



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

Ana Luisa Gomes ¹, Francisco Petrucci-Fonseca ², Gonçalo Ferrão da Costa ³, Alexandra Fonseca ¹,

¹ Instituto Geográfico Português – IGP, Rua Artilharia Um, 107, 1099-052 Lisboa, Portugal

² CBA - Centro de Biologia Ambiental. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Bloco C2 – 5º Piso. 1749-016, Lisboa, Portugal

³ Grupo Lobo - Associação para a Conservação do Lobo e do seu Ecossistema. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Bloco C2 – 5º Piso. 1749-016, Lisboa, Portugal.

RESUMO

A fragmentação, a degradação e perda dos habitats constituem as principais ameaças à sobrevivência de numerosas espécies.

Este projecto pretende contribuir para quebrar o isolamento entre as populações das áreas protegidas, através da identificação e optimização de corredores que permitam a migração de espécies silvestres nelas existentes.

Para alcançar este objectivo será desenvolvida uma metodologia inovadora baseada na modelação espacial das perturbações ambientais derivadas das actividades humanas e orientada para a identificação de áreas onde a influência humana é mínima, territórios considerados propícios para a existência e manutenção da vida selvagem. O estudo da presença e dispersão do lobo-ibérico, uma espécie silvestre sensível à pressão humana mas com grande capacidade de deslocação, servirá para testar esta nova estratégia de identificação de corredores ecológicos, funcionando como suporte de aplicação dos resultados da implementação ao projecto.

Esta comunicação centra-se nos processos metodológicos desenvolvidos neste projecto recentemente aprovado pela FCT. O projecto pretende contribuir para aumentar a mobilidade entre as áreas protegidas, das espécies animais, favorecendo a persistência das espécies em perigo aí existentes, em especial o lobo-ibérico, e simultaneamente, contribuir para aumentar a biodiversidade regional, dentro e fora das áreas protegidas.

Palavras-chave: Corredores ecológicos; Lobo-ibérico; Modelação geográfica; Modelo conceptual; Perturbações ambientais

1. ENQUADRAMENTO

Durante os últimos séculos, a expansão das áreas urbanas, da rede de infra-estruturas e com a intensificação da actividade agrícola e da pastorícia, estas foram progressivamente substituindo as grandes manchas de vegetação natural, assistindo-se a uma fragmentação da paisagem [1]. 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 [2, 3]. Nestas 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.

As áreas protegidas são geograficamente estáticas e estão, cada vez mais, isoladas pela destruição dos *habitats* em redor [4]. Este isolamento, consequência da fragmentação do território, transforma-as em ilhas ecológicas, constituindo uma verdadeira ameaça à sobrevivência de numerosas espécies, com a consequente redução da biodiversidade. [5, 6].



Assim, a existência de corredores de ligação entre as áreas protegidas é um factor relevante para a conservação da biodiversidade.

O planeamento da conservação tem assumido uma abordagem estática, isto é, as áreas são seleccionadas e geridas de forma a proteger a biodiversidade de hoje ou para restabelecer a paisagem de um histórico recente [7]. Tal abordagem torna-se desadequada no actual ambiente de rápida mudança. Estudos recentes têm demonstrado que as áreas protegidas actuais, provavelmente não irão proteger a biodiversidade num futuro em permanente mudança [8]. 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 [9]. Como resposta a estas alterações ambientais, muitas plantas e animais irão deslocar-se dentro e fora das áreas protegidas, até encontrar um habitat que seja adequada, sendo só garantida a sua persistência se tiverem condições que permitam os referidos movimentos [10]. Para tal, torna-se necessário identificar corredores de conectividade entre os *habitats* adequados [11, 12]. No futuro, será este um dos maiores desafios para muitas espécies [7].

Existe um crescente consenso de que as estratégias de conservação devem prever os impactos das alterações climáticas [13, 14]. A adaptação às alterações climáticas e ambientais em geral, começa a ser considerada como parte integrante de uma nova estratégia nas políticas de conservação [15].

Espécies de elevado nível trófico, como os mamíferos carnívoros, são consideradas mais sensíveis à fragmentação [16]. Em geral, as espécies mais vulneráveis ao efeito barreira e mortalidade nas estradas são aquelas que têm elevados requisitos espaciais, como os carnívoros e o lobo (*Canis lupus*) em particular. Manter e restabelecer a conectividade dos habitats é vital [17], uma vez que o isolamento pode levar à redução da diversidade genética das populações, ao aumento do risco de extinção e à diminuição da capacidade de recolonização [18]. Tendo em conta o grau de ameaça do lobo-ibérico, a sua grande capacidade de dispersão e a quantidade de informação existente sobre a espécie, decidiu-se utilizar este animal como modelo para validação dos corredores identificados. A presença de um predador de topo, como o lobo-ibérico, funcionará como indicador de adequabilidade dos corredores de ligação entre as áreas protegidas em questão.

