

Ensaio de Delimitação de Corredores Verdes na Área Metropolitana de Lisboa

Integração de dados fuzzy através da análise multi-critério

FERREIRA, José C.; ROCHA, Jorge; TENEDÓRIO, José A.; SOUSA, Paulo M.

Resumo

No contexto das ideias dos finais dos anos oitenta, sobre o desenvolvimento sustentado da paisagem [2], que assentam na manutenção, preservação e recuperação de espaços vitais ao funcionamento ecológico, surge o conceito de corredor verde [28], entendido como uma estratégia [1] de ordenamento do território, popularizado como resposta às modernas exigências de compatibilização entre os efeitos espaciais negativos da evolução económica e a necessária salvaguarda da qualidade ambiental [29, 35]. Os corredores verdes podem ser definidos como “espaços livres lineares ao longo de corredores naturais, como frentes ribeirinhas, cursos de água, festos, canais, vias cénicas, linhas férreas convertidas em usos de recreio, que ligam entre si parques, reservas naturais, sítios históricos, património natural e áreas habitacionais” [28]. A decisão correspondente à escolha entre os vários traçados alternativos, tem por base uma análise multi-critério (AMC).

PALAVRAS-CHAVE: Corredores Verdes, SIG, Lógica Fuzzy e Análise Multi-critério.

INTRODUÇÃO

É essencialmente no século XX, com o aperfeiçoamento de questões ecológicas e segundo uma perspectiva holística, que se assiste ao desenvolvimento do conceito de Estrutura Verde através da criação de modelos que visam a continuidade da mesma e a sua penetração na paisagem urbana e periurbana. Esta “paisagem é, numa porção de espaço, o resultado da combinação dinâmica, logo instável, de elementos físicos, biológicos e antropogénicos que, reagindo dialecticamente entre si, tornam a Paisagem num conjunto único e indissociável” [5]. O conceito ecológico de continuum naturale, constitui a base desta ideia, onde os novos conceitos de Continuidade, Diversidade e Intensificação (CDI) contribuíram para reforçar os modelos de Estrutura Verde [32, 42].

Em síntese, o que se pretende é que a paisagem envolvente invada o espaço construído “...de modo tentacular e contínuo, criando nichos ecológicos diversificados e assumindo formas e funções cada vez mais urbanas: do espaço de lazer e recreio; ao enquadramento de infraestruturas e edifícios; à simples rua ou praça arborizada. Este objectivo será conseguido, tanto através da criação de novos espaços, como da recuperação dos existentes e da sua ligação através de “corredores verdes” integrando percursos de peões ou de veículos” [32].

Para a geografia “tradicional” a paisagem “...é um termo e uma noção de uso essencialmente pedagógico, é uma forma cómoda - e quase ritual - de apresentar as coisas, mas que alia duas das principais críticas feitas à Geografia: uma disciplina literária e uma abordagem descritiva” [39]. Contudo, a nova geografia veio romper com esta situação, “...investigando os padrões espaciais e a dinâmica...” [33] dos fenómenos “...bem como os ecossistemas em que ocorrem, em relação tanto aos processos naturais como antropogénicos. Esta pesquisa é levada a cabo a escalas locais a regionais ...” [33]. Mais ainda, “... os Geógrafos reconhecem que as respostas a questões de investigação são frequentemente dependentes da escala. No entanto, este princípio e as suas ramificações, para compreender fenómenos e processos num contínuo geográfico de escala, não são bem reconhecidos nas comunidades das ciências sociais e naturais, sendo a Ecologia a notável excepção” [33].

Através de uma hierarquização da escala, e começando a um nível regional, um sistema de corredores verdes apresenta essencialmente uma forma dendrítica, que, através da continuidade dos seus espaços, reflecte o maior ou menor afastamento cidade-campo, podendo ser comparado a “um sistema arterial da cidade, à semelhança do que se passa com a rede viária, constituída por diversos tipos de espaços, hierarquizados de forma complexa” [32], respondendo às necessidades do meio e da população. A esta escala, e de acordo com a hierarquização proposta para a Estrutura Verde em Portugal, o conceito de Estrutura Verde Principal reflecte de forma explícita os princípios e estratégias fundamentais para o estabelecimento de um sistema de corredores verdes. Este conceito pretende assegurar as principais funções da paisagem natural ao penetrar nos aglomerados urbanos, estabelecendo a transição do meio rural para a cidade.

Neste caso, a continuidade é estabelecida através da integração de matas, áreas de elevada produção agrícola, leitos, margens e cursos de água, zonas costeiras e estuarinas, e outras áreas sensíveis das bacias hidrográficas, assim como áreas de integração de vias e os equipamentos colectivos instalados em edifício próprio. As medidas legais que apoiam esta continuidade são fundamentalmente a Reserva Ecológica Nacional, a Reserva Agrícola Nacional, o Domínio Público Hídrico, áreas de protecção aos Edifícios e Monumentos Nacionais ou de interesse concelhio [32].

Como conclusão, o conceito de corredor verde apresenta-se, hoje em dia, como um factor estruturante do ordenamento de qualquer moderna Cidade-Região, na medida em que integra simultaneamente preocupações de ordem económica e ambiental, procurando uma valorização dos recursos humanos, materiais e naturais, segundo uma perspectiva sustentável. O conceito pretende, desta forma, dar resposta às modernas exigências de compatibilização entre os efeitos espaciais negativos da evolução económica e a salvaguarda da qualidade ambiental [31]. Com efeito, nas regiões de maior concentração submetidas a fortes pressões de crescimento urbano, a estratégia dos corredores verdes visa a salvaguarda de valores naturais e construídos, garantindo dar resposta a uma população cada vez mais exigente nas formas de utilização dos tempos livres.

CORREDORES VERDES, GEOGRAFIA E SIG

Segundo o ramo da ecologia que estuda a paisagem, esta é composta por três tipos de elementos [20], a ver: Patches (manchas, parcelas, áreas, polígonos), Corridors (corredores, linhas) e Matrix (matriz, grelha), com implicações distintas do ponto de vista ecológico e visual. As parcelas são superfícies não lineares, que se distinguem por serem diferentes do meio que as rodeia; os corredores são superfícies estreitas e alongadas que se diferenciam pelo seu aspecto; e a matriz é o elemento que ocupa maior superfície, apresentando um papel dominante no funcionamento da paisagem. Os referidos elementos são a base de qualquer análise espacial, a qual se torna particularmente evidente quando se combinam todos (os elementos) "...para formar a variedade de «land mosaics» na terra" [15].

Deste modo, é óbvio que a compreensão da Paisagem "é indispensável para nela se poder actuar, e nessa compreensão há que entender o relacionamento entre os diferentes elementos que a compõem e o seu comportamento" [11]. O sistema de classificação da paisagem proposto por Forman e Gordon é bastante útil para o seu planeamento e descreve explicitamente a relação da estrutura da paisagem com a sua função [2]. Neste âmbito, interessa destacar, pelas suas características específicas, os corredores como elementos estruturantes da paisagem. Estes, permitem simultaneamente a ligação e a divisão entre as paisagens, sendo esta a característica responsável pelas funções mais importantes que desempenham.

Podem considerar-se três tipos básicos de corredores, independentemente da sua origem, uso humano e tipo de paisagem em que se inserem [20], nomeadamente: i) Corredor linear - composto por bandas estreitas essencialmente dominadas por espécies de orla. É formado por caminhos, estradas, sebes, canais de irrigação, etc.; ii) Corredor em banda - formado por bandas largas, com uma área interior central rica em espécies de interior; iii) Corredor fluvial - formado ao longo de cursos de água, que variam em largura de acordo com o tamanho do curso de água. Estes desempenham importantes funções no controlo e redução do escoamento hídrico e de sedimentos erodidos, na intercepção de nutrientes, no aumento de fertilidade do solo, na diversidade das espécies florísticas e faunísticas e na valorização estética da paisagem. \Este último, que possui como elementos estruturantes os cursos de água, teve grande influencia na evolução de um conceito relativamente recente - conceito de corredor verde ou greenway, como ele é considerado actualmente, principalmente ao nível do contexto metropolitano.

Os corredores verdes podem ser definidos como "espaços livres lineares ao longo de corredores naturais, como frentes ribeirinhas, cursos de água, festos, canais, vias cénicas, linhas férreas convertidas em usos de recreio, que ligam entre si parques, reservas naturais, sítios históricos, património natural e áreas habitacionais" [28]. Para a definição da estrutura verde de protecção e valorização da paisagem, que serve de suporte ao planeamento e estrutura de corredores verdes, podem destacar-se três sistemas essenciais e complementares: i) linhas - os cursos de água; ii) pontos - os elementos de património cultural, natural e paisagístico; iii) áreas - as áreas importantes para a conservação da natureza integradas na rede áreas protegidas e outras áreas que se encontrem salvaguardadas pela legislação existente - RAN e REN.

A conjugação destes sistemas pode constituir uma estrutura coerente, à qual se devem associar outros elementos de importância relevante que não se encontrem integrados em nenhum sistema de protecção, constituintes da estrutura verde global como matas e manchas de vegetação com interesse, espaços verdes de recreio ou valores patrimoniais locais, sobre as quais se poderá estruturar a rede de corredores verdes com múltiplas funções [12].

Do ponto de vista da geografia, já em 1936, Hartshorne procurava constituir uma sólida base teórica sustentada no conceito da "unidade" territorial, definindo uma geografia dedicada ao "estudo de fenómenos individuais", mas onde a "preocupação com o único (...) não está limitada ao fenómeno mas também se aplica a relacionamentos entre os fenómenos" [24]. Do ponto de vista computacional, este conceito de "unidade-área" é equivalente aos de "unidade de paisagem" [45] e land unit [50], sendo todos baseados na delimitação de unidades homogéneas.

