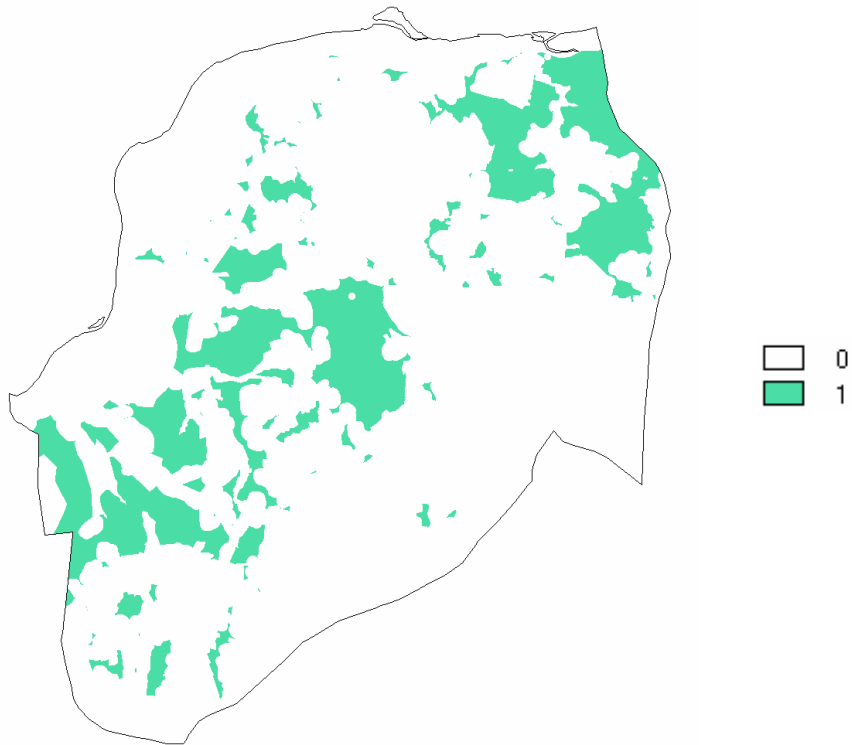


Fig. D.41 - Imagem CE1

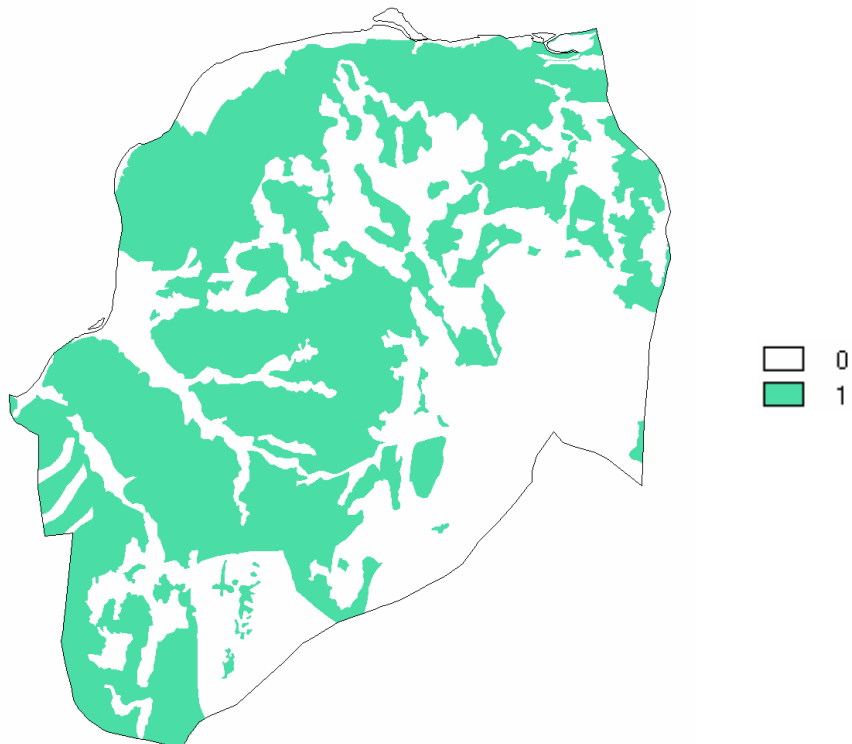


Fig. D.42 - Exclusão CE21

