

Sistema pericial para a modelação espacial das perturbações ambientais resultantes de actividades humanas

Expert system for spatial modeling environmental disturbances from human activities

Ana Luisa Gomes ⁽¹⁾

Lara Nunes ⁽²⁾

Alexandra Fonseca ⁽³⁾

⁽¹⁾ luisa.gomes@dgterritorio.pt, DGT, Portugal.

⁽²⁾ lara.nunes@dgterritorio.pt, DGT, Portugal.

⁽³⁾ afonseca@dgterritorio.pt, DGT, Portugal.

Resumo

A expansão das áreas urbanas, da rede de infra-estruturas e a intensificação da actividade agrícola, tem conduzido a uma progressiva fragmentação da paisagem. A perda, a degradação e a fragmentação dos habitats constituem as principais ameaças à sobrevivência de numerosas espécies, com a consequente redução da biodiversidade.

Este projecto de investigação financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia pretende conduzir ao desenvolvimento de uma metodologia, integrável em contexto de Ordenamento do Território, que contribua para quebrar o isolamento entre os habitats fragmentados, através da identificação de parcelas lineares, cujas características permitam a migração das espécies selvagens existentes. Para alcançar este objectivo, é desenvolvida uma abordagem inovadora baseada na modelação espacial das perturbações ambientais antropogénicas, criando um território transformado num gradiente das perturbações ambientais, derivadas da presença e actividades humanas, constituindo a base para a identificação de corredores de menor perturbação para o atravessamento das espécies entre as áreas protegidas. Para tal, foi criado um sistema pericial em ambiente SIG, para a modelação espacial da influência humana no território, que se baseia em três grandes temas, considerados representativos das principais perturbações ambientais: presença humana, poluição do habitat e uso/ocupação do solo. Cada um destes temas é constituído por um conjunto de variáveis espaciais que pretendem representar os diversos impactes provenientes das actividades humanas, gerando uma superfície contínua no território continental que corresponde a um gradiente de valores entre os respectivos extremos. Neste sistema pericial é utilizado um formulário destinado à obtenção por parte de especialistas dos valores que quantificam o grau e amplitude de perturbação de cada uma das variáveis, consideradas representativas numa perspectiva de ameaça à vida selvagem. Através de processos de modelação espacial, o sistema gera um mapa de gradientes de perturbações antropogénicas.

Este artigo apresenta e discute a metodologia para obtenção do gradiente das perturbações ambientais que resulta da aplicação de processos de modelação espacial em ambiente SIG conjugados com a informação obtida através da consulta dos peritos relativamente a cada uma das variáveis representativas das principais perturbações ambientais. A dimensão nacional da informação para os diferentes temas de base considerados, as suas características e limitações, bem como as dificuldades registadas no seu tratamento e preparação são alguns dos aspectos apresentados e discutidos.

Palavras Chave: conservação da natureza, modelação espacial, ordenamento território, perturbações ambientais, sistema pericial

Abstract

The expansion of urban areas and network infrastructures and the intensification of farming has led to a progressive fragmentation of the landscape. The loss, degradation and fragmentation of habitats are the main threats to the survival of many species, with the consequent reduction of biodiversity. This research project, funded by the Portuguese Science and Technology Foundation, intends to lead to the development of a methodology that fits in the context of Spatial Planning, which aims to help breaking the isolation between fragmented habitats through the identification of corridors, whose characteristics should allow the migration of existing wildlife. To achieve this goal, an innovative approach was developed, based on the spatial modeling of anthropogenic environmental disturbances that generates a layer/territory that reflects the gradient of the environmental disturbances derived from human presence and activities. This gradient is the basis for the identification of corridors of least disturbance for the species when crossing the territory between protected areas. To this end, we created an expert system in a GIS environment, for spatial modeling of human influence in the territory, which is based on three major themes, considered representative of the major environmental disturbances: human presence, environmental pollution and land use/land cover (LULC). Each of these themes is described by a set of spatial variables that are intended to represent the various impacts arising from human activities, generating a continuous surface for Portugal mainland that corresponds to a gradient of values (between the respective ends/extremes). This expert system is based on the use of a form to obtain from the experts, the values that quantify the degree and extent of the disturbance corresponding to each of the variables considered representative in terms of threats to the wildlife. Through spatial modeling processes, the system generates a gradient map of anthropogenic disturbances. This article presents and discusses the methodology for obtaining the gradient of environmental disturbances resulting from the application of spatial modeling processes in a GIS environment, combined with the information from the experts for each of the variables representing the major environmental disturbances. The national dimension of the information used for the different topics, its characteristics and limitations, as well as the difficulties encountered in their treatment and preparation are some of the issues presented and discussed

Keywords: Environmental disturbances, Expert systems, Land use planning, Nature conservation, Spatial modeling

1. Enquadramento

A expansão das áreas urbanas, da rede de infra-estruturas e a intensificação da actividade agrícola, tem conduzido a uma progressiva fragmentação da paisagem. A perda, a degradação e a fragmentação dos habitats constituem as principais ameaças à sobrevivência de numerosas espécies selvagens, com a consequente redução da biodiversidade.

Quanto maior for a fragmentação do território, menores são as manchas de habitat contínuo e maior a distância entre habitats, contribuindo para o isolamento das populações e consequente aumento do risco de extinção (Main *et al.*, 1999). Segundo (Brás *et al.*, 2013) o estabelecimento de ligações entre habitats é de grande importância para evitar os impactos negativos da fragmentação sobre a biodiversidade.

Nas condições, em que se verificaram significativas perdas em importantes habitats e em que as áreas com elevados valores naturais se encontram isoladas e sem conectividade, a existência de uma rede de áreas de conservação conectadas através de corredores de ligação, contribui seguramente para uma protecção mais efectiva de um grande número de habitats e das espécies a eles associados (Gomes *et al.*, 2011).

Em Portugal, os mecanismos legais para a conservação, derivam dos compromissos assumidos no âmbito de vários tratados internacionais, do cumprimento de directivas da União Europeia e da legislação específica nacional. Trata-se de instrumentos vinculativos, desenvolvidos de acordo com a estratégia de conservação orientada para a protecção de espécies e de habitats, associada a uma gestão activa do território, com o objectivo de reduzir ou eliminar as ameaças que afectam a persistência das espécies a proteger.

Uma estratégia alternativa de conservação é desenvolvida à imagem do conceito de *wilderness*, assente na informação sobre a influência humana no território, orientada

para a identificação de grandes áreas isoladas das actividades humanas (Gomes, 2005). Áreas naturalmente adequadas para a protecção da vida selvagem, uma vez que, as espécies selvagens normalmente não toleram a presença humana e são muito sensíveis às perturbações ambientais geradas pelas actividades humanas.