O conceito de "área-unidade" está subjacente a todo o processo de análise geográfica, sendo tido como uma partição do espaço, definida em função do objecto de estudo e da escala de trabalho. A repartição do espaço em áreas homogéneas, permite relacionar, para cada uma destas áreas, os correspondentes layers (níveis) de informação que a individualizam em relação a todas as demais (as características de determina área são definidas pela integração das diferentes variáveis

geográficas), constituindo desta forma um sistema de classificação e organização do espaço. A representação computacional da “unidade de área” traduz-se num polígono, obtido através, quer da delimitação manual de classes, quer através do cruzamento (análise espacial) dos diversos níveis de informação disponíveis. Efectivamente, a actual geração de SIG, através das suas funcionalidades de pesquisa (espacial e não espacial), pode aferir, praticamente sem limitações, as relações (inter e intra) que definem as diversas unidades-área.

Mais recentemente, como que em resposta às críticas que eram dirigidas à geografia “tradicional”, a Geografia Quantitativa (também designada de Nova Geografia) passou a utilizar teorias provenientes de outros campos da ciência [14], adaptando à geografia, por exemplo, o método hipotético-dedutivo característico das ciências naturais, recorrendo para tal aos paradigmas de generalização e refutação já sobejamente conhecidos e utilizados em ciências como a Biologia, a Química e a Física [25]. A lógica subjacente a esta abordagem é a de que a realidade - embora simplificada - pode ser “capturada” e modelada através de conceitos lógicos e matemáticos. Através do estudo e análise dos fenómenos geográficos e recorrendo a teorias científicas, é possível proceder à sua explicação, utilizando para tal métodos passíveis de experimentação e consequentemente, de refutação [36].

Proseguindo esta linha de pensamento, é imperioso construir modelos que permitam analisar, validar, modelar e, em última análise, simular os (eco)sistemas geográficos; estes modelos empíricos, podem (e devem) ser verificados e validados com recurso a dados de campo e técnicas estatísticas [13]. Neste contexto, o estudo dos padrões de distribuição espacial (representados por pontos, linhas, áreas ou matrizes que traduzem eventos) passa a constituir a base dos estudos espaciais quantitativos. Deste modo, deduz-se com facilidade que a geografia quantitativa coloca grande ênfase em na Geoestatística (ou estatística espacial), na análise espacial e na simulação/modelação [4], seja na modelação de recursos naturais [23] ou na análise espacial de fenómenos sócio-económicos [3, 21].

Em termos latos, pode-se afirmar que a forma privilegiada de representação associada à geografia quantitativa são as superfícies, que em termos informáticos correspondem a matrizes e malhas triangulares. As superfícies podem ser interpoladas a partir de amostras, com o uso de procedimentos geoestatísticos como a krigagem, aos quais se podem associar medidas de incerteza, e/ou “dissolvendo” os limites poligonais que correspondem às unidades-área (conversão vectorial - matricial). Desta particular abordagem, sobressaem as ideias de autocorrelação espacial [22], de que são exemplo os índices de Moran e Geary [4], como expressão básica da dependência entre observações no espaço em regiões vizinhas e a de processo estacionário, o qual advoga que as relações entre as medidas são função da distância.

Com o advento e consolidação da escola quantitativa, a geografia passa a incorporar, de forma intrínseca, o computador como ferramenta de análise. Neste sentido, o aparecimento, em meados da década de 70, dos primeiros sistemas de informação geográfica (SIG), contribuiu para a grande implementação desta linha de pensamento. Ainda hoje, nos países anglo-saxónicos, onde a geografia quantitativa é a visão dominante, os SIG são considerados o futuro da geografia, como indica o recente estudo da “National Academy of Sciences” [33]. Muito sucintamente, é possível definir um SIG como um sistema onde os dados (informação) de natureza espacial se encontram estruturados em diferentes camadas (layer, coverages ou níveis), que por sobreposição (overlay) permitem a elaboração dos modelos de informação geográfica. Cada camada é constituída por uma determinada variável espacial: tipo de solo, uso/ocupação do solo, declives, altitude, hidrografia, rede viária, etc. O tipo de tratamento que se fará sob os dados espaciais determinará o modelo de representação da informação espacial, pois a manipulação dos dados irá muitas vezes aproximar-se de um dos modelos de representação da realidade.

ÁREA DE ESTUDO E INFORMAÇÃO DE BASE

A relação que o Homem estabelece com a superfície terrestre gera a dinâmica que anima os espaços, os quais, quando alvo das acções humanas, deixam de ser naturais para progressivamente se tornarem em espaços humanizados. Com o decorrer dos tempos, o Homem foi assumindo uma postura cada vez mais intervencionista sobre o meio, relegando para segundo plano uma atitude passiva face ao quadro natural. Paralela e complementarmente aos agentes naturais, a acção humana foi contribuindo para a modelação da paisagem imprimindo-lhe um cunho crescentemente artificial.

O crescimento e o desenvolvimento de que a Área Metropolitana de Lisboa (AML) vem sendo alvo traduz-se, directamente, em alterações morfo-funcionais e em dinâmicas espaciais próprias, as quais, quando objecto de, adquirem conteúdo semântico nunca menos confuso do que os próprios conceitos de “crescimento” e “desenvolvimento” comportam. O crescimento de uma região, mesmo numa perspectiva geográfica do termo, é por vezes confundido - de forma voluntária ou involuntária - com crescimento “económico”. Tal pressuposto é de uma gravidade atroz, tanto mais se reportado aos princípios que balizam as metodologias de ordenamento e planeamento territorial, sendo as suas repercussões por demais reconhecidas sobretudo quando traduzidas em assimetrias espaciais que espelham a produção de segregação funcional, social e paisagística.

No contexto das ideias dos finais dos anos oitenta, sobre o desenvolvimento sustentado da paisagem [2], que assentam na manutenção, preservação e recuperação de espaços vitais ao funcionamento ecológico, surge o conceito de corredor verde [28], entendido como uma estratégia [1] de ordenamento do território, popularizado como resposta às modernas exigências de compatibilização entre os efeitos espaciais negativos da evolução económica e a necessária salvaguarda da qualidade ambiental [29, 35].

A elaboração dessas estratégias necessita de um grande manancial de informação. O manuseamento dessa informação é tanto mais complexo e moroso quanto maior for o número de variáveis a considerar. Neste sentido, a utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), revela-se essencial visto que permite o manuseamento, a integração e a análise da informação georeferenciada, com rigor, eficácia, versatilidade e rapidez. Considerando o pressuposto anterior, recorreu-se à tecnologia SIG para a construção de uma base de dados espaciais de suporte à proposta de delimitação de uma rede de corredores verdes na Área Metropolitana de Lisboa.

1. A Área Metropolitana de Lisboa (AML)

A AML é uma figura jurídica criada pelo Dec.-Lei n.º 44/91 de 2 de Agosto, sendo definida como pessoa colectiva de direito público e de âmbito territorial. Engloba 19 municípios e a sua criação surgiu da necessidade de ordenamento de um espaço geográfico de vital importância no contexto nacional, sendo o maior centro urbano e industrial do país. O seu desenvolvimento, além de benefícios, originou também "(...) uma estrutura regional desequilibrada, com efeitos graves de ordem económica, social e ambiental" [31]. A AML (Figura 1) encontra-se dividida, para efeitos estatísticos, em Grande Lisboa e Península da Setúbal, também conhecidas por Margem Norte e Margem Sul da AML, respectivamente.

O intenso crescimento urbanístico, associado à ausência ou fraca qualidade de planeamento e de declínio da actividade agro-florestal, deu origem a uma paisagem urbana periférica desqualificada no que se refere à qualidade de vida urbana, à degradação de recursos e processos naturais e paisagísticos e à intensificação de impactes ambientais adversos [12].

Um exemplo é a enorme carência de espaços verdes urbanos de recreio e lazer, tendo em conta o número de habitantes existente. As autarquias têm procurado dar resposta a todas estas preocupações, mas o planeamento é feito, muitas vezes, "de costas voltadas" relativamente aos concelhos contíguos, não tendo em conta aspectos de complementaridade e/ou continuidade da estrutura verde, assim como de condições de aptidão adequada [42].

Desta forma, torna-se necessário ter em conta estudos básicos e processos de planeamento integrado, a nível municipal e supramunicipal, para o estabelecimento de uma estrutura verde com múltiplas dimensões - protecção de recursos, recreio e lazer, estabilidade ecológica, requalificação do que resta da paisagem cultural e agrícola e protecção do património natural e construído.

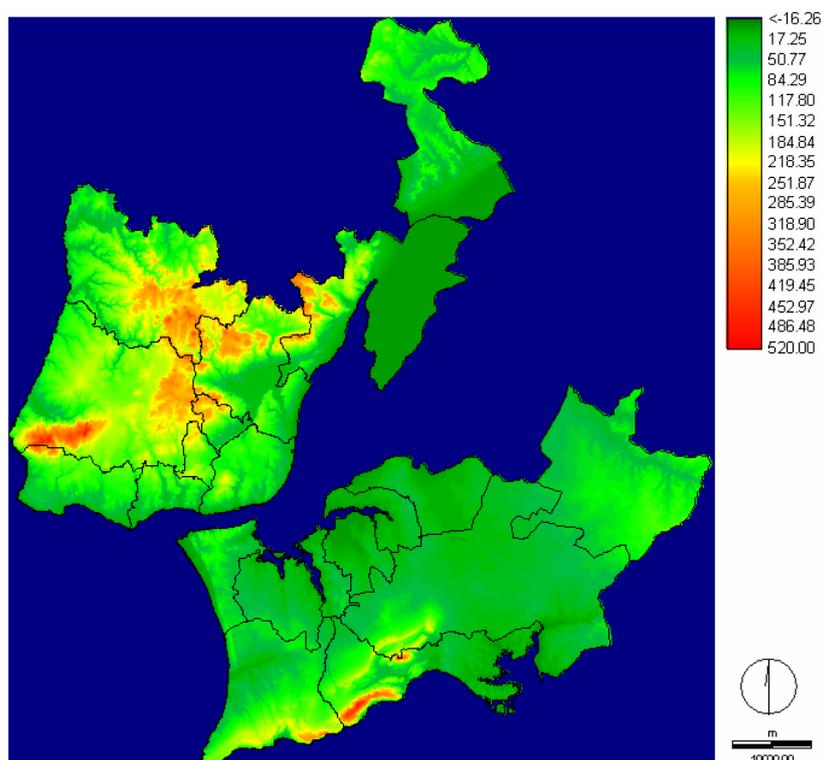


Figura 1. Área Metropolitana de Lisboa (AML)

O conceito de Corredores Verdes inserido num movimento internacional surgiu para dar resposta às modernas exigências de compatibilização entre os efeitos espaciais negativos da evolução económica e a necessidade da salvaguarda da qualidade ambiental. Com efeito, nas regiões de maior concentração populacional, o alastramento da urbanização, se não for orientado por uma estrutura clara de grandes e pequenos espaços, corre o risco de destruir na sua passagem todos os recursos indispensáveis a um desenvolvimento sustentável [31]. É nesta perspectiva que o conceito de corredores verdes pretende constituir uma alternativa à situação actual.