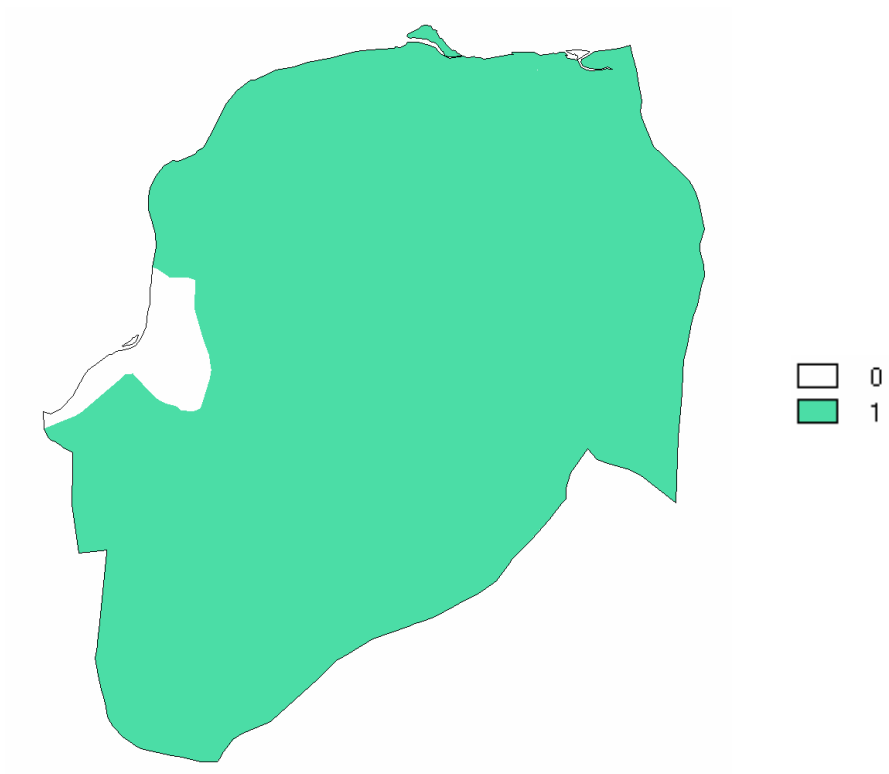


Fig. D.43 - Exclusão CE22

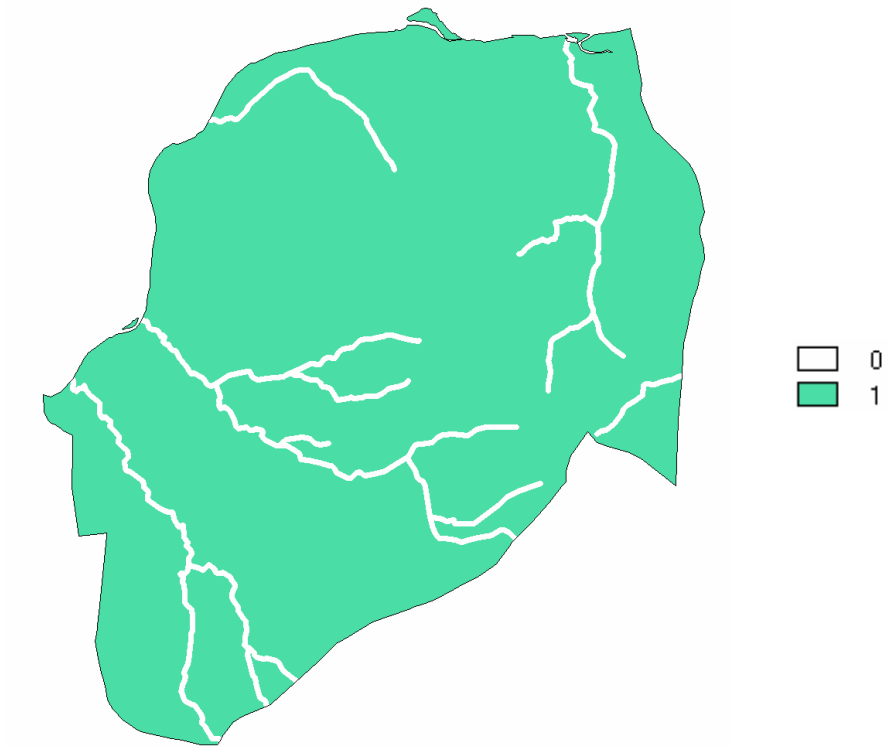


Fig. D.44 - Exclusão CE23

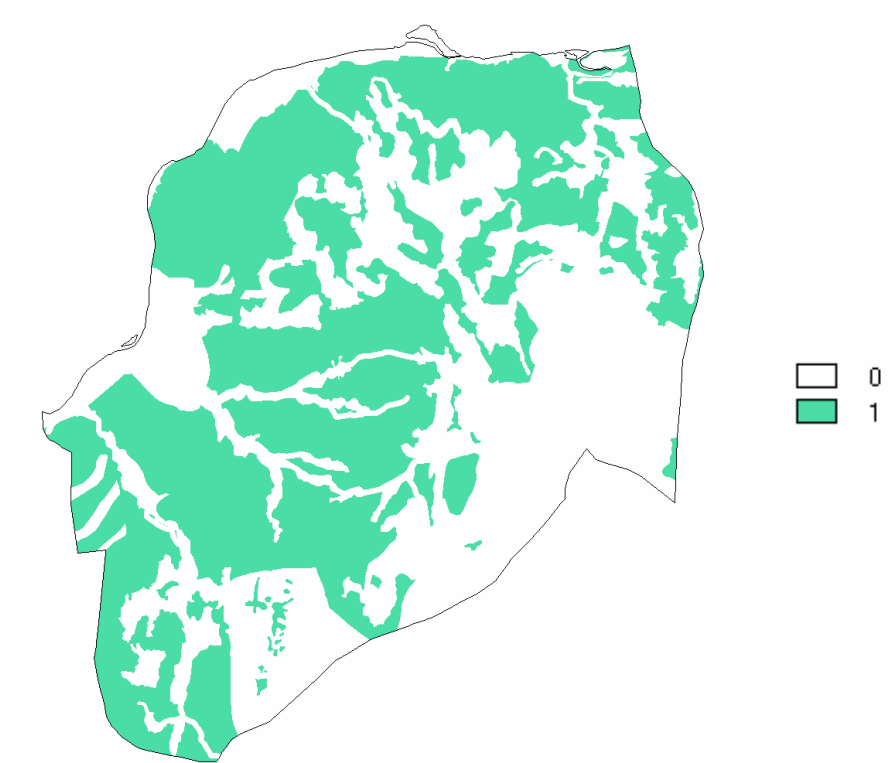