2. OBJECTIVOS

Este projecto de investigação, recentemente aprovado pela FCT (PTDC/AAC-AMB/111457/2009) aborda a questão da conectividade entre áreas protegidas nacionais. Pretende identificar corredores preferenciais de ligação entre as referidas áreas com base na aplicação de uma metodologia inovadora, focada na modelação espacial da influência humana no território. O principal objectivo é o de delinear caminhos preferenciais para as espécies silvestres sobre um território transformado num gradiente do valor representativo das perturbações ambientais derivadas da presença e actividades humanas.

Assim, pretende-se aplicar esta metodologia para o desenvolvimento de cenários com propostas de identificação de corredores de ligação entre as áreas protegidas, a fim de apoiar a criação de uma verdadeira *rede* de áreas nucleares de conservação (áreas protegidas) interligadas por corredores ecológicos.

Pretende-se ainda, 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.

3. MODELAÇÃO ESPACIAL DAS PERTURBAÇÕES AMBIENTAIS: GRADIENTE DA PRESSÃO HUMANA

Os processos metodológicos para a modelação espacial das perturbações ambientais derivadas das actividades humanas irão ser desenvolvidos com base no trabalho de investigação “*Áreas de Wilderness para a Conservação da Vida Selvagem*” [19].

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, é constituído por um conjunto de variáveis espaciais que pretendem representar os diversos impactos provenientes das actividades humanas. 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 ambiental como consequência directa da dispersão dos indivíduos na paisagem.

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

Ocupação do solo - pretende quantificar a artificialidade da paisagem, no sentido de traduzir a intervenção humana.



Figura 1: Principais temas relacionados com o valor das perturbações ambientais [20].

Para obter uma cartografia do gradiente das perturbações ambientais mais aproximada do seu real valor, pretende-se desenvolver um novo sistema pericial multi-critério, com a consulta a inúmeros peritos na área do ambiente e da conservação da vida selvagem. Este sistema pericial engloba os processos metodológicos para a modelação espacial das ameaças à vida selvagem. 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 2).

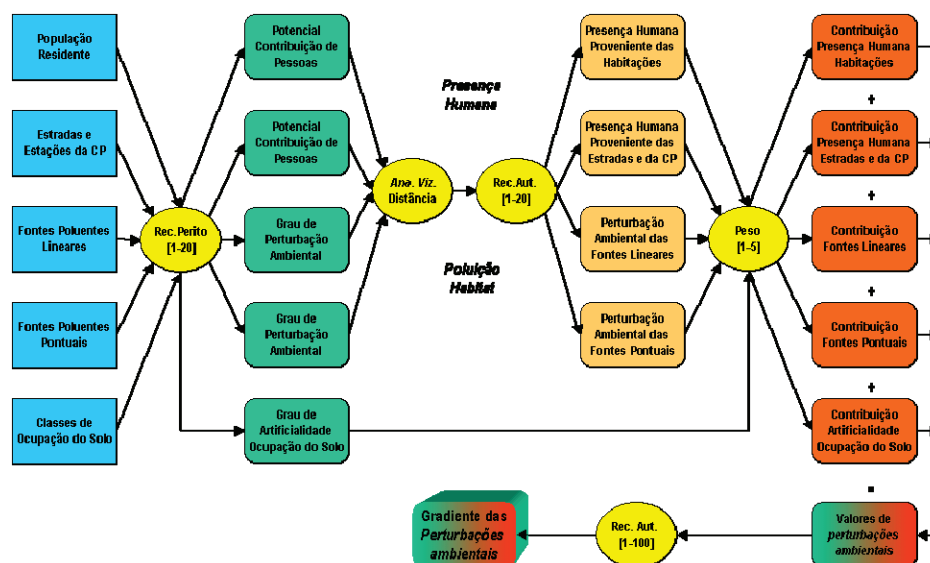


Figura 2: Esquema dos processos de análise espacial para quantificar o valor das perturbações ambientais [19].