Pensa-se que a filosofia dos corredores verdes poderá constituir uma forma de interligação das questões do planeamento

ambiental e paisagístico, procurando dar uma estrutura de continuidade e convergência às estratégias de intervenção em matéria de ordenamento do território e de ambiente, na AML. Actualmente, as referências de integração deste tipo de políticas têm apenas destacado as questões relacionadas com transportes, rede viária e saneamento básico [12].

Para atingir esse objectivo, e como foi já referido, torna-se necessária uma visão integradora e holística por parte das várias entidades gestoras do território metropolitano, como Autarquias Locais, Junta Metropolitana e organismos da Administração Central, procurando-se inverter o caminho que nesta área tem sido seguido, de considerar predominantemente os sistemas ambientais à escala municipal, sem ter em conta interdependências que não se coadunam com os limites administrativos. Este facto permite assegurar uma maior eficácia na definição dos corredores verdes e no cumprimento dos seus objectivos.

Foi neste sentido que se desenvolveu uma metodologia que visa o estabelecimento de uma Rede de corredores verdes para toda a Área Metropolitana de Lisboa. O principal objectivo inerente foi a elaboração de uma proposta de Ordenamento do Território que possa gerir o crescimento da AML no final deste século, tendo como base o conceito de Corredores Verdes.

2. Informação de Base

Nesta fase, estabeleceu-se um macrozonamento assente numa plataforma de dados correspondentes à cartografia de base, à escala 1: 25 000, contendo dados relativos aos seguintes temas: Hidrografia, Linhas de Costa, Altimetria, Geologia, Tipo de Solos, Capacidade de Uso do Solo, Rede Viária, Divisão Administrativa, etc. Sobre esta plataforma de base de dados foi ainda integrada informação sobre a Reserva Ecológica Nacional (REN), Reserva Agrícola Nacional (RAN), Planos Directores Municipais (PDM), Património e áreas de uso actual do solo segundo o Projecto CartusAML.

Assim, procedeu-se à análise, cruzamento e selecção de informação (Tabela 1), segundo a sua relevância para a definição de áreas que, devido às suas características específicas, devem integrar as várias tipologias de um sistema verde. Estas tipologias, que se podem traduzir em objectivos, foram definidas tendo em conta os recursos existentes no concelho de Almada. Estes são a protecção de recursos naturais, a protecção e valorização do património cultural e paisagístico e a vocação para o recreio.

Informação	Pontos	Linhas	Áreas
Estruturante		Rede Viária Linha Costa Hidrografia	
Suporte	Património		PDM; RAN; REN Áreas Protegidas Zonas de Protecção Especial (ZPE)
Derivada			Cabeços Sistema Húmido

Tabela 1. Organização da informação utilizada na análise multi-critério

Na tentativa de atingir estes objectivos, procedeu-se primeiramente à delimitação dos condicionantes regulamentares enquadrados em figuras de salvaguarda de recursos naturais, culturais e paisagísticos, como a RAN, REN, áreas protegidas e elementos de património cultural. Foram depois considerados outros elementos significativos, no contexto da protecção e valorização da paisagem, aspectos relacionados com o recreio, e outros considerados fundamentais para a apreciação global do funcionamento e evolução da paisagem do concelho de Almada, como a demografia, a evolução do uso do solo, etc. Estes últimos extremamente importantes para a determinação das áreas mais problemáticas, a nível de pressão urbanística, e de carência em espaços de verdes de utilização pública.

a) Delimitação da RAN

Para a delimitação da RAN, seleccionaram-se os solos de elevada capacidade de uso assim como os solos pertencentes à classe Ch, por integração específica (alínea c) do artº 6, Dec.-Lei nº 196/89. Deveriam ser considerados também os solos de baixas aluvionares e coluviais, mas a ausência desses dados, não permitiu a sua integração.

b) Delimitação da REN

Para a delimitação da carta da REN os seus constituintes foram identificados, isoladamente, sendo posteriormente agregados até ao seu estabelecimento total. Estes foram integrados na REN tendo em conta a sua susceptibilidade relativamente a dois processos distintos, a ocorrência de cheias e poluição de aquíferos (áreas de infiltração máxima, leitos dos cursos de água) e os processos erosivos (áreas declivosas, a arriba e sua faixa de protecção e a faixa de protecção do estuário). Este facto, permite diferenciar condicionalismos distintos, no que se refere ao tipo de uso e protecção dos recursos em causa.

Para a identificação das áreas de máxima infiltração, recorreu-se primeiramente à carta geológica, da qual se extraíram as

seguintes classes, aluviões, areias de dunas e praias, dunas, calhaus e areias, que correspondem às zonas mais permeáveis do concelho. A sua determinação baseou-se num estudo de Ferreira [19], sobre a permeabilidade dos litofácies (formações geológicas) e a sua vulnerabilidade à contaminação. Este aspecto é extremamente importante, na medida em que, a elevada permeabilidade de uma formação geológica se traduz numa maior vulnerabilidade de contaminação de um aquífero. Além das áreas permeáveis, consideraram-se os declives, nomeadamente os inferiores a 5% como favoráveis à infiltração. A intersecção desta informação permitiu definir as áreas de máxima infiltração.

Para a definição dos leitos dos cursos de água, estabeleceu-se um buffer de 10m ao longo dos mesmos, correspondendo à distância estabelecida pelo domínio público hídrico, e que consequentemente permite apoiar a implementação de medidas de salvaguarda e protecção destes recursos.

Para a determinação das áreas com riscos de erosão, consideraram-se as manchas de solos pertencentes às classes De e Ee, as manchas de estrutura complexa compostas pelas classes De e Ee, assim como a classe Ce, quando em associação com as anteriores. Refira-se que o índice e identifica os solos com limitações resultantes de processos erosivos. Como foi referido na análise biofísica, no concelho predominam os solos com este índice, tendo-se por isso cruzado esta informação com a classe de declives superiores a 15%, considerada neste caso como limite a partir do qual existem riscos de erosão, de forma a incluir o maior número de solos sujeitos a estes riscos.

c) Delimitação de áreas com interesse patrimonial

A avaliação destas áreas baseou-se em primeiro lugar no património classificado pelo IPPAR, nas zonas de maior concentração de elementos patrimoniais e nos elementos de maior interesse a integrar um sistema de corredores verdes. Nos elementos classificados marcou-se a respectiva faixa de protecção, segundo o artº 22 do Dec.-Lei nº 13/85, que refere uma zona de protecção de 50 m, contados a partir dos limites exteriores do imóvel, quando estes não tiverem fixada uma zona especial de protecção. Devido ao aspecto gráfico dos elementos patrimoniais, representados por pontos, esta faixa de protecção não possui expressão, sendo estes elementos diferenciados através da cor.

As zonas de elevada densidade de património foram definidas quando os elementos de património se encontravam a menos de 400 m uns dos outros. Este valor foi estabelecido respeitando a extensão máxima confortável para percursos pedonais [38]. Tendo em conta os objectivos deste trabalho, os elementos patrimoniais considerados de maior interesse, foram os núcleos históricos, as quintas e moinhos. Estes foram marcados com cores diferentes, permitindo salientar a sua localização relativamente aos outros elementos de património, e também posteriormente em relação a outros elementos a integrar os outros objectivos propostos.

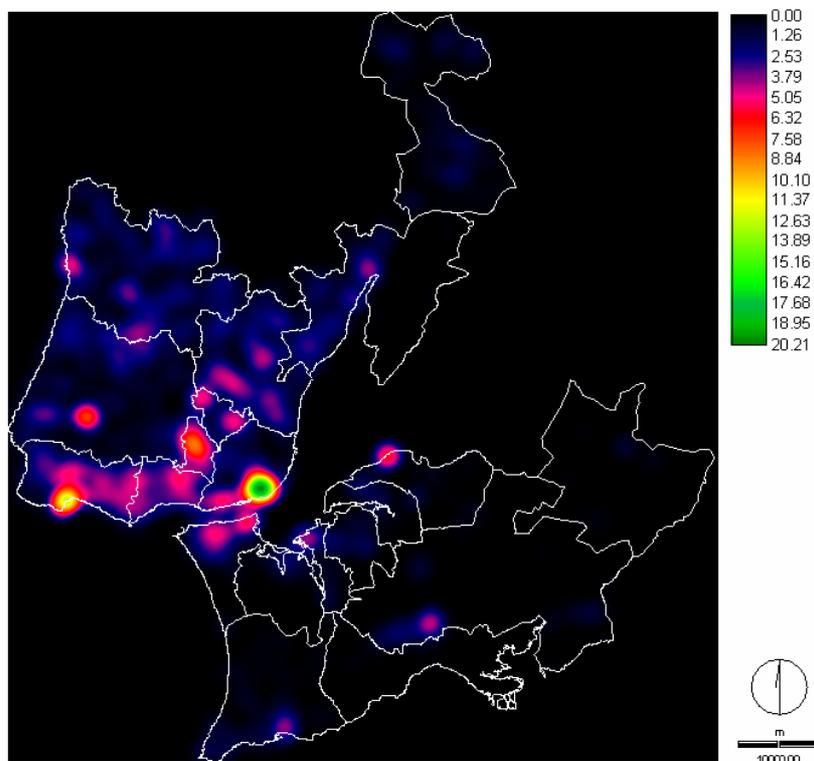


Figura 2. Densidade de elementos de património (elemento/km²)

d) Determinação das áreas com vocação para o recreio

Para a determinação dos elementos com potencialidades para o recreio consideraram-se três componentes: áreas de interesse turístico existentes, áreas de vegetação consideradas com aptidão para actividades recreativas e os espaços de

equipamentos existentes com fins recreativos.