Actualmente, numerosos estudos sobre o território europeu indicam a existência de uma clara tendência para o aumento do abandono da agricultura, principalmente em regiões com solos mais pobres, o que permite o restabelecimento dos processos naturais, produzindo uma nova sucessão ecológica, regenerando as suas características silvestres.

As paisagens Portuguesas, caracterizadas pela sua longa história de humanização, evidenciam actualmente uma clara tendência para o despovoamento e consequente abandono das actividades agrícolas. Surge assim, a oportunidade de aplicar o conceito de *Rewilding*, como um retorno à vida selvagem, associado ao conceito de *wilderness* e aparentemente mais adequado para aplicação ao território nacional, sujeito a uma longa história de perturbações ambientais antropogénicas.

O conceito de *Rewilding* surge como estratégia de conservação que se baseia fundamentalmente nos processos naturais de recuperação, que tornam os ecossistemas auto-sustentáveis, envolvendo apenas medidas proteccionistas relativas às actividades humanas e, quando necessário, a reintrodução de espécies-chave (Brown *et al.*, 2011).

O *rewilding* pode ser uma das políticas de gestão do território a adoptar em territórios abandonados, pois promove a regeneração natural das florestas e de outros habitats naturais, favorecendo o aumento de biodiversidade e melhorando os serviços prestados pelos ecossistemas. Trata-se de uma estratégia de conservação associada a uma gestão passiva, com custos de manutenção mais baixos do que outras opções de gestão territorial e consequentemente benefícios significativos, os serviços de regulação ambientais fornecidos pelos ecossistemas naturais que são assim obtidos com recurso a um investimento reduzido.

De um ponto de vista de conservação, a opção entre apostar nos processos naturais (*rewilding*) ou numa gestão activa, dependerá dos objectivos e do contexto local (Navarro & Pereira, 2012). A gestão activa tenderá a ser a opção preferencial quando o objectivo é o de proteger determinadas espécies ou manter habitats prioritários, enquanto que a gestão passiva privilegia os processos ecológicos dinâmicos, pode ser mais sustentável a longo prazo ou mais adequada para grandes áreas de conservação.

Num mundo em mudança, o planeamento da conservação representa uma tarefa desafiadora (Kujala *et al.*, 2013). As abordagens estáticas, que têm sido assumidas neste domínio da conservação, em que as áreas são seleccionadas e geridas de forma a proteger a biodiversidade de hoje ou para restabelecer a paisagem de um histórico recente (Lawler & Mathias, 2007), tornam-se desadequadas no actual contexto de rápida alteração territorial. Estudos recentes têm demonstrado que as áreas protegidas actuais, provavelmente não irão conduzir à protecção da biodiversidade num futuro em permanente mudança (Bengtsson *et al.*, 2003). Por outro lado, muitas espécies serão obrigadas a deslocar-se em resposta às alterações climáticas, tendo já sido detectados muitos desses movimentos, especialmente migrações em altitude (Parmesan, 2006). Como resposta a estas alterações ambientais, muitas plantas e animais irão deslocar-se dentro e fora das áreas protegidas, até encontrarem um habitat que seja adequado, sendo garantida a sua persistência apenas se tiverem condições que permitam os referidos movimentos (Garcia, 2010; Araújo, 2004). Para tal, torna-se necessário identificar corredores de conectividade entre os habitats adequados (Williams *et al.*, 2005; Opdam, 2004). No futuro, será este um dos maiores desafios para muitas espécies (Lawler & Mathias, 2007).

Existe um crescente consenso de que as estratégias de conservação devem prever os impactos das alterações climáticas (Araújo & Rahbek, 2006; Thuiller *et al.*, 2007). Para tal, torna-se essencial melhorar os modelos de distribuição de espécies, de modo a preverem as modificações na sua distribuição futura com as alterações do clima e do uso do solo (Barbosa *et al.*, 2013), incluindo o aparecimento de doenças e de espécies invasoras (Diez *et al.*, 2012). Torna-se necessário identificar soluções que se comprometam minimamente com as necessidades actuais de conservação mas que,

simultaneamente, criem maiores benefícios futuros (Kujala *et al.*, 2013) perante este mundo em permanente mudança. Tais soluções incluem a implementação de mecanismos para a uma gestão integrada das zonas rurais que facilite o movimento de espécies entre áreas de conservação (Araújo *et al.*, 2011).

Apesar dos seus diversos benefícios, a aposta nos processos naturais (*rewilding*) tem sido até muito recentemente descartada como opção de gestão territorial (Navarro & Pereira, 2012). Iniciativas como *Rewilding Europe* (<http://www.rewildingeurope.com>) e *PAN Parks Network* (<http://www.panparks.org>) estão a trazer o conceito de *rewilding* para a discussão das políticas europeias de conservação.

Por último, importa referir que, as temáticas acima referidas e a abordagem em que se enquadra este projecto, estão em consonância com dois dos vectores fundamentais de crescimento identificados no âmbito da estratégia Europa 2020, aprovada pela Comissão Europeia em Março de 2010 com o intuito de assegurar a saída da crise e preparar a economia da UE para a próxima década.

O trabalho de investigação em curso foca a utilização de metodologias de análise espacial para o planeamento da conservação da vida selvagem, apontando no sentido do crescimento inteligente e do crescimento sustentável preconizados pela estratégia Europa 2020, ao promover o conhecimento e a inovação no domínio da conservação da natureza e o suporte à gestão eficiente de recursos para protecção da vida selvagem. Por outro lado, há um alinhamento com a sociedade digital, na utilização de tecnologias de informação e na produção de informação geográfica em formato digital de suporte às tomadas de decisão no que concerne ao ordenamento do território e conservação da natureza.

2. Objectivos do projecto

O presente trabalho integra-se no projecto CVS – Corredores para a vida selvagem: Modelação espacial da pressão humana e a sua utilidade para a conservação do Lobo Ibérico. Trata-se de um projecto de investigação financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (PTDC/AAC-AMB/111457/2009) e é composto pelos seguintes

parceiros: Direção Geral do Território (Instituição Proponente), Centro de Biologia Ambiental da FC/UL e Associação para a Conservação do Lobo e do seu Ecosistema. O projecto pretende conduzir ao desenvolvimento de uma metodologia, integrável em contexto de Ordenamento do Território, que contribua para quebrar o isolamento entre as áreas protegidas nacionais, através da identificação de corredores de ligação, cujas características constituam caminhos preferenciais que permitam a migração das espécies selvagens existentes. Para alcançar este objectivo, é desenvolvida uma abordagem inovadora baseada na modelação espacial das perturbações ambientais antropogénicas, criando um mapa do gradiente das perturbações ambientais, derivadas da presença e actividades humanas, que constituirá a base para a identificação de corredores entre as áreas protegidas de menor perturbação antropogénica para a movimentação das espécies selvagens.