Fig. D.45 - Imagem CE2



Fig. D.46 - Exclusão CE31

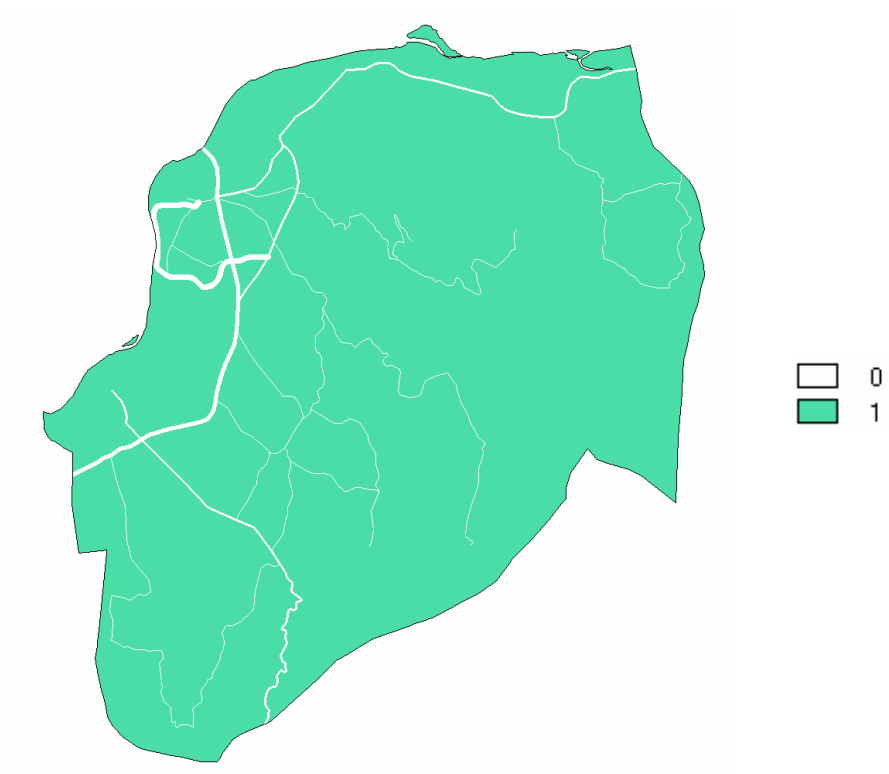


Fig. D.47 - Exclusão CE32