Este método da aplicação de sistemas de suporte à decisão incorporando sistemas periciais, garante transparência no processo de decisão, com a apresentação dos resultados da análise espacial associados aos critérios atribuídos pelos peritos. Trata-se de um processo dinâmico, que permite que os peritos sejam confrontados com os resultados do seu próprio sistema de pensamento, levando-os a ter maior consciência dos seus próprios processos de formalização e a sintonizarem as suas respostas de acordo com a concepção dos fenómenos simulados.

A aplicação de todo este 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 as ameaças à vida selvagem (Figura 3).

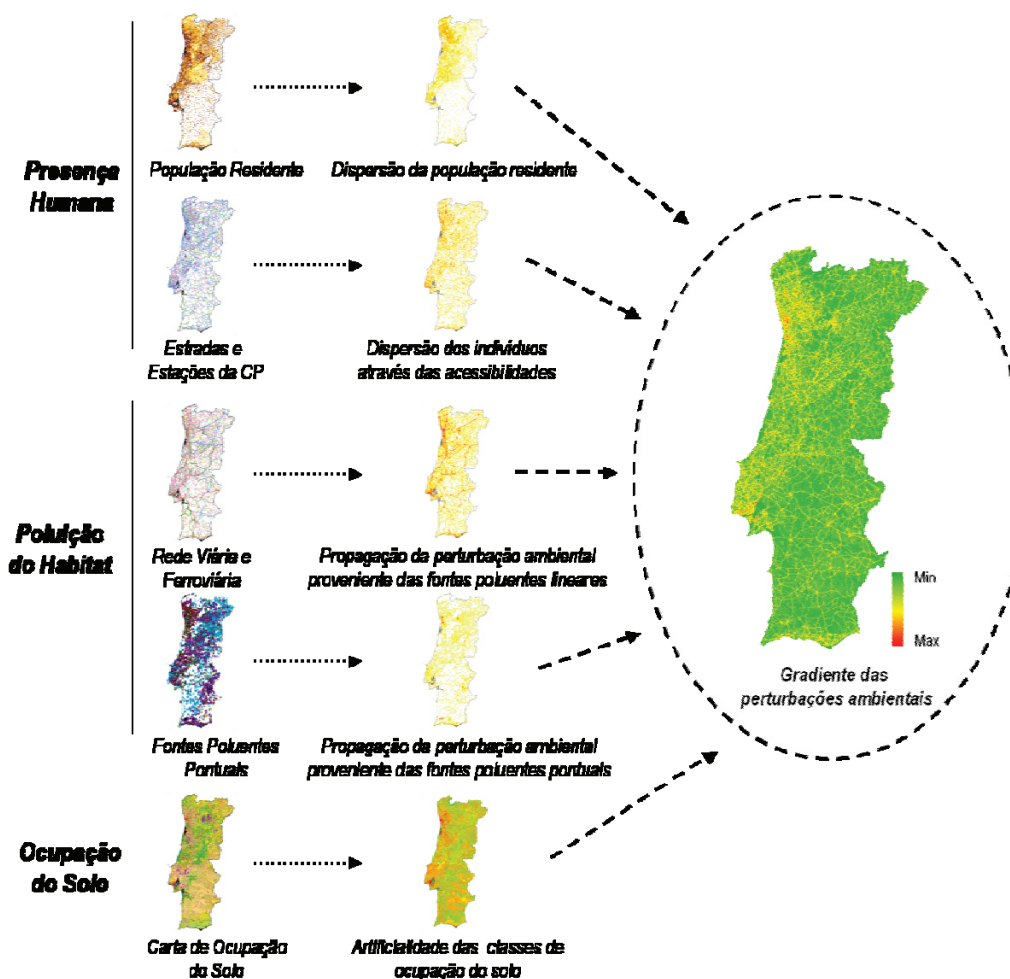


Figura 3: Esquema metodológico para a modelação espacial das perturbações Ambientais [20].

Os resultados obtidos na elaboração de uma representação espacial da avaliação pericial das perturbações ambientais não são absolutos, estando dependentes da informação de base e da subjectividade inerente a um sistema pericial. No entanto, considera-se, como referido anteriormente, que esta abordagem contribui para uma maior transparência no processo de decisão, com a apresentação dos resultados da análise espacial associados aos critérios atribuídos pelos peritos.

O gradiente das perturbações ambientais, derivadas das actividades humanas, poderá assim fornecer uma ajuda efectiva na localização das áreas a conservar, bem como, na delimitação das zonas “tampão” e definição de corredores de ligação entre áreas protegidas [21].