Pretende-se posteriormente, validar esta nova estratégia para a identificação de corredores ecológicos através do estudo da localização e movimentação do lobo-ibérico, uma espécie considerada sensível à presença e actividades humanas. Para tal, o projecto permitirá aprofundar o conhecimento sobre a distribuição desta espécie recorrendo à recolha de informação geográfica existente, à modelação do habitat para o lobo-ibérico e à monitorização da sua presença nos corredores propostos com base no gradiente da pressão humana.

Este projecto CVS inclui seis Tarefas distintas (ver Figura 1), que incluem o desenvolvimento de um modelo conceptual global (T2), estudo da distribuição potencial e real do lobo-ibérico (T3), conduzindo à geração de propostas de corredores de ligação entre as áreas protegidas (T6).

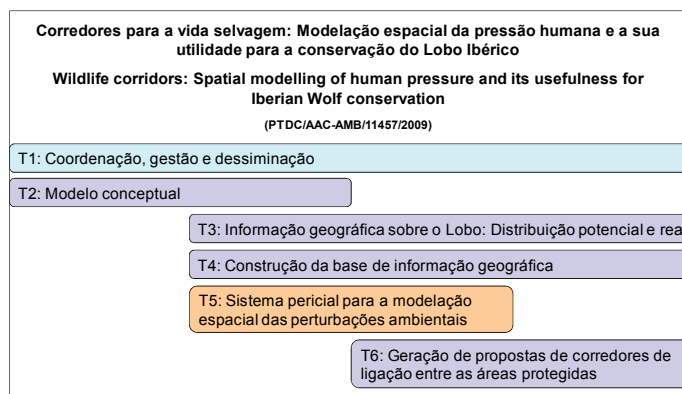


Figura X - Tarefas do projecto CVS.

Este artigo centra-se essencialmente na apresentação das actividades da Tarefa 5 – Sistema pericial para a modelação espacial das perturbações ambientais, que pretendem suportar o desenvolvimento de uma metodologia para obtenção do gradiente das perturbações ambientais como resultado da aplicação de processos de modelação espacial em ambiente SIG conjugados com a informação obtida através da consulta de peritos relativamente a cada uma das variáveis representativas das principais perturbações ambientais.

3. Modelo conceptual e processos para a modelação espacial das perturbações ambientais

Os processos metodológicos para a modelação espacial das perturbações ambientais derivadas das actividades humanas são desenvolvidos com base no trabalho de investigação “*Áreas de Wilderness para a Conservação da Vida Selvagem*” (Gomes, 2005).

Assim, considera-se que a modelação espacial da influência humana se baseia em três grandes temas, considerados representativos das principais perturbações ambientais: presença humana, poluição do habitat e ocupação do solo. Cada um destes grandes temas, indicadores das principais perturbações ambientais, traduz a influência de um conjunto de variáveis espaciais que pretendem representar os diversos impactes provenientes das actividades humanas (Gomes *et al.*, 2011). Desta forma, estes temas

podem ser representados de forma contínua no território, criando um gradiente de valores entre os respectivos extremos (Figura 1).

Presença humana - pretende quantificar a perturbação resultante da presença de pessoas no meio.

Poluição do habitat - pretende quantificar a perturbação ambiental proveniente das principais fontes poluentes lineares e pontuais.

Uso e Ocupação do solo - pretende quantificar a dificuldade de progressão, movimentação ou utilização do meio pelas espécies selvagens, causada pelo tipo de utilização do solo.

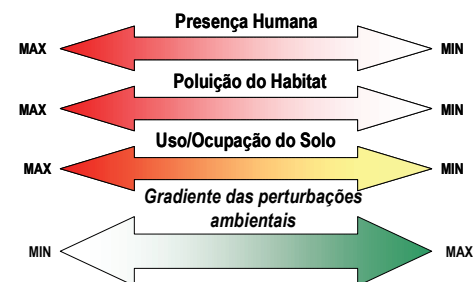


Figura 1 – Fatores que influenciam o gradiente das perturbações ambientais.

Considerando que a valoração dos critérios que traduzem as perturbações ambientais derivadas das actividades humanas depende da percepção individual, para a obtenção de um gradiente de perturbações ambientais mais próximo do seu real valor, desenvolveu-se um sistema pericial multi-critério, através do qual se procedeu à consulta de peritos na área do ambiente e da conservação da vida selvagem.

A aplicação deste processo metodológico, origina num gradiente de valores, contínuos no território, que traduzem uma aproximação simplificada da pressão humana directa ou indirecta sobre os habitats e consequentemente das ameaças à vida selvagem.

Os resultados obtidos com a representação espacial da avaliação pericial das perturbações ambientais não são absolutos, estando dependentes da informação de base e da subjectividade inerente ao próprio sistema pericial (Gomes *et al.*, 2011).

O gradiente das perturbações ambientais derivadas das actividades humanas, poderá assim fornecer um suporte efectivo na localização das áreas a conservar, bem como, na delimitação das zonas “tampão” e definição de corredores de ligação entre áreas protegidas (Gomes, 2008).

Deste, modo, com base no gradiente do valor das perturbações ambientais e recorrendo a processos de propagação dependentes da distância às áreas protegidas, serão geradas superfícies de custo cujos valores representam a dificuldade acumulada das espécies selvagens em se afastarem dessas áreas. Essas propostas de corredores de ligação serão elaboradas identificando os percursos de menor custo, correspondentes a uma menor perturbação antropogénica, teoricamente mais

permeáveis à passagem das espécies selvagens. Estes cenários terão em consideração os constrangimentos associados a barreiras de movimentação identificadas e a possíveis soluções para as ultrapassar.

4. Base de informação geográfica

Todas as variáveis cartográficas que constituem a base de dados espacial, foram convertidas para o formato matricial, com uma resolução de 100mX100m, o que corresponde a uma célula com a dimensão de um hectare. Este valor da resolução que coincide com a Unidade Mínima Cartográfica (UMC) da Carta de Ocupação do Solo (COS), considerou-se como sendo adequado para a quantificação do valor das perturbações ambientais, abrangendo todo o território de Portugal Continental.

A consulta, manipulação e análise da informação geográfica utilizou *software* aberto em SIG, o *Quantum Gis* Lisboa v1.8.0 (QGis), toda a informação geográfica foi trabalhada no Sistema de Coordenadas ETRS89 PT TM06 (EPSG: 3763).

4.1 População

O factor Presença Humana constitui uma das principais ameaças à vida selvagem, pelo que o estudo da distribuição da população residente é um dos factores a considerar na metodologia para obtenção do gradiente de perturbações ambientais.