As áreas de interesse turístico são, inegavelmente, os extensos areais ao longo da costa, constituindo o mais importante espaço lúdico-balnear da AML. Associadas às praias estão várias actividades recreativas e desportivas como windsurf, esqui aquático, pesca, campismo, etc. Refira-se no entanto que a utilização das praias tem trazido consequências negativas, como a destruição parcial do sistema dunar, devido ao intenso pisoteio.

A utilização das matas adjacentes à linha de costa, essencialmente constituídas por pinheiros, como complemento da actividade balnear, constituiu desde sempre um aspecto importante, demonstrando a potencial extensão da zona recreativa, viabilizando um maior número de actividades passíveis de desenvolver. No entanto, e como aconteceu com o sistema dunar, algumas destas áreas foram sujeitas a utilização intensa, sem que houvesse quaisquer infra-estruturas de apoio capazes de impedir o desrespeito por áreas de grande valor paisagístico.

Embora se tenham considerado várias manchas de vegetação como potenciais áreas recreativas, reconhece-se que nem todas possuem a mesma aptidão. As acácias não constituem áreas de particular interesse recreativo, mas considerando uma possível substituição gradual desta espécie por outras espécies características da região e a sua localização estratégica, estas áreas seriam consideradas excelentes recursos naturais, paisagísticos, e claro, recreativos. Tendo em conta a expansão das áreas urbanas considerou-se importante preservar as manchas de vegetação dispersas pelo concelho, actualmente bastante ameaçadas pela urbanização, e que representam espaços passíveis de implementação de áreas de lazer, praticamente inexistentes, nas áreas de maior grau de edificação.

Os últimos componentes considerados como áreas de interesse recreativo foram os espaços públicos, mais precisamente os espaços de recreio e lazer e os espaços de equipamentos existentes. Como tem sido referido, estes elementos são pouco representativos. Para melhor entendimento dos procedimentos efectuados, apresentam-se resumidamente, no quadro 1, os vários critérios utilizados para a delimitação das áreas a proteger e valorizar, no âmbito do conceito de corredores verde, integrando os três objectivos definidos. Após a definição destes níveis correspondentes aos objectivos propostos, procedeu-se à sua integração numa única carta, definindo o mosaico total dos recursos a apoiar a definição de uma rede de corredores verdes para a AML.

Da análise desta carta síntese pode verificar-se a sobreposição de recursos pertencentes a níveis diferentes, o que demonstra a aptidão desses mesmos recursos para vários objectivos. Esta situação é bastante evidente na área de paisagem protegida da Arriba fóssil. Desta forma, pode perceber-se também a necessidade de regar o uso de algumas destas áreas, nomeadamente aquelas cujo objectivo primordial é a protecção. Aí, o uso recreativo deverá ser muito bem regulamentado, para evitar a degradação dos recursos, que constituem eles próprios os principais atractivos da região.

ANÁLISE MULTI-CRITÉRIO (AMC)

Uma decisão corresponde a uma escolha entre várias alternativas, sejam elas relacionadas com acções, localizações, ou qualquer outra temática. Na base de cada decisão está um critério. A análise multi-critério (AMC), pega precisamente nesta premissa para tentar conjugar, de acordo com um objectivo específico, um conjunto de critérios de forma a alcançar uma base composta de suporte à decisão. Por exemplo, decidir quais as áreas mais indicadas para a implementação de corredores verdes. Os critérios correspondem a layers como a proximidade a linhas de água, as zonas de infiltração máxima ou as áreas protegidas. Recorrendo à AMC, estes layers representativos das localizações óptimas (tendo em conta um determinado critério), podem ser combinadas de forma a originar um único mapa de aptidão a partir do qual a escolha de localização do corredor verde pode ser tomada.

A natureza dos critérios pode tomar duas formas: factores e condicionantes. Os factores são por natureza contínuos (como o gradiente de declives ou a proximidade às estradas), indicando a aptidão relativa de certas áreas. Por outro lado, as condicionantes ou constrangimentos, são sempre de carácter booleano (como as áreas urbanas). Estas servem para excluir certas áreas de consideração, aquando do processo de avaliação.

A AMC permite combinar os factores e os constrangimentos de três formas diferentes (Tabela 2), cada uma delas caracterizada por um diferente grau de interacção entre os factores e o nível de risco assumido no processo de combinação das variáveis. Neste método a interacção corresponde ao grau com que um factor pode compensar outro; o grau de compensação é definido por um conjunto de pesos, atribuídos a cada factor (indicando a importância de cada factor para o objectivo em consideração: um só factor de média apetência e com um peso alto pode compensar vários de peso baixo e elevada apetência) e normalizados de forma a que o seu somatório corresponda à unidades.

Para além das interacções, a AMC é caracterizada por alguns níveis de risco assumido que irão influenciar de forma bastante forte o mapa final de aptidão. Por análise de baixo risco considera-se aquela onde a área com maior apetência no resultado final é minimizada em virtude de ter obrigatoriamente grande aptidão em todos os factores. Uma análise de alto risco maximiza a área de grande apetência dado que qualquer área que detenha uma grande aptidão num dos factores, manterá forte presença no mapa final.

Para proceder à AMC é preciso definir o procedimento a utilizar (Intersecção Booleana, Combinação Linear Ponderada, Média Ponderada e Ordenada) e seleccionar a informação a utilizar (factores e constrangimentos), mas antes é necessário normalizar cada um dos mapas relativos aos factores para que a informação adquira um carácter contínuo e encontrar os pesos para os factores. A normalização pode ser obtida através da análise fuzzy, recorrendo a um conjunto de funções de

pertença (linear, sigmoidal, em J e definida pelo utilizador) e, uma vez finalizada, desenvolve-se um conjunto de pesos (ponderações) que, como já foi referido, indicam a importância relativa de cada factor face à decisão em análise.

Método	Características
Intersecção Booleana	Neste caso toda a informação é considerada como constrangimento e o resultado é a sua intersecção (operação booleana de mínimo - AND). Este método é caracterizado por não existir interacção entre os factores, pois a aptidão num desses factores não pode compensar a não-aptidão noutro. Este procedimento de combinação das variáveis acarreta um baixo risco na medida em que apenas as áreas consideradas boas em todos os factores são tidas em consideração no mapa final de aptidão.
Combinação Linear Ponderada	Este critério pode incluir factores ponderados e constrangimentos, começando por multiplicar cada factor pelo seu peso e posteriormente aferindo a soma dos resultados obtidos; os constrangimentos são depois aplicados através de sucessivas multiplicações que visam a exclusão das áreas com valor zero (não susceptíveis de aplicação). Este procedimento é caracterizado pela interacção total entre factores e um risco médio. Os pesos dos factores, não utilizados no exemplo da intersecção booleana (nenhuma interacção), são muito importantes neste caso, porque determinam como os factores individuais se relacionam. Neste caso, quanto mais elevado o peso do factor, maior a influência deste no mapa final de aptidão. Junto com a completa interacção, este é caracterizado por um nível médio do risco, porque retribui exactamente o valor intermedio entre a minimização (operação AND) e maximização (operação OR) das áreas a serem consideradas apropriadas no resultado final.
Média Ponderada e Ordenada	Este método, tal como o anterior, recorre a factores e constrangimentos. No entanto, para além aos pesos dos factores, utiliza-se também os pesos relativos à ordem das variáveis. Este segundo jogo dos pesos permite o controle directo dos níveis do interacção e risco. O grau de interacção total corresponde ao grau com que os pesos do factor/interacção são aplicados na combinação das variáveis; a influência destes pesos é gerida pelo conjunto de pesos de ordem. O grau de risco é dado pela posição obtida através da combinação entre a minimização (operação AND) e maximização (operação OR) das áreas a serem consideradas apropriadas no resultado final; ou seja, também é controlado pelo conjunto de pesos de ordem.

Tabela 2. Formas de combinação entre factores e constrangimentos em AMC

1. Análise espacial multi-critério com recurso a dados indiferenciados (Fuzzy)

Nos últimos anos a geografia quantitativa tem procurado, cada vez mais, o suporte computacional, registando-se um acréscimo na disseminação das metodologias de análise espacial com base em suporte informático, dando origem a uma nova área de conhecimento. Da premente necessidade de catalogar esta nova área inter-disciplinar, por forma a que não fosse catalogada como uma simples extensão das técnicas estatísticas para análise de dados espaciais, nasceu a designação geocomputação. Proposta por Stan Openshaw, esta designação tem granjeado uma crescente aceitação no meio, visto permitir enquadrar esta ciência, no seio das tecnologias de informação geográfica.

Este termo descreve o uso de métodos que recorrem intensivamente a computadores tendo em vista a perscrutação de conhecimento em geografia, com especial destaque para aqueles que utilizam formas de clustering não convencionais e/ou técnicas de análise. Ultimamente, esta definição enquadrou-se num contexto bastante mais lato, que envolve a análise espacial, a modelização dinâmica e a visualização da dinâmica espaço-tempo, passando a combinar abordagens recorrentes dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) com outras emergentes no seio dos princípios da teoria do Caos [10, 34], nomeadamente os algoritmos genéticos - autómatos celulares (ou agentes autónomos), fractais e a lógica fuzzy (confusa, pouco nítida, nebulosa, indiferenciada, etc.)