4. ANÁLISE ESPACIAL PARA A IDENTIFICAÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS DE LIGAÇÃO ENTRE ÁREAS PROTEGIDAS COM BASE NO GRADIENTE DA PRESSÃO HUMANA

Como já referido, este projecto pretende identificar corredores de ligação entre as áreas protegidas sobre um território transformado num gradiente do valor das perturbações ambientais. O objectivo é o de delinear caminhos preferenciais para as espécies selvagens com base numa superfície, que traduz, supostamente, a dificuldade acumulada em se afastarem da reserva.

Para tal, utilizam-se funções de análise de conectividade que, com base em relações de propagação num cenário geográfico e dependentes da distância a determinado local, criam uma *superfície de custo*. Estas funções de arrastamento (*spread*), consistem em processos de análise espacial, associados aos modelos de dados em formato matricial, caracterizados por acumularem valores sobre uma superfície de alastramento.



Nesta superfície de custo, os fenómenos de propagação estão dependentes da localização das áreas protegidas e dos valores obtidos para o contínuo de valores das perturbações ambientais. Trata-se uma superfície quantitativa representativa da dificuldade acumulada das espécies selvagens em se afastarem das áreas protegidas, que representa o valor acumulado da dificuldade das espécies selvagens em percorrerem determinada distância relativamente à origem, neste caso, as áreas protegidas (Figura 4)

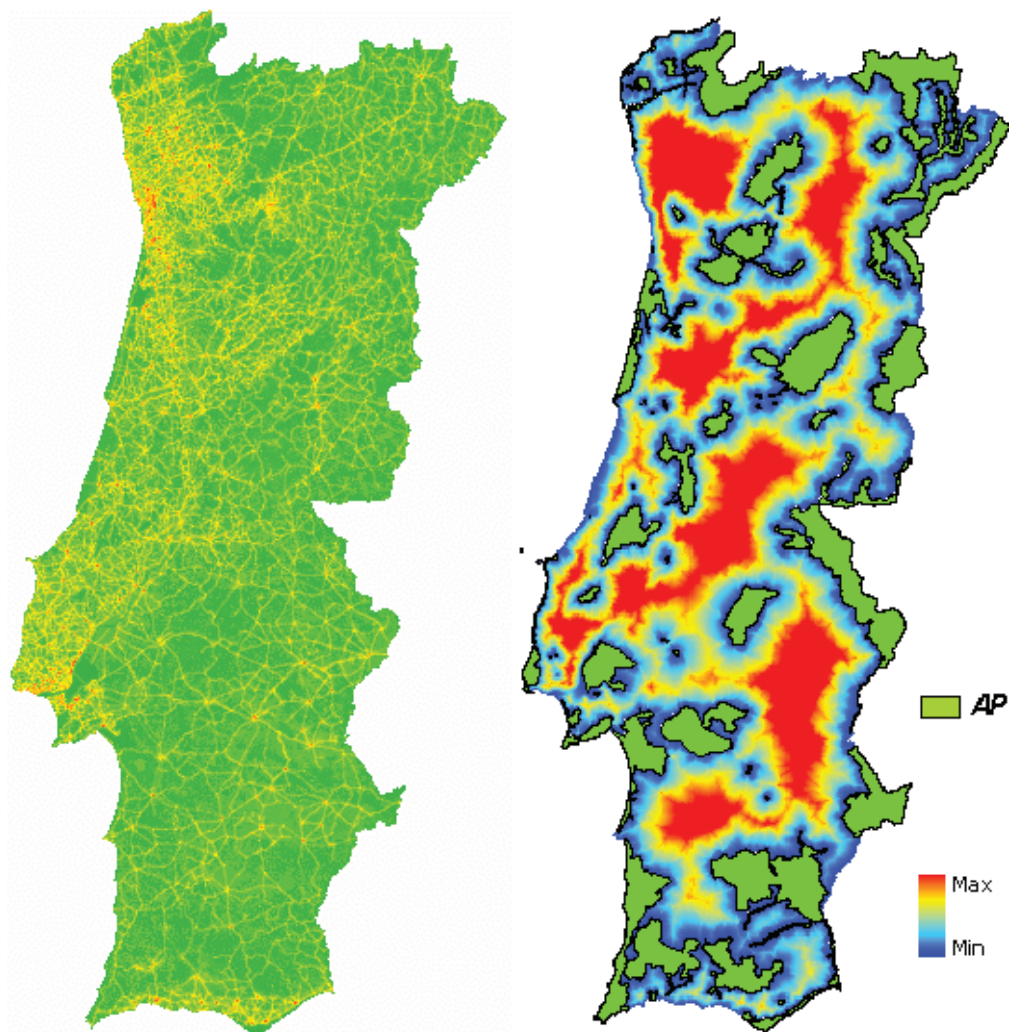
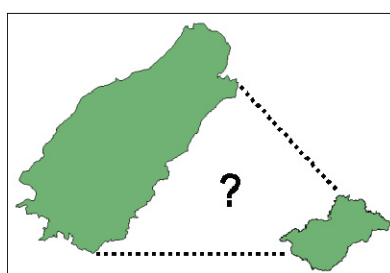
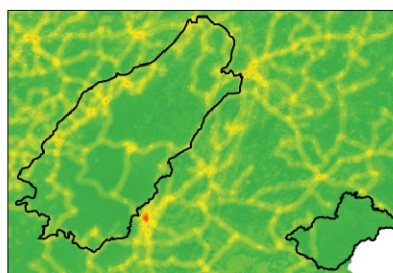