Os dados sobre a população residente utilizados são provenientes dos Censos 2011 para Portugal Continental disponibilizados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE). Optou-se pela utilização do nível das Secções e não das Subsecções, por se registar uma considerável perda de informação durante a rasterização das Subsecções. Assim, dados dos recenseamentos utilizamos os limites das secções estatísticas, o código da BGRE/I e o número de residentes totais por Secção. Com a informação geográfica sobre a população residente desagregada ao nível da Secção, foi calculada a densidade populacional (hab/ha), tendo sido posteriormente rasterizada com uma resolução de 100mx100m (1ha).

Ao mapa resultante, correspondente à densidade populacional por secção, foi classificado em cinco classes consideradas ajustadas ao objectivo primordial desta tarefa do projecto, que consiste em avaliar o impacto da presença humana directa na vida selvagem (Figura 2).

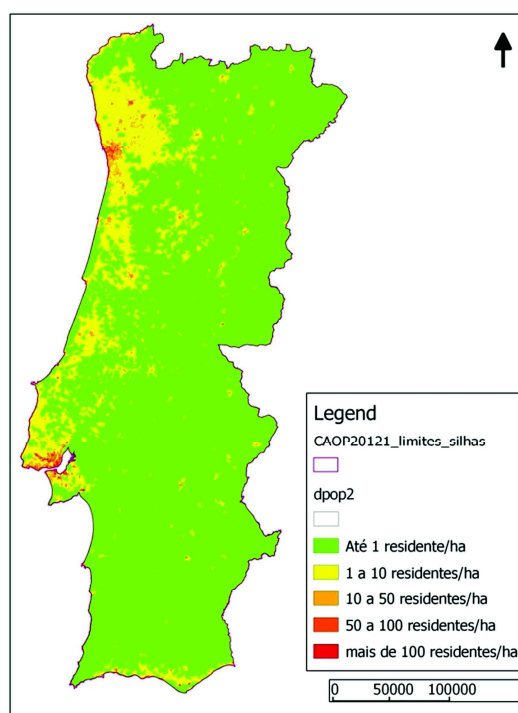


Figura 2 - Densidade da população residente para as classes CVS, Censos 2011.

O Quadro 1 apresenta cada uma das cinco classes CVS para a população residente com a respectiva ocupação territorial, de referir a elevada percentagem do território com uma densidade populacional até 1 pessoa residente por hectare (85%).

Quadro 1 – Área do território do Continente para as classes CVS – população residente.

<i>Classes (Nº pessoas residentes por hectare)</i>	<i>%</i>	<i>(hectare)</i>
1: Até 1 pessoa por ha	85,42	760891
2: Mais do que 1 até 10 pessoas por ha	12,97	115499
3: Mais do que 10 até 50 pessoas por ha	1,31	116314
4: Mais do que 50 até 100 pessoas por ha	0,19	16846
5: Mais do que 100 até 1000 pessoas por ha	0,12	10717

Uma análise sumária à distribuição pelo Continente da população residente apresentada na Figura, indica uma clara dicotomia entre uma elevada concentração de população a Norte Tejo e uma relativa desertificação humana em toda a zona a Sul do Tejo, com excepção para uma parte do Algarve que apresenta uma nítida aglomeração em determinadas zonas do litoral.

4.2 Indústrias

Com a distribuição das indústrias, pretende-se simular a intensidade e a amplitude da perturbação ambiental para as espécies selvagens, provocada pela localização dessas fontes de poluentes pontuais, nomeadamente ao nível da produção de ruído e da libertação de químicos para o solo e para o ar.

A informação sobre as indústrias foi cedida pelo INAG (2012), contendo a localização das indústrias agrupadas em 41 classes de actividades industriais previstas no Decreto-Lei nº. 173/2008, 26 de Agosto, que estabelece o regime de prevenção e controlo integrados da poluição (PCIP). A nomenclatura desenvolvida neste projecto para representar a distribuição das instalações industriais (Figura 3), resulta de um agrupamento de vários tipos de indústrias, realizada com base nas semelhanças relativas ao tipo e ao nível de poluição produzida. Deste modo, foram obtidos 13 grupos de indústrias que englobam as seguintes actividades industriais (Quadro 2).

Quadro 2 – Nomenclatura CVS para as indústrias.

Classe	Código e Designação da Actividade segundo o Decreto-Lei nº 173/2008
1: Aterro	5.4 Aterros de Resíduos Urbanos
2: Incineração de Resíduos (urbanos e perigosos)	5.1 Eliminação ou Valorização de Resíduos
	5.2 Incineração de resíduos
	6.6 a) Aves e ovos
3: Pecuária Intensiva (porcos e aves)	6.6 b) Porcos de produção
	6.6 c) Porcas reprodutoras
4: Matadouros	6.4 a) Matadouros
	6.4 b) i) Matérias-primas animais
	6.4 b) ii) Matérias-primas vegetais
5: Transformação de alimentos	6.4 c) Lacticínios
	6.5 Sub-produtos
6: Cerâmica/Vidro	3.3 Vidro
	3.5 Cerâmica
7: Cimento	3.1 a) Cimento

8: Pasta de Papel/Papel	6.1 a) Pasta de Papel
	6.1 b) Papel
9: Têxteis/Tintas	6.2 Têxteis
	6.7 Tratamento de superfície (com solventes orgânicos)
10: Refinaria/Produção de Hidrocarbonetos	1.2 Refinarias
	4.1 a) Hidrocarbonetos simples
	4.1 b) Hidrocarbonetos oxigenados
	4.1 d) Hidrocarbonetos azotados
11: Produção de Energia	1.1 Produção de Energia por combustão
	2.2 Siderurgias
12: Produção e Transformação de Metais	2.3 c) Galvanização a quente
	2.4 Fundições ferrosos
	2.5 a) Fundições não ferrosos (Produção)
	2.5 b) Fundições não ferrosos (Fusão)
	2.6 Tratamento de superfície (Processo electrolítico ou químico)
13: Química/Adubos /Farmacêutica	3.1 b) Cal
	3.4 Fibras minerais
	4.1 h) Matérias plásticas
	4.1 k) Agentes superfície
	4.2 a) Gases
	4.2 b) Ácidos
	4.2 d) Sais
	4.2 e) Não metais
	4.3 Adubos
	4.5 Farmacêuticos