No caso da lógica fuzzy [48], a motivação básica parte das limitações das representações exactas (tipicamente realizadas por meio de polígonos), pois “quando o conceito de heterogeneidade da Paisagem é estendido para lá da geografia, geomorfologia e comunidades vegetais, para níveis em que o que constitui uma «mancha» se torna visualmente menos óbvio, os métodos quantitativos assumem enorme importância”. Segundo Burrough, “os limites desenhados em mapas temáticos (como solo, vegetação, ou geologia) raramente são precisos e representar as suas fronteiras como linhas finas muitas vezes não traduz adequadamente as suas características (Figura 3). Assim, talvez não nos devamos preocupar tanto com localizações exactas, e representações gráficas elegantes. Se pudermos aceitar que limites precisos entre padrões de vegetação e solo raramente ocorrem, estaremos livres dos problemas associados aos erros topológicos decorrentes das operações de análise Espacial” [8].

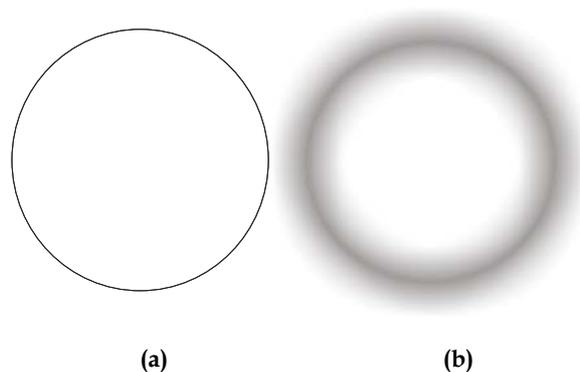


Figura 3. Polígono com fronteira bem definida (a) e indiferenciada - *fuzzy* (b)

Um vasto grupo de algoritmos utilizados em análise espacial parte do princípio que as regiões são compostas por um número de classes únicas e internamente homogêneas, o que por diversas vezes se tem provado que não corresponde à realidade. Face a esta constatação têm sido propostas diversas abordagens para adaptar os classificadores aos respeito a fenómenos ambientais, naturais e antropogénicos, considerando-se que são indiferenciados (*fuzzy*) porque permitem atribuir a cada pixel propriedades múltiplas ou parciais relativamente à hipotética classe em que se enquadram. Assim considera-se que o conceito de conjunto de dados indiferenciados (ou indistintos) é preponderante para este tipo de classificação. Pode-se então afirmar que as classes não têm limites abruptos (Figura 4), a transição entre pertencer-lhes e não lhes pertencer é gradual, embora, em casos excepcionais, possam existir classes com limites abruptos. A esta característica, diga-se de inclusão (também conhecida como probabilidade), são atribuídos valores de 0 a 1.

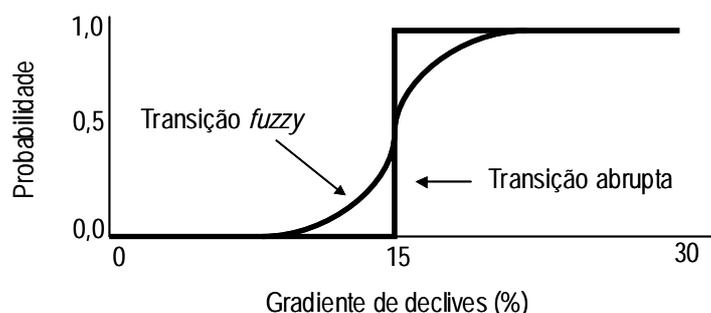


Figura 4 - Comparação entre uma transição abrupta e a *fuzzy*

Em resumo, “dado que existe um grau significativo de indefinição quanto aos limites e fronteiras - físicos, conceptuais e temáticos - dos objectos ou conjuntos de objectos a classificar, pode adoptar-se uma abordagem conceptual diferente, pois nalguns casos não há limites nítidos, marcados, mas sim difusos”. Os conjuntos (ou classes) *fuzzy* são conjuntos sem fronteiras - transições - abruptas; isto é, a transição entre a pertença e a não pertença de uma localização num conjunto é gradual [48]. Um conjunto *fuzzy* é caracterizado por um grau de pertença *fuzzy* (também designado de possibilidade) que varia entre 0.0 e 1.0 (ou 0 e 255), indicando um incremento contínuo da não-pertença até à pertença completa. A função *fuzzy* corresponde a “um tipo de imprecisão caracterizadora de classes que, por várias razões, não têm ou não podem ter fronteiras nítidas. Estas classes definidas de uma forma inexacta são definidas como «*fuzzy sets*». A «*Fuzziness*» é frequentemente conotada com complexidade, sendo apropriado utilizar «*fuzzy sets*» sempre que se tem de lidar com ambiguidade e ambivalência em modelos conceptuais ou matemáticos de fenómenos empíricos...” [10].

A lógica *fuzzy* avalia a possibilidade de cada pixel pertencer a a um conjunto *fuzzy* através da análise de toda a série de funções de pertença *fuzzy*. Existem quatro funções fundamentais de pertença *fuzzy*: sigmoidal, em J, linear e não standart.

A função de pertença Sigmoidal ("em S") é provavelmente a mais utilizada na teoria dos conjuntos *fuzzy*. É elaborada através de uma função de coseno e obriga à identificação de 4 pontos (ao longo do eixo das abcissas) que vão definir a forma da curva. Estes pontos são indicados na Figura 5 pelas letras a, b, c and d e representam os pontos de inflexão da curva de forma a que: a) a função de pertença eleva-se acima de 0; b) a função de pertença torna-se 1; c) a função de pertença cai abaixo de 1; d) a função de pertença torna-se 0.

A função de pertença sigmoidal representada na Figura 5 exemplifica uma curva monótona crescente, uma monótona decrescente, e duas simétricas nos cantos superior esquerdo, superior direito, inferior esquerdo e inferior direito, respectivamente. No caso das funções monótonas crescentes, o valor dado para os pontos de inflexão b, c e d é semelhante.

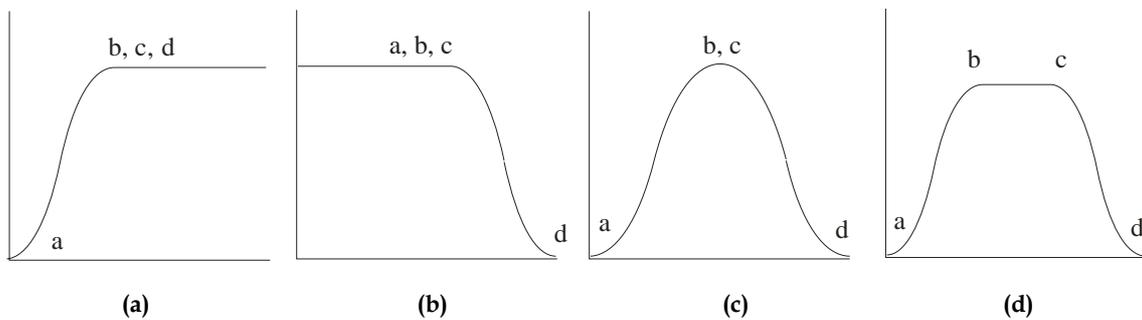


Figura 5 - Função de pertença sigmoidal (em "S")

Por exemplo, para construir a classe "declives acentuados ou encostas íngremes" pode-se utilizar uma função não monotona crescente com o ponto de inflexão situado nos 10% (os declives começam a tornar-se acentuados) e b, c e d nos 25% (o declive é membro de pleno direito da classe "declives acentuados"). Outra hipótese de aplicação seria, modelar a classe "elevação favorável" para uma determinada espécie de plantas, recorrendo a uma função simétrica com os pontos de inflexão; a = 1000m, b e c = 2000m e d = 5000m.

Para a função de pertença sigmoidal, utiliza-se a seguinte equação:

$$\mu = \cos^2 \alpha, \quad (1)$$

onde, no caso da função monotona decrescente:

$$\alpha = \frac{1 - (x - \text{ponto } c)}{\text{ponto } d - \text{ponto } c} \times \frac{\pi}{2}, \quad (2)$$

quando $x < \text{ponto } c$, $\mu = 1$.

No caso de uma função monotona crescente tem-se:

$$\alpha = \frac{1 - (x - \text{ponto } a)}{\text{ponto } b - \text{ponto } a} \times \frac{\pi}{2}, \quad (3)$$

quando $x > \text{ponto } b$, $\mu = 1$.

A função em J também é bastante comum, apesar de na maioria dos casos possa parecer que a função sigmoidal funcionaria melhor. A equação da curva em J define-se como (Burrough, 1989):

$$\mu = \frac{1}{1 + \left[\frac{(x - p2)}{(p2 - p1)} \right]^2}, \quad (4)$$

onde $p1 = \text{ponto } 1$ e $p2 = \text{ponto } 2$. Quando $x > \text{ponto } 2$, então $\mu = 1$. Produzindo variantes da equação, é possível obter as outras curvas em J.

A Figura 6 representa esquematicamente as diferentes possibilidades das funções em J, bem como as posições dos pontos de inflexão. Deve-se notar, que esta função aproxima-se de 0 mas que apenas o alcança no infinito. Mais, os pontos de inflexão a e d indicam os locais onde onde a função atinge o valor de 0,5 em vez de 0.