Fig. D.48 - Exclusão CE33

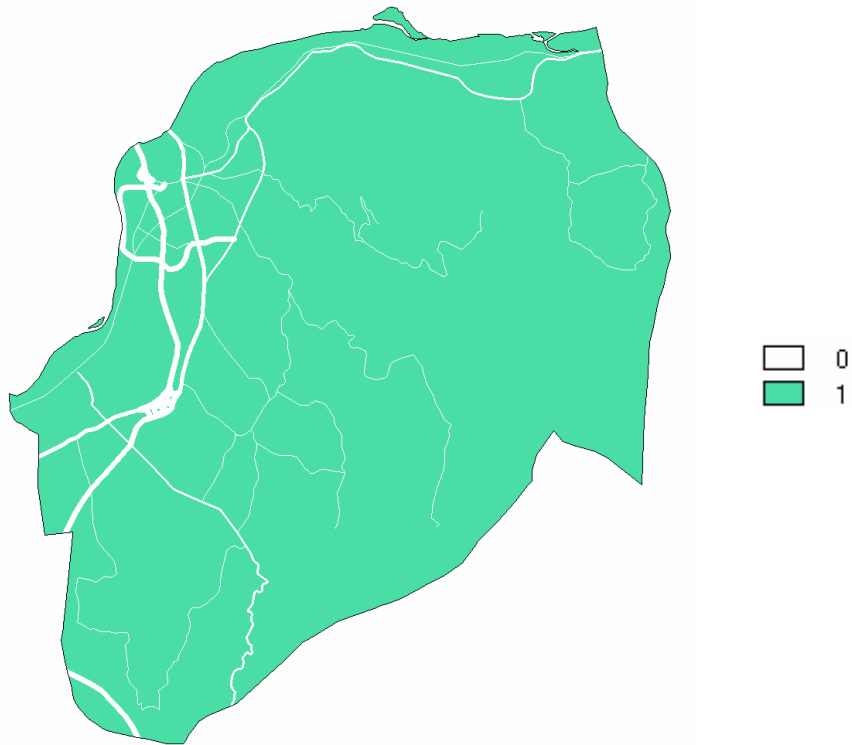


Fig. D.49 - Imagem CE3

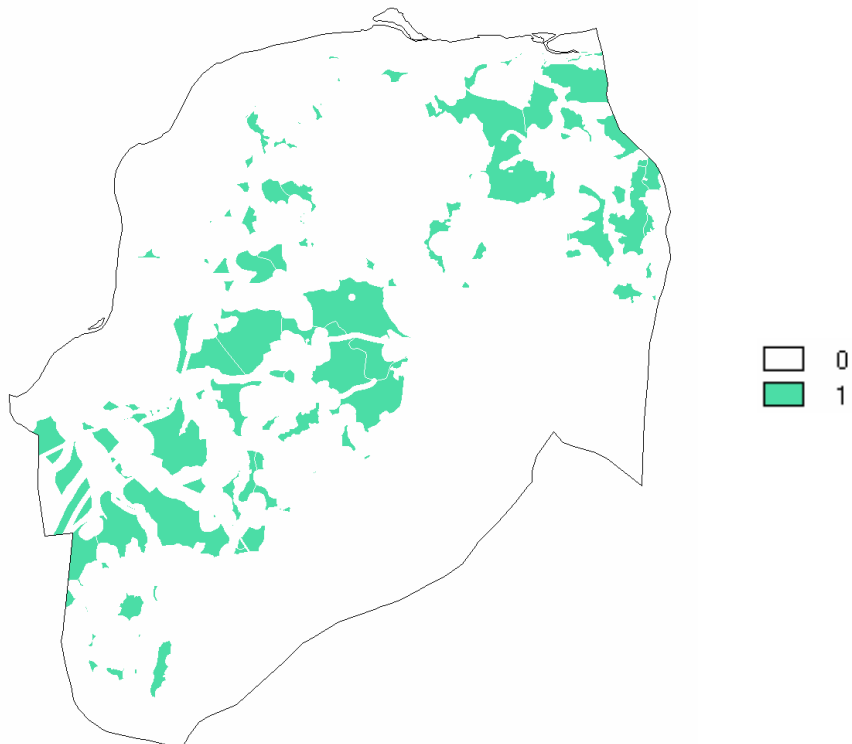


Fig. D.50 - Imagem CE