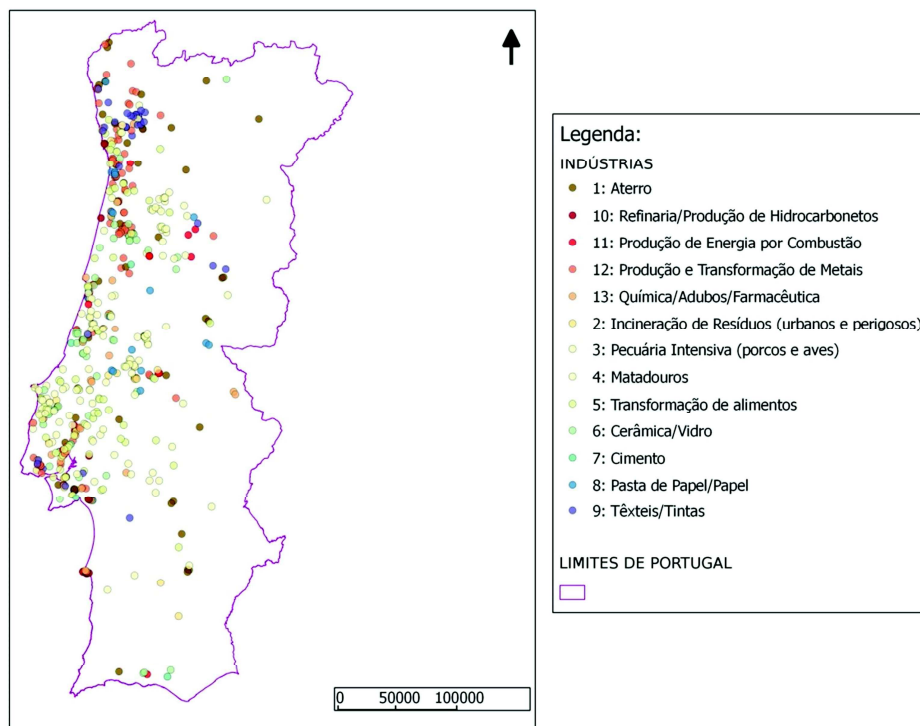


Figura 3 – Distribuição das instalações industriais: nomenclatura CVS

4.3 Rede viária e ferroviária

As infra-estruturas lineares como estradas, caminhos-de-ferro e aeroportos, produzem impactes ambientais significativos. Afectam directamente a vida selvagem, através de atropelamentos e provocam perturbações ambientais, como ruído e emissão de gases. Provocam ainda um efeito de barreira, perturbando directamente movimentação e utilização do meio, impedindo a continuidade dos habitats, com a consequente fragmentação da paisagem. A informação geográfica relativa à rede viária e ferroviária foi cedida pela DGT à escala 1:500 000 (Figura 4), a informação foi reagrupada em sete classes (Quadro 3).

Quadro 3 – Nomenclatura CVS para a rede viária e ferroviária.

Rede viária	1: Auto-estradas
	2: Itinerários Principais e
	3: Estradas Nacionais
	4: Estradas Regionais
	5: Estradas Municipais
Rede Ferroviária	6: Ferrovias simples
	7: Ferrovias duplas

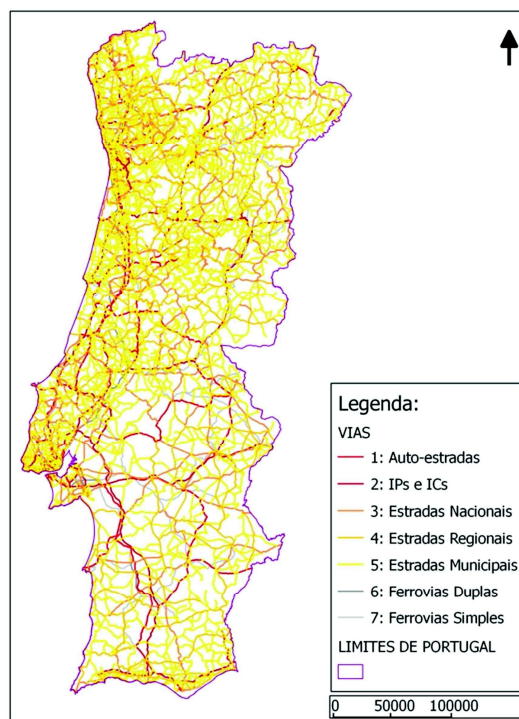


Figura 4 – Rede viária e ferroviária: nomenclatura CVS.

4.4 Ocupação do solo

No contexto deste projecto, pretende-se atribuir uma classificação às classes de uso/ocupação do solo, de acordo com a sua perturbação na utilização e movimentação pelas espécies selvagens.

Devido à elevada complexidade da nomenclatura da COS2007, produzida pela DGT, com 193 classes no seu nível mais desagregado (N5) e perante os objectivos definidos para este projecto, optou-se por simplificar a nomenclatura original da COS. Nesta nova nomenclatura pretendeu-se agregar as classes consideradas semelhantes entre si quanto ao tipo e grau de perturbação humana, mais especificamente quanto à progressão, movimentação e utilização do meio pelas espécies selvagens. Assim, após análise da Memória Descritiva da COS 2007 e consulta de especialistas, a COS foi convertida em 37 novas classes, a nomenclatura CVS (Figura 5).

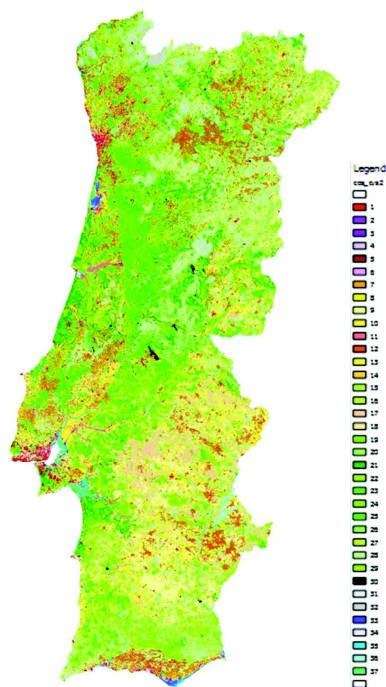


Figura 5 - Carta de Uso e Ocupação do Solo com as classes agregadas de acordo com a nomenclatura CVS.

No quadro 4, estão apresentados os valores calculados para a cobertura das diversas classes CVS para a ocupação/uso do solo no Continente