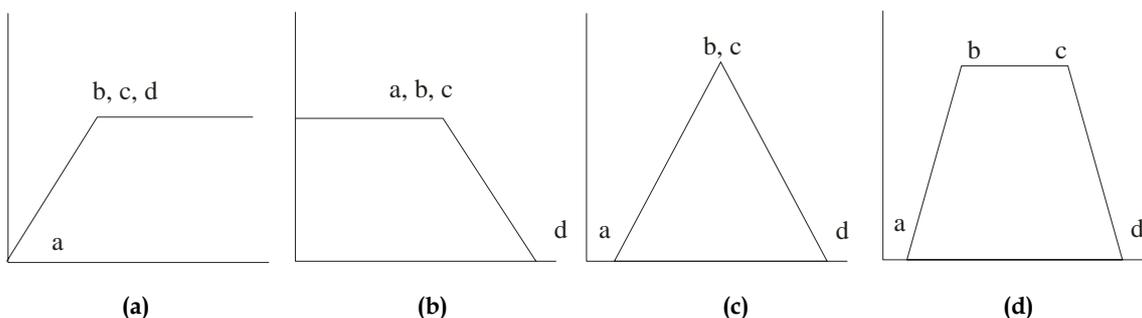


Figura 6 - Função de pertença em J

Na Figura 7 é possível observar a função linear e todas as suas variantes, bem como a posição dos pontos de inflexão. Esta função é principalmente utilizada em dispositivos electrónicos, por um lado devido à sua simplicidade, por outro porque nestes casos é essencial medir o sinal de saída de sensores essencialmente lineares.

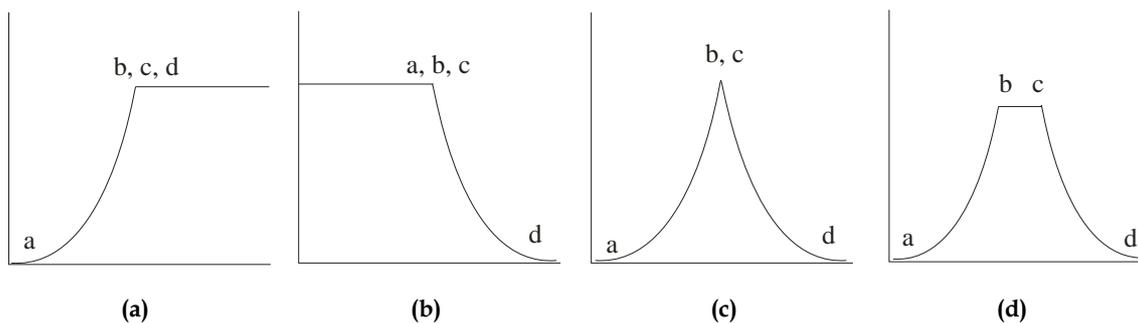


Figura 7 - Função linear de pertença

Quando a relação entre o valor dos pixels e a sua função de pertença não segue nenhuma das três funções anteriores a função definida pelo utilizador (não standart) é a mais utilizada. Neste caso, os pontos de controle utilizados podem ser tantos como os necessários para definir a curva da função de pertença, a qual é calculada através de uma interpolação linear com base em pontos (dados) adjacentes. No caso de existirem valores que se situam fora da amplitude conhecida dos dados, a função de pertença fuzzy é linearmente extrapolada de acordo com os dois pontos mais próximos. O papel da função de pertença fuzzy na Avaliação Multi-Critério é o de normalização das variáveis (Figura 8). Identificar exactamente, qual a função a utilizar, depende do conhecimento e da compreensão da relação entre os critérios e o conjunto de decisões, bem como da disponibilidade de informação para inferir o grau de pertença fuzzy. Na grande maioria dos casos, as funções sigmoidal ou linear, são suficientemente adequadas à modelação da realidade.

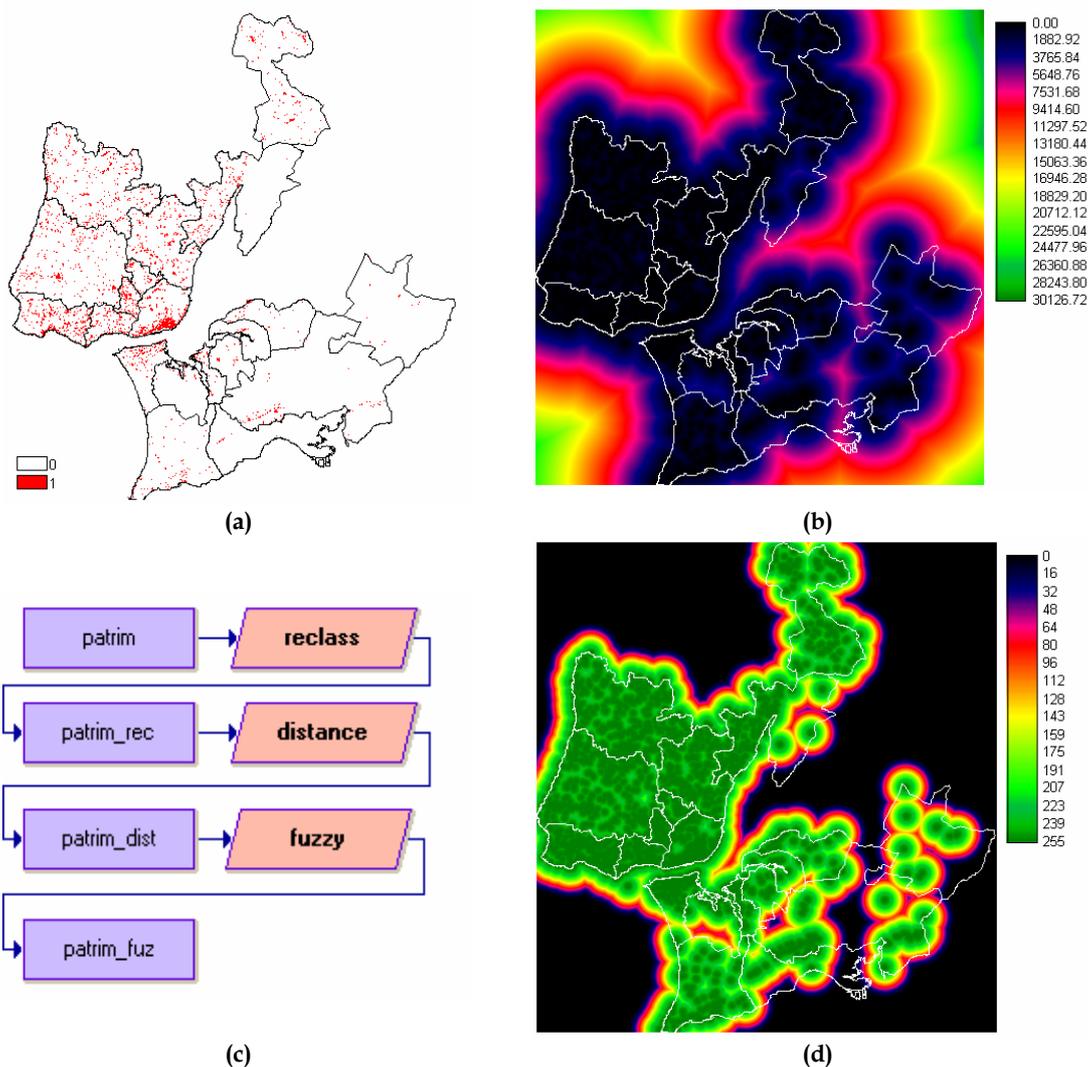


Figura 8 - Aplicação de lógica fuzzy para normalização de distâncias

2. Definição dos pesos das variáveis

Os pesos são utilizados para desenvolver um conjunto de ponderações relativas para um grupo de factores que vão servir como dados de entrada para a avaliação multi critério (AMC). Estes pesos são definidos através de um conjunto de comparações de pares de variáveis (cada uma é comparada com todas as outras), obtendo-se a importância relativa dos factores em termos da identificação de cada pixel com a actividade em estudo. As comparações são depois analisadas e normalizadas de forma a constituírem pesos cuja soma corresponda à unidade. O procedimento segundo o qual os pesos são identificados foi desenvolvido por Saaty [41] sob a alçada do Processo Hierárquico Analítico (PHA).

Para proceder à comparação de pares de ficheiros é necessário elaborar uma matriz de avaliação contendo todos os factores em análise. Esta matriz representa a metade inferior (visto que a superior é simétrica) da verdadeira matriz de comparação de pares de ficheiros. As células da matriz vão conter a avaliação encontrada para cada par de possíveis comparações. No preenchimento destes espaços considera-se a importância relativa da variável representada na linha relativamente à representada na coluna (obviamente a relação entre uma variável e ela própria corresponde ao valor 1). As variáveis são classificadas segundo a seguinte escala (Tabela 3):

9	Relativamente à coluna, a variável da linha é extremamente mais importante
8	
7	
6	Relativamente à coluna, a variável da linha é bastante mais importante
5	
4	Relativamente à coluna, a variável da linha é moderadamente mais importante
3	
2	
1	Relativamente à coluna, a variável da linha é igualmente importante
1/2	
1/3	
1/4	Relativamente à coluna, a variável da linha é moderadamente menos importante
1/5	
1/6	Relativamente à coluna, a variável da linha é bastante menos importante
1/7	
1/8	
1/9	Relativamente à coluna, a variável da linha é extremamente menos importante

Tabela 3. Escala de classificação das variáveis

Depois de preenchida a matriz de comparação (Tabela 4), os pesos individuais de cada factor podem ser calculados. Para além disso, o valor de consistência da matriz é avaliado. Este valor indica a probabilidade de os pesos terem sido atribuídos aleatoriamente: valores menores que 0,1 indicam uma boa consistência, enquanto que os valores superiores a esse valor indicam que a matriz deve ser reavaliada.

Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 -agroflo_pdm_fuzzy	1												
2 - areas_protg_fuzzy	1,2	1											
3 - cabecos_fuzzy	1,7	1,4	1										
4 - florest_pdm_fuzzy	2,2	1,5	1,4	1									
5 - hidro_fuzzy	2,9	2,2	2,1	1,5	1								
6 - litoral_fuzzy	3,8	3,6	3,1	2,1	1,4	1							
7 - patrim_fuzzy	4,9	4,7	5,8	2,9	1,5	5	1						
8 - ran_fuzzy	6,5	6,2	5,4	4	2,6	5	5	1					
9 - rede_natura_fuzzy	8,5	8,2	7,6	5,5	3,6	5	5	1,4	1				
10 - ren_fuzzy	9	9	9	7,3	4,9	5	5	2,0	1,4	1			
11 - sist_humido_fuzzy	9	9	9	9	6,6	5	5	2,8	1,9	1,3	1		
12 - vias_fuzzy	9	9	9	9	8,9	5	5	3,7	2,5	1,8	1,3	1	
13 - zpe_fuzzy	9	9	9	9	8,2	5	5	5	3,4	2,4	1,7	1,3	1

Tabela 4. Matriz de comparação entre os níveis de informação

Os pesos gerados (Tabela 5) são criados a partir do vector próprio principal da matriz de pares de comparações, ao passo que o índice de consistência advém da criação de um novo conjunto de rácios baseados nos pesos encontrados; é calculada a razão entre um peso da comparação e o outro, avaliando-se a diferença entre este cálculo e o original.

Factor	Vector Próprio (peso)
agroflo_pdm_fuzzy	0,0117
areas_protg_fuzzy	0,0128
cabecos_fuzzy	0,0141
florest_pdm_fuzzy	0,0178
hidro_fuzzy	0,0251
litoral_fuzzy	0,0304
patrim_fuzy	0,0478
ran_fuzzy	0,0806
rede_natura_fuzzy	0,1022
ren_fuzzy	0,1242
sist_humido_fuz	0,1484
vias_fuzzy	0,1776
zpe_fuzzy	0,2075

Tabela 5. Peso relativo de cada variável

A matriz de consistência permite observar até que ponto os rácios individuais necessitam de ser modificados para serem perfeitamente consistentes com a melhor compatibilização de pesos obtida. Se o rácio geral de consistência for superior a 0,1 tem que se identificar a comparação de pares com o maior desvio, ou seja, o rácio menos consistente (a matriz contém a variedade de formas como cada par pode ser comparado). Este desvio, indica o grau de alteração que o rácio em questão tem de sofrer para se tornar consistente com a compatibilização de pesos óptima. Se, por exemplo, o referido valor for de -2, isso significa que será necessário mover dois pontos abaixo na escala, ou de forma mais prática, decrescer de 5 para 3 na escala, ou de 1/3 para 1/5.

Como indicado anteriormente, a questão que se coloca em seguida na AMC é como combinar a informação proveniente de diversos critérios de forma a criar um único índice de aptidão (A). No caso da abordagem booleana (constrangimentos), a solução encontra-se geralmente na união (operador lógico OR), ou intersecção (operador lógico AND) das condições. No entanto, para calcular a aptidão para factores contínuos (ex. dados fuzzy) utiliza-se com maior frequência uma combinação linear ponderada [47]. Nesse caso, os factores são combinados através de:

$$A = p_i x_i \quad (5)$$

Onde:

p_i = peso do factor i

x_i = score do factor i

Este procedimento é usual em SIG, sendo na sua essência, bastante similar a uma equação de regressão.

AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Nesta fase estabeleceu-se um “Plano Esquemático de Corredores Verdes” adoptando uma metodologia de aproximações sucessivas que conduziu posteriormente à identificação de lacunas - gaps, ao estabelecimento de áreas a valorizar e a proteger, bem como à eliminação de eventuais barreiras que impedissem o estabelecimento de ligações entre os espaços já protegidos. O cruzamento de todos estes dados resultou numa plataforma-base, possibilitando a construção de alternativas do plano esquemático.

Numa segunda fase, procedeu-se ao processo de gap-analysis, ou seja, perante a identificação de todos os valores, verificaram-se quais os que já se encontravam protegidos. Deste modo, identificou-se a inexistência de ligações entre os valores protegidos, assim como a identificação dos valores não protegidos.

Numa terceira fase, tentaram-se algumas alternativas de traçado de “Redes de Corredores Verdes” para a AML.

Refira-se que, apesar dos dados utilizados para a elaboração destas propostas, este plano não se considerou um projecto acabado, carecendo de aperfeiçoamento e de maior detalhe. A ratificação dos PDM e a sua digitalização virá fornecer muitas informações não disponíveis na altura, e por esse motivo não consideradas. Nesta situação encontrava-se também a delimitação da REN e RAN, cuja ausência foi de algum modo suprimida pela inclusão de factores de carácter geológico [31].

Esta iniciativa de estabelecimento de uma rede de corredores verdes para toda a AML (Figura 9) constituiu uma excelente oportunidade para a consideração deste conceito, no âmbito do ordenamento do território, de uma forma global, tentando por em prática recomendações já anteriormente explicitadas. Além disso, permitiu pela primeira vez a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) em Portugal, num estudo ao nível regional à escala 1:100 000. Este facto demonstrou as possibilidades dos SIG na simulação, em múltiplos aspectos e de forma visualmente clara, da realidade complexa que é a AML.

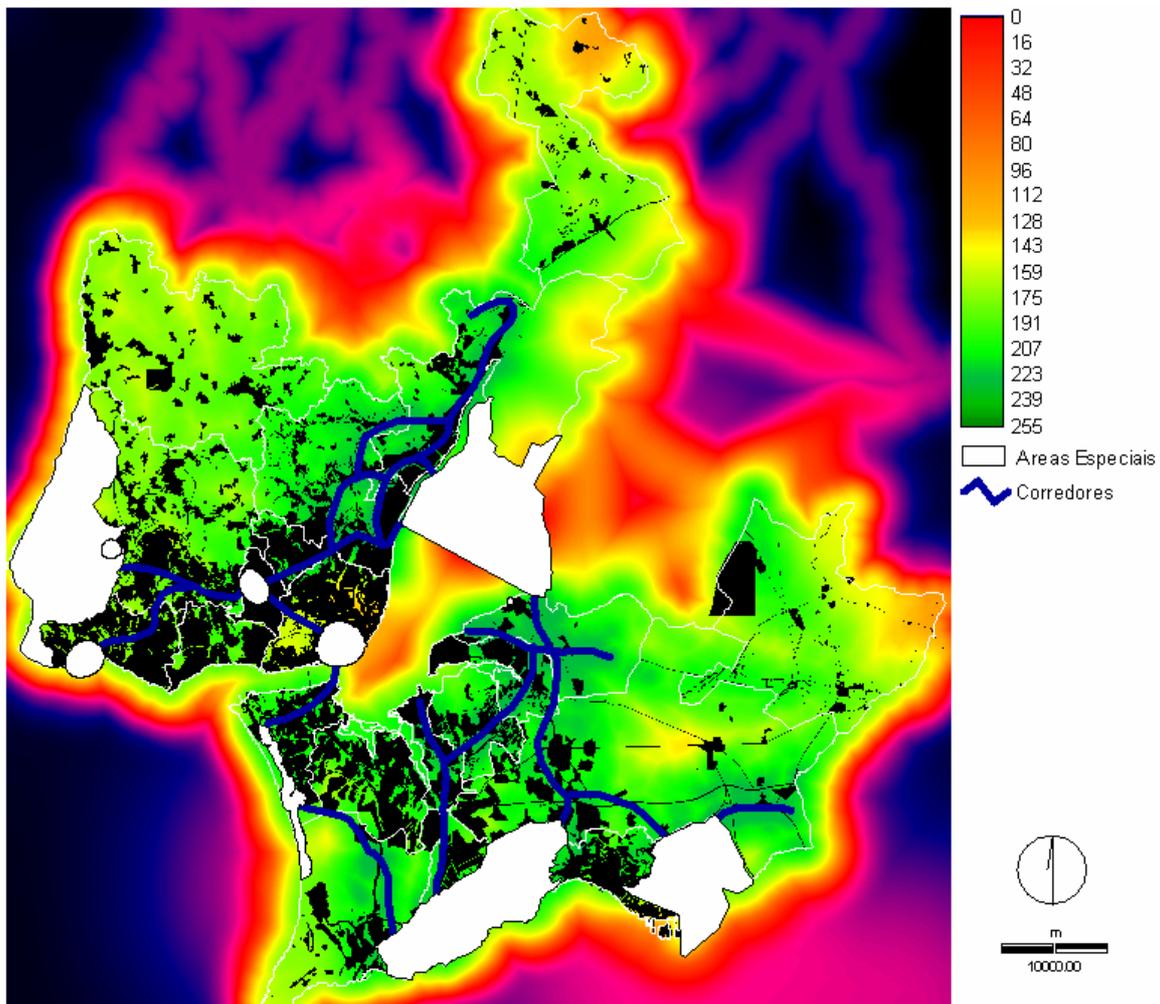


Figura 9. Traçado esquemático de corredores verdes para a AML

Seguidamente referem-se as conclusões elaboradas no final de todo o processo descrito anteriormente [31]:

1. Na identificação da Rede de Corredores Verdes para a AML constatou-se a ocorrência simultânea de recursos naturais fundamentais e áreas ecologicamente sensíveis, o que constitui a base fundamental de uma rede de corredores verdes.
2. A constituição de uma rede implica a existência de um conjunto de núcleos, que na AML podem corresponder precisamente às Áreas Protegidas.
3. Verificou-se que a maioria dos sítios históricos ocorrem ao longo da rede esquemática proposta.

Estas conclusões vão ao encontro do estado actual dos conhecimentos no domínio do planeamento das redes de corredores verdes, demonstrando a viabilidade desta proposta.

Posteriormente, será necessária uma abordagem mais detalhada e completa, não só ao nível regional mas também ao nível municipal e local para definir com mais detalhe as áreas a integrar nos corredores verdes e os projectos necessários para a transformação ou reabilitação de algumas dessas áreas.