Figura 4: a)Gradiente das perturbações Ambientais: b)Superfície de custo [21].

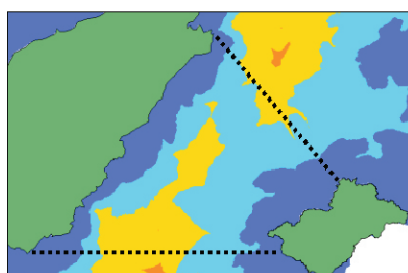
Este tipo de estudos, realizados com base no cálculo de uma superfície de custo, permite gerar cenários para apoiar a identificação de corredores de ligação, neste caso entre áreas protegidas, recorrendo ao cálculo do caminho mais curto sobre esta superfície de custo. Como exemplo de aplicabilidade desta metodologia, apresentamos um caso de estudo ilustrativo, a identificação de corredores de ligação entre o PN Serra de Estrela e a RN Serra da Malcata. Deste exercício, surge a Figura 5 – c) como um indicador das áreas mais permeáveis à passagem das espécies selvagens, na qual se identificam duas áreas lineares preferenciais para constituir propostas de corredores de ligação entre estas áreas protegidas (Figura 5 – d)).



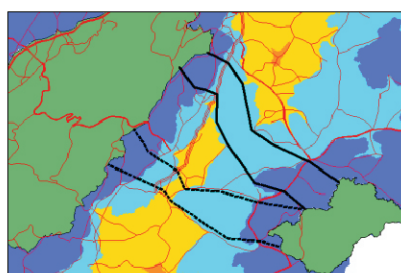
a) PNSE e RNSM



b) Gradiente de perturbações ambientais



c) Superfície de custo



d) Proposta de corredores de ligação entre as áreas protegidas (PNSE e RNSM)

Figura 5: Proposta de corredores de ligação entre o PN da Estrela e a RN da Malcata [20].

Para avaliar os corredores entre as áreas protegidas obtidos com base no gradiente das perturbações ambientais, de forma a estimar a adequabilidade destes corredores para a vida selvagem, recorre-se a uma espécie selvagem considerada sensível às perturbações ambientais, o lobo-ibérico. Assim, a área de estudo englobará o território com potencialidades para o lobo-ibérico, abrangendo o Norte e Centro do território continental.

5. SITUAÇÃO DA POPULAÇÃO DO LOBO-IBÉRICO EM PORTUGAL

O lobo-ibérico é actualmente o maior predador da fauna portuguesa terrestre, sendo igualmente uma das espécies mais ameaçadas no nosso país. A partir do início do século XX verificou-se uma acentuada redução no seu efectivo populacional e na área de distribuição em Portugal, nomeadamente devido a uma perseguição humana intensa, à redução das suas presas silvestres e à destruição e fragmentação do seu habitat [22].

Desde 1990 que o lobo possui o estatuto de espécie Em Perigo (EN - Endangered), resultado da existência de menos de 250 animais maduros na natureza [23, 24], estando estritamente protegido por legislação nacional específica (Lei 90/88, de 13 de Agosto e Decreto-Lei 139/90, de 27 de Abril que a regulamenta).