Quadro 4 – Nomenclatura CVS para o Uso/Ocupação do solo

Classe CVS	%	(hectares)
1: URBANO	3,28	291910
2: COMÉRCIO E EQUIPAMENTOS PÚBLICOS E PRIVADOS	0,24	21524
3: INFRASTRUTURAS DE PRODUÇÃO DE ENERGIA E DE CAPTAÇÃO E TRATAMENTO DE ÁGUAS	0,03	2801
4: INDUSTRIAS, PORTOS, ESTALEIROS, AEROPORTOS	0,55	48987
5: PEDREIRAS, ATERROS, LIXEIRAS	0,18	15959
6: ÁREAS VERDES ARTIFICIAIS, ESPAÇOS DE LAZER E ZONAS HISTÓRICAS	0,18	15746
7: ESTUFAS E VIVEIROS	0,05	4659
8: PEQUENAS PARCELAS AGRÍCOLAS COM HABITAÇÕES DISPERSAS	3,26	290344
9: CULTURAS TEMPORÁRIAS DE SEQUEIRO	9,05	806377
10: CULTURAS TEMPORÁRIAS DE REGADIO	4,96	441775
11: ARROZAIAS	0,37	32839
12: VINHAS, POMARES E OLIVAIS	7,65	681786
13: PASTAGENS E PASTAGENS COM VINHA, POMAR E OLIVAL	5,19	462505
14: AGRICULTURA COM ESPAÇOS NATURAIS E SEMINATURAIS	0,75	66446
15: ESPÉCIES FLORESTAIS COM CULTURAS TEMPORÁRIAS DE SEQUEIRO	0,85	75613
16: ESPÉCIES FLORESTAIS COM CULTURAS TEMPORÁRIAS DE REGADIO	0,11	9574
17: ESPÉCIES FLORESTAIS COM PASTAGENS	6,88	613142
18: ESPÉCIES FLORESTAIS COM VINHA, POMAR E OLIVAL	0,07	6097
19: FLORESTAS DENSAS DE FOLHOSAS (excepto eucalipto e invasoras)	6,72	598592
20: FLORESTAS ABERTAS DE FOLHOSAS (excepto eucalipto e invasoras)	2,80	249009
21: FLORESTAS DENSAS DE RESINOSAS	6,48	577354
22: FLORESTAS ABERTAS DE RESINOSAS	1,86	165339
23: FLORESTAS DENSAS DE FOLHOSAS COM RESINOSAS	4,13	367878
24: FLORESTAS ABERTAS DE FOLHOSAS COM RESINOSAS	1,06	94518
25: FLORESTAS DE EUCALIPTO	5,60	498755
26: FLORESTAS DE EUCALIPTO COM OUTRAS ESPÉCIES FLORESTAIS	1,21	108209
27: FLORESTAS DE INVASORAS POR VEZES COM OUTRAS ESPÉCIES FLORESTAIS	0,12	10723
28: MATOS E VEGETAÇÃO RASTEIRA	16,60	1478701
29: CORTES, NOVAS PLANTAÇÕES	5,96	531035
30: ÁREAS ARDIDAS	0,16	14368
31: PRAIAS E DUNAS	0,12	10730
32: ROCHA NUA E VEGETAÇÃO ESPARSA	1,32	117781
33: ZONAS HÚMIDAS	0,27	23632
34: SALINAS E AQUICULTURA	0,06	5379
35: CURSOS DE ÁGUA (naturais e artificiais)	0,42	37737
36: LAGOS, REPRESAS, AÇUDES E CHARCAS (naturais e artificiais)	0,79	69973
37: LAGOAS COSTEIRAS E ESTUÁRIOS	0,34	30159

A classe 28: *Matos e vegetação rasteira* é a mais representada no território continental (16,6%), seguida da classe 9: *Culturas temporárias de Sequeiro* (9%). A classe *Urbano* apresenta um valor de (3,28%) com um aumento de 1% relativamente à COS90 (Gomes, 2005).

5. Sistema pericial para a modelação espacial das perturbações ambientais

A incorporação de um sistema pericial na metodologia garante transparência no processo de decisão, uma vez que os resultados da análise espacial estão associados aos critérios atribuídos pelos peritos (Gomes *et al.*, 2011).

Pretende-se, com este sistema pericial para a modelação espacial das perturbações ambientais, que os inquiridos respondam no sentido de avaliarem a perturbação para as espécies selvagens representada por cada variável através das respostas às diversas questões do questionário (Quadro 5).

O facto de os peritos representarem interesses e níveis de conhecimentos diversos sobre ecologia, distribuição, hábitos e limitações das espécies selvagens que ocorram no território, contribui para uma maior abrangência de respostas e, consequentemente, a um gradiente de perturbação humana no território que tenderá a refletir melhor a realidade para essas espécies.

Para tal, procurou-se não influenciar o inquirido relativamente a qualquer espécie selvagem em particular, para que os seus conhecimentos sobre grupos biológicos específicos fossem naturalmente utilizados e a sua sensibilidade maximizada. Dessa forma e através da inquirição de profissionais com diferentes grupos biológicos de interesse, pretendeu-se obter respostas focadas em grupos biológicos diversos, por forma a que a resposta global proveniente de todos os inquéritos contemplasse o maior número de espécies no exercício de análise das perturbações antropogénicas a que essas espécies selvagens estarão sujeitas. Pretendeu-se que o conjunto de inquiridos abrangesse pessoas provenientes de várias zonas do país e com diferentes áreas de interesse/especialização em espécies selvagens, bem como um grau diverso de conhecimento da realidade do território continental português e do impacto de determinados tipos de uso e ocupação do solo nas espécies selvagens. O quadro X apresenta as questões presentes no inquérito CVS.

Quadro 5 – questões presentes no inquérito CVS

Questões
1: Em que medida crescentes densidades populacionais perturbam diretamente as espécies selvagens?
2: Em que medida o ruído devido à presença e uso de ferrovias perturba diretamente as espécies selvagens?
3: Em que medida o ruído devido à presença e uso de rodovias perturba diretamente as espécies selvagens?
4: Em que medida o ruído devido à presença e laboração de indústrias perturba diretamente as espécies selvagens?
5: Em que medida a poluição química do ar, solo e/ou água devido à presença e uso de ferrovias perturba diretamente as espécies selvagens?
6: Em que medida a poluição química do ar, solo e/ou água devido à presença e uso de rodovias perturba diretamente as espécies selvagens?
7: Em que medida a poluição química do ar, solo e/ou água devido à presença e laboração de indústrias perturba diretamente as espécies selvagens?
8. Qual considera ser, aproximadamente, o raio máximo de influência da poluição (sonora e química) das rodovias e ferrovias?
9. Qual considera ser, aproximadamente, o raio máximo de influência da poluição o (sonora e química) das indústrias?
10. Em que medida as atividades humanas características de cada tipo de uso/ocupação do solo perturbam diretamente a progressão/movimentação ou utilização do meio pelas espécies selvagens?
11. Em que medida a presença e uso de ferrovias perturbam diretamente a progressão/movimentação ou utilização do meio pelas espécies selvagens? Tenha em conta a presença de infraestruturas e as implicações características de cada tipo de via.
12. Em que medida a presença e uso de rodovias perturbam diretamente a progressão/movimentação ou utilização do meio pelas espécies selvagens? Tenha em conta a presença de infraestruturas e as implicações características de cada tipo de via.
13. Que largura mínima (em metros) sugere que os corredores ecológicos devem ter para as espécies selvagens?

O questionário foi realizado recorrendo ao software *GoogleForms* (Figura 6), disponível na *cloud* da *Google*, que permite facilidade de acesso ao formulário pelos utilizadores, possibilidade de resposta em simultâneo por múltiplos utilizadores e reunião automática das respostas numa folha de cálculo única.