BIBLIOGRAFIA

1. **Ahern, J.** *Greenways as a Planning Strategy*, in Ahern, Jack; Fabos, Julius G.Y. (Eds), *Greenways, The Beginning of an International Movement*, Elsevier, Amsterdam, pp. 13 -157, 1996.
2. **Ahern, J.** *Sustainable Development for the American Landscape*, in Proceedings from selected Educational Sessions of the 1989 ASLA Annual Meeting, American Society of Landscape Architecture, Washington, 1989.
3. **Anselin, L.** *Spatial econometrics: methods and models*. Dordrecht, Kluwer, 1988.
4. **Bailey, T. e Gattrel, A.** *Spatial Data Analysis by Example*. London, Longman, 1995.
5. **Bertrand, G.** *Paysage et Géographie Physique Globale. Esquisse Méthodologique*, Rev. Géograph. Pyrénées et SO, 39(3), pp. 249-272, 1968.

6. **Bonissone, P.P. e Decker, K.S.** *Selecting uncertainty calculi and granularity: an experiment in trading-off precision and complexity.* In L.N.Kanal and J.F. Lemmer eds., *Uncertainty in Artificial Intelligence.* North-Holland, Elsevier Science Publishers, 1986.
7. **Buckley, J.J.** *The multiple judge, multiple criteria ranking problem: a fuzzy set approach.* *Fuzzy Set and Systems.* 13: 25-37, 1984.
8. **Burrough, P.A.** *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment.* Oxford, England, Oxford University Press, 1986.
9. **Burrough, P.A.** *Fuzzy Mathematical Methods for Soil Survey and Land Evaluation.* *Journal of Soil Science* 40, 477-492, p. 481, 1989.
10. **Burrough, P.A. e Frank, A. (ed.).** *Geographic Objects with Indeterminate Boundaries.* London, Taylor & Francis, 1996.
11. **Cabral, F.C.** *Fundamentos de Arquitectura Paisagista,* ICN, Lisboa, 1993.
12. **Castel-Branco, C. et al.** *Contributos para a Rede de Corredores Verdes na Área Metropolitana de Lisboa.* Curso de curta duração - Redes de Corredores Verdes: Teoria e Prática, CNIG - ISA/UTL - Secção Autónoma de Arquitectura Paisagista (policopiado), Lisboa, 1994.
13. **Chorley, R.J. e Haggett, P. (ed.).** *Models in Geography.* London, Methuen, 1967.
14. **Christofoletti, A.** *As Perspectivas dos Estudos Geográficos.* In: A. Christofoletti (ed). *Perspectivas da Geografia.* São Paulo, Difel, 1985.
15. **Dramstad, W.E., Olson, J.D. e Forman, R.** *Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning,* Harvard University, Island Press e American Society of Landscape Architects, 80 p, 1996.
16. **Eastman, J.R. et al.** *Raster Procedures for Multi-Criteria/Multi-Objective Decisions.* *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing,* 61(5), 539-547, 1995.
17. **Eastman, J.R.** *Explorations in Geographic Systems Technology,* Volume 4: GIS and Decision Making. Geneva, Switzerland, UNITAR, 1993.
18. **Eastman, J.R., Kyem, P.A.K. e Toledano, J.** *A Procedure for Multi-Objective Decision Making in GIS Under Conditions of Competing Objectives.* *Proceedings, EGIS'93,* 438-447, 1993.
19. **Ferreira, J.C.** *Hidrogeologia da Península de Setúbal - Riscos de contaminação aquífera.* Departamento de Geografia, Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, Lisboa, 1995.
20. **Forman, R. e Gordon, M.** *Landscape Ecology,* Nova Iorque, EUA, John Wiley & Sons, 619 p, 1986.
21. **Getis, A. e Ord, J.K.** *Local spatial statistics: an overview.* In: P. Longley and M. Batty (ed). *Spatial Analysis: Modelling in a GIS Environment.* New York, John Wiley, pp. 261-277, 1996.
22. **Goodchild, M.** *A spatial analytic perspective on geographical information systems,* *International Journal of Geographical Information Systems,* v.1, p.327-334, 1988.
23. **Goovaerts, P.** *Geostatistics for Natural Resources Evaluation.* New York, OxfordUniv. Press, 1997.
24. **Hartshorne, R.** *Propósitos e Natureza da Geografia.* São Paulo, Hucitec (trad. 1966), 1936.
25. **Harvey, D.** *Explanation in Geography,* New York, St. Martin's Press, 1969.
26. **Lee, N.S., Grize, Y.L. e Dehnad K.** *Quantitative models for reasoning under uncertainty in knowledge-based expert systems.* *International Journal of Intelligent Systems.* II, 15-38, 1987.
27. **Leung, Y.** *Fuzzy sets approach to spatial analysis and planning--a nontechnical evaluation.* *Geografiska Annaler* 65B(2), 65-75, 1983.
28. **Little, C.E.** *Greenways for America,* The John Hopkins University Press, Baltimore and London, pp. 26-38, 1990.
29. **Machado, J.R. et al.** *Greenways network for metropolitan areas of Lisbon,* in Machado, João Reis & Ahern, Jack (Eds), *Environmental Challenges in an Expanding Urban World and the Role of Emerging Information Technologies,* CNIG/MEPAT, Lisboa, pp. 281-289, 1997.

30. **Machado, J.R. et al.** *Metropolitan Landscape Planning. A Greenway Vision for the Lisbon Metropolitan Area (AML)*. Special Issue Landscape Ecological Network, nº 12-13, 111-121, 1995.
31. **Machado, J.R. et al.** *A utilização dos Sistemas de Informação Geográfica à escala regional. Uma Aplicação à Área Metropolitana de Lisboa*, in Bolrtim do Instituto Português de Cartografia e Cadastro, Lisboa, nº 1, 15 – 23, 1994.
32. **Magalhães, M.R.** *Estrutura Verde Urbana*, Provas de Aptidão Pedagógica e Científica, ISA/UTL, Lisboa, 1992.
33. **NRC - National Research Council.** *Rediscovering Geography – New Relevance for Science and Society*, Washington D.C., National Academy Press, p. 234, 1997.
34. **Openshaw, S. e Openshaw, C.** *Artificial Intelligence in Geography*. Chichester, John Wiley, 1997.
35. **Pontes, M.S.** *Proposta de Delimitação de Corredores Verdes no Concelho de Cascais por Integração da Detecção Remota com um Sistema de Informação Geográfica*, UNL/FCSH/DGPR, Lisboa, 136 p., Relatório de investigação, policopiado. pp. 1-12, 1999.
36. **Popper, K.** *A Lógica da Pesquisa Científica*, São Paulo, EDUSP, 1975.
37. **Rao, M. et al.** *A Weighted Index Model for Urban Suitability Assessment -- A GIS Approach*. Bombay, India: Bombay Metropolitan Regional Development Authority, 1991.
38. **Ribeiro, L.P. (coord.)**. *Estudo da Zona Envolvente da Lagoa de Óbidos – Estratégias de Conservação de Qualidade Paisagística*, ISA/UTL, Secção Autónoma de Arquitectura Paisagista, Lisboa, 1995.
39. **Rougerie, G, Beroutchachvili, N.** *Géosystèmes et Paysages – Bilan et Méthodes*, Armand Colin, Paris, 302 p, 1991.
40. **Saaty, R.W.** *The analytic hierarchy process--what it is and how it is used*. Mathematical Modeling 9(3), 161-176, 1987.
41. **Saaty, T.L.** *A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures*. J. Math. Psychology, 15, 234-281, 1977.
42. **Saraiva, M.G. et al.** *Estudo Prévio de Caracterização e Regulamentação Paisagista da Área Charneca/Vale Figueira/Vale Rosal*, Câmara Municipal de Almada, 1990.
43. **Schmucker, K.J.** *Fuzzy Sets, Natural Language Computations and Risk Analysis*, Computer Science Press, 1982.
44. **Searns, R.M.** *The evolution of greenways as an adaptative urban landscape form*. Landscape and Urban Planning, Amsterdam, Vol.33, Nº1-3, pp. 65-80, 1995.
45. **Tricart, J.** *A Terra Planeta Vivo*, Lisboa, Presença, 195 p, 1978.
46. **Yager, R.R.** *On Ordered Weighted Averaging aggregation operators in multicriteria decision making*. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics. 8(1), 183-190, 1988.
47. **Voogd, H.** *Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning*. Pion, Ltd., London, 1983.
48. **Zadeh, L.A.** *Fuzzy sets*. Information and Control. 8, 338-353, 1965.
49. **Zimmermann, H.J. e Zysno, P.** *Latent connectives in human decision making*. Fuzzy Set and Systems Vol. 4, 37-41, 1980.
50. **Zonneveld, I.S.** *Land Evaluation and Land(scape) Science*, Enschede, Holanda, Internacional Training Center, 134 p, 1979.

José C. FERREIRA

jcfr@fct.unl.pt

Centro de Estudos de Geografia e Planeamento Regional – e-GEO
Faculdade de Ciências Sociais e Humanas – Universidade Nova de Lisboa
Avenida de Berna, 26-C
1069 – 061Lisboa
Portugal
Tel: +351 21 793 35 19
Fax: +351 21 797 77 59
URL: <http://www.fcsh.unl.pt>

Jorge ROCHA

jrocha@fl.ul.pt

Centro de Estudos Geográficos – Faculdade de Letras – Universidade de Lisboa
Alameda da Universidade
1600 – 214 Lisboa
Portugal
Tel: +351 21 794 02 18
Fax: +351 21 793 86 90
URL: <http://www.fl.ul.pt>

José A. TENEDÓRIO

Ja.tenedorio@fcsh.unl.pt

Centro de Estudos de Geografia e Planeamento Regional – e-GEO
Faculdade de Ciências Sociais e Humanas – Universidade Nova de Lisboa
Avenida de Berna, 26-C
1069 – 061Lisboa
Portugal
Tel: +351 21 793 35 19
Fax: +351 21 797 77 59
URL: <http://www.fcsh.unl.pt>

Paulo M. SOUSA

pms@fl.ul.pt

Centro de Estudos Geográficos – Faculdade de Letras – Universidade de Lisboa
Alameda da Universidade
1600 – 214 Lisboa
Portugal
Tel: +351 21 794 02 18
Fax: +351 21 793 86 90
URL: <http://www.fl.ul.pt>