No que respeita à conservação do lobo, o Plano Sectorial da Rede Natura 2000 [25] considera como principais objectivos as seguintes acções:

1. Aumentar o efectivo da subpopulação a sul do Douro.
2. Manter ou aumentar efectivos populacionais da subpopulação a norte do Douro.
3. Aumentar a área de ocupação/distribuição actual da subpopulação a sul do Douro.
4. Manter ou aumentar a área de ocupação/distribuição actual da subpopulação a norte do Douro.
5. Promover a continuidade das populações ibéricas e das subpopulações a norte e sul do rio Douro

Promover a continuidade implica contrariar a fragmentação do território provocada pela crescente implementação de infra-estruturas rodoviárias e pelo aumento da sua densidade, que restringem os movimentos das espécies, isolando as populações e provocando um declínio a longo prazo das mesmas. As estradas têm sido apontadas como responsáveis por grandes impactos nas populações de lobo. Um estudo recente desenvolvido pelo Grupo Lobo evidenciou que a construção das auto-estradas A24 e A7, no distrito de Vila Real, constitui uma



ameaça à mobilidade e viabilidade da população do lobo-ibérico, com um decréscimo de cerca de 30% do uso do espaço, em torno destas infra-estruturas, entre 2005 e 2009, sendo 2005 o ano em que começaram com a construção das referidas auto-estradas [26].

O último censo nacional de lobo [27], realizado entre 2002 e 2003, aponta para a existência de 200 a 400 indivíduos desta espécie, distribuídos por duas subpopulações aparentemente isoladas: uma subpopulação a norte do rio Douro, mais estável e em contacto com a população espanhola, possuindo 3 núcleos populacionais (Peneda-Gerês; Alvão-Padrela e Bragança) e entre 45 a 54 alcateias, numa área de ocorrência regular de 12500 km²; outra subpopulação mais instável e fragmentada, a sul do Rio Douro, com 6 a 9 alcateias, numa área de presença de 3800 km². Em Espanha, em 2002, estimou-se a população lupina em cerca de 2.000 animais [28]. (Figura 6).

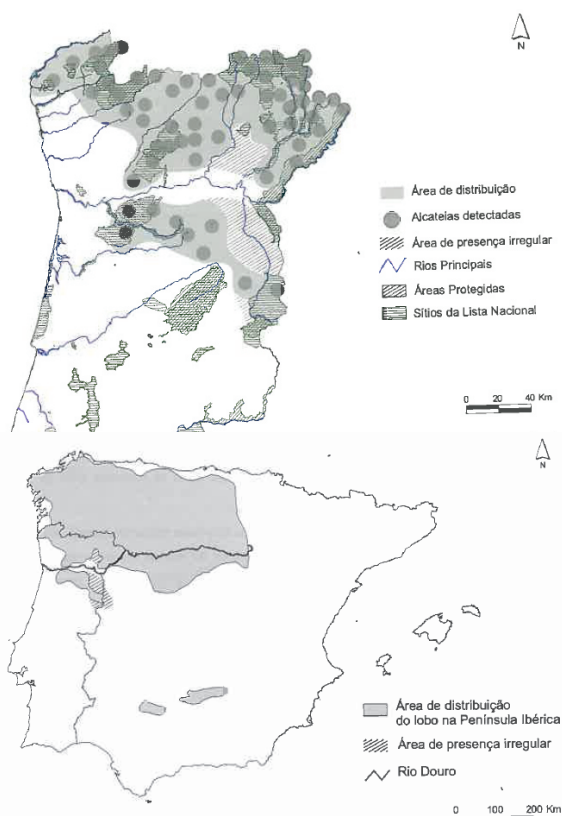


Figura 6: Distribuição do lobo-ibérico [27].

Os territórios médios das alcateias portuguesas variam entre 100 e 300km² [29] e as distâncias médias de dispersão de indivíduos desta espécie na Península Ibérica variam entre os 13km e os 80km [28].

Considerando a importância de que se reveste para a conservação da espécie em causa a informação obtida a partir de exemplares mortos, foi implementado em 1999 o Sistema de Monitorização de Lobos Mortos (SMLM), que tem por objectivo a recolha e a centralização dos lobos encontrados mortos em Portugal [30].

Como se pode observar na Figura 7, praticamente todos os lobos mortos, foram encontrados na área de presença regular da espécie, segundo a distribuição estimada no censo nacional do lobo realizado em 2002/2003 [27]. Apenas o animal recolhido no Concelho de Idanha-a-Nova, em 2004, se encontrava bastante afastado da área de presença habitual da espécie, do que se depreende tratar-se de um animal migrante.