'Corredores para a Vida Selvagem'

I. Impacto da Presença Humana Directa
[5 de 10]

1. Em que medida crescentes densidades populacionais (pessoas residentes por hectare) perturbam directamente as espécies selvagens?
1 - não existe perturbação 10 - a perturbação é máxima

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
até 1 pessoas/ha	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
de 1 a 10	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
de 10 a 50	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
de 50 a 100	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
maior que 100 (até 1000)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

[< Anterior](#) [Continuar >](#)

Figura 6 – Exemplo de um ecrã do inquérito CVS.

Para além dos valores de intensidade das ameaças e amplitude da perturbação obtidas através das respostas ao inquérito, o cálculo do gradiente recorre à metodologia de análise espacial desenvolvida neste projecto, inclui um sistema de pesos, com o objectivo de permitir a calibrar a importância relativa de cada tipo de ameaça para o valor global das perturbações ambientais.

Os principais processos de análise espacial para o cálculo da intensidade e da amplitude das perturbações ambientais, centram-se em processos de análise de vizinhança, reclassificação e álgebra de mapas (Figura 7).

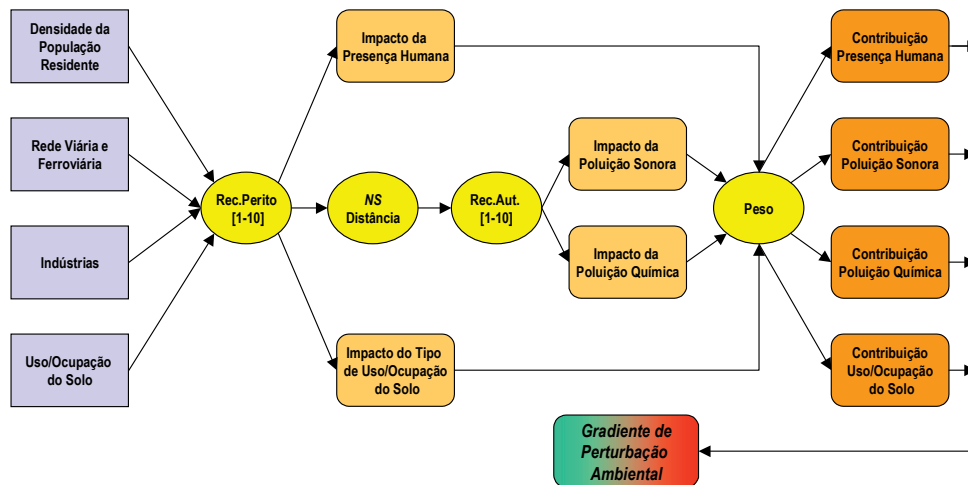


Figura 7 - Esquema dos processos de análise espacial para a quantificação do valor das perturbações ambientais.

A Figura 7 apresenta o esquema dos processos de análise espacial utilizados para a quantificação das perturbações ambientais, nomeadamente:

- A função de Reclassificação altera o valor de cada célula do ficheiro matricial, para aplicar os valores das intensidades das variáveis cartográficas, de acordo com a classificação atribuída pelo perito, assumindo um valor de 1 a 10
- O processo de análise espacial *Neighborhood Statistics (NS)*, calcula os valores da dispersão da perturbação pelo território, de acordo com o valor de origem e aplicando uma amplitude igual à distância da perturbação. Tanto a intensidade das ameaças como a amplitude da perturbação são atribuídos pelos peritos no decorrer da resposta ao inquérito (Figura 8).

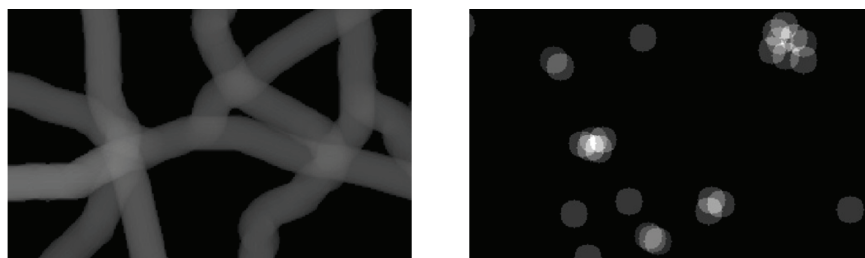


Figura 8 – Exemplo de resultados provenientes da análise espacial NS aplicada à rede viária e às indústrias.

O gradiente das perturbações ambientais obtido depende da qualidade da informação geográfica, dos processos de análise espacial e da apreciação pericial traduzida pelos valores atribuídos às variáveis espaciais utilizadas no processo de análise (Figura 9).

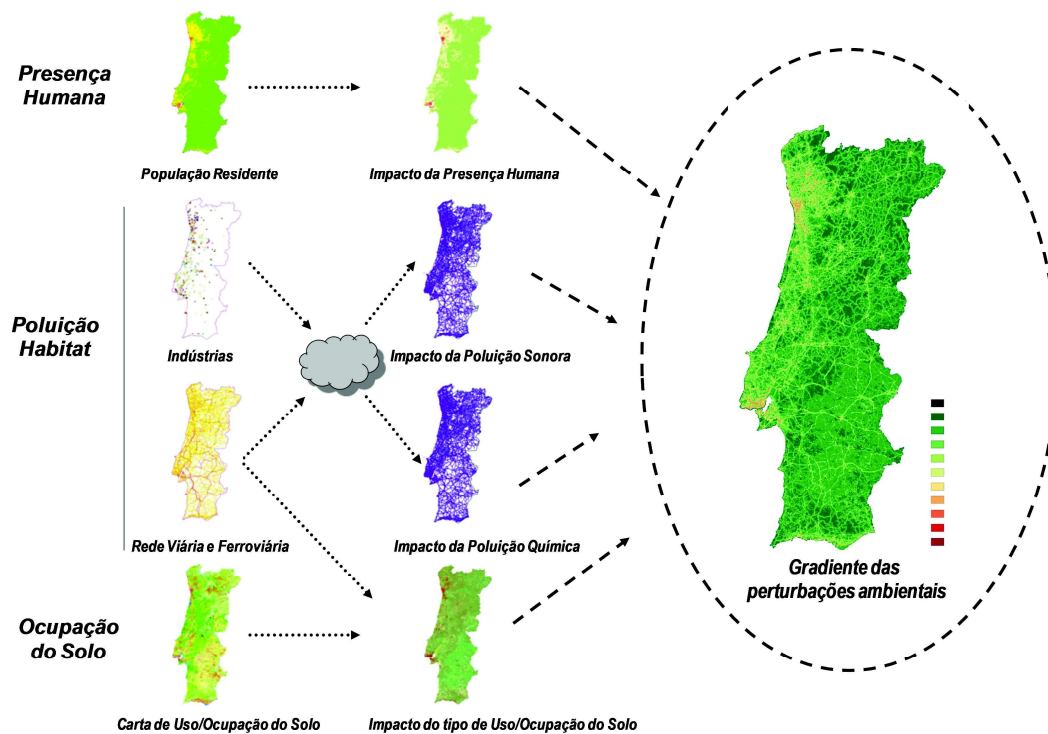


Figura 9 - Esquema metodológico para obtenção do gradiente de perturbações ambientais

Devido à complexidade dos factores que influenciam as perturbações ambientais para a vida selvagem, a valorização destes critérios é subjectiva e dependente da percepção individual. Deste modo, os resultados obtidos neste gradiente devem ser apenas considerados como indicadores periciais do real valor das perturbações ambientais.

6. Conclusões e desenvolvimentos futuros

O retorno à vida selvagem baseado fundamentalmente nos processos naturais como opção de gestão do território (*rewilding*) envolve vários desafios. A nossa compreensão desses desafios e de como podem ser superados depende da relação existente entre o Homem, o território e a biodiversidade.

Actualmente, em contextos de ordenamento do território, afigura-se oportuno promover uma nova filosofia de revalorização de áreas, que, embora caracterizadas pela longa história de humanização, actualmente "sofrem" uma clara tendência para o despovoamento e consequente abandono das actividades agrícolas. Esta nova

abordagem procura a utilização de zonas mais despovoadas, menos exploradas e consequentemente associadas a áreas de menor valor económico, procurando revalorizar este território para um outro uso - a proteção dos valores naturais - através proposta de corredores para a vida selvagem, em zonas de menor conflito entre a pressão humana e a conservação da natureza.

A metodologia desenvolvida no projeto CVS conduziu à geração de um mapa com o gradiente de perturbações ambientais, que representa um conjunto de valores contínuos no território traduzindo uma aproximação simplificada do valor real das ameaças provenientes das actividades humanas para a vida selvagem. Os próximos passos da investigação em curso centram-se na identificação dos corredores para a vida selvagem com base no gradiente das perturbações ambientais e a sua validação através do estudo da localização real, potencial do lobo-ibérico.

7. Agradecimentos

Este trabalho, iniciado em 2011, está a ser desenvolvido no âmbito de um projecto de investigação financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (PTDC/AAC-AMB/111457/2009). Os autores agradecem o apoio de Pedro Marrecas na fase de teste do inquérito CVS, bem como a colaboração dos peritos que participaram com a sua visão relativamente às perturbações ambientais, sem a qual não teria sido possível obter o gradiente das perturbações ambientais para a vida selvagem.

8. Referências bibliográficas

- Araújo, M.B., Alagador, D., Cabeza, M., Nogués Bravo, D. & Thuiller, W. (2011) Climate change threatens European conservation areas. *Ecology Letters* 14: 484–492.
- Araújo, M.B., Cabezas, M., Thuiller, W., Hannah, L., Williams, P. (2004) Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods. *Global Change Biology* 10, 1618–1626.
- Araújo, M.B., Rahbek, C. (2006) How Does Climate Change Affect Biodiversity? *SCIENCE*, 313, 1396–1397.
- Barbosa A.M., Real R., Muñoz A.R. & Brown J.A. (2013) New measures for assessing model equilibrium and prediction mismatch in species distribution models. *Diversity and Distributions*, in press.

- Bengtsson, J., Angelstam, P., Elmqvist, T., (2003). Reserves, resilience and dynamic landscapes. *Ambio*, 32, 389-396.
- Brás R., Cerdeira J.O., Alagador D., Araújo M.B. (2013) Linking habitats for multiple species. *Environmental Modelling and Software* 40, 336-339. doi: 10.1016/j.envsoft.2012.08.001
- Calum Brown, C., McMorran, R. & Price, M. (2011) Rewilding – A New Paradigm for Nature Conservation in Scotland?, *Scottish Geographical Journal*, 127:4, 288-314.
- Diez, J. et al. (2012) Will extreme climatic events facilitate biological invasions?. *Front Ecol Environ*; 10(5): 249–257, doi:10.1890/110137.
- Garcia, R. & Araújo, M.B. (2010) Planejamento para a conservação em um clima em mudança. *Natureza & Conservação* 8(1): 78-80.
- Gomes, A.L. (2005) Áreas de Wilderness para a Conservação da Vida Selvagem. *Dissertação para acesso à categoria de Investigadora Auxiliar*, Instituto Geográfico Português.
- Gomes, A.L. (2008) Corredores de ligação entre áreas protegidas com base num gradiente de perturbações ambientais derivado das actividades humanas. *ESIG2008: 10ª Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica*, 14 a 16 de Maio, Taguspark, Oeiras.
- Gomes, A.L.; Petrucci-Fonseca, F.; Costa, G.; Fonseca, A. (2011) Corredores para a Vida Selvagem com Base na Modelação Espacial das Perturbações Ambientais e a Sua Utilidade para a Conservação do Lobo-Ibérico: Processos Metodológicos. *17º Congresso da APDR: 5º Congresso de Gestão e Conservação da Natureza*, 29 de Junho a 2 de Julho, 2011, Bragança.
- Kujala, H., Moilanen, A., Araújo M.B., Cabeza, M. (2013) Conservation Planning with Uncertain Climate Change Projections. *PLoS ONE* 8(2): e53315. doi:10.1371/journal.pone.0053315.
- Lawler J., Mathias, M. (2007) Climate Change and the Future of Biodiversity in Washington. *Report prepared for the Washington Biodiversity Council*.
- Main, M.B., Roka, F.M., Noss, R.F. (1999) Evaluating cost of conservation. *Conservation Biology*, 13, 1262-1272.
- Navarro, L. & Pereira, H. (2012) Rewilding Abandoned Landscapes in Europe. *Ecosystems*, 15: 900–912, DOI: 10.1007/s10021-012-9558-7.
- Opdam, P., Wascher, D. (2004) Climate change meets habitat fragmentation: linking landscape and biogeographical scale levels in research and conservation. *Biological Conservation*. 117, 285.
- Parmesan, C. (2006) Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37:637-669.
- Thuiller, W., Albert, C., Araújo, M.B., Berry, P., Cabeza, M., Guisan, A., Hickler, T., Midgley, G., Paterson, J., Schurr, F., Sykes, M., Zimmermann, N. (2007) Predicting global change impacts on plant species' distributions: Future challenges. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*.8.
- Williams, P., Hannah, L., Andelman, S., Midgley, G., Araújo, M., Hughes, G., Manne, L., Martinez-Meyer, E., Pearson, R. (2005) Planning for Climate Change: Identifying Minimum-Dispersal Corridors for the Cape Proteaceae. *Conservation Biology*, 19, 1063-1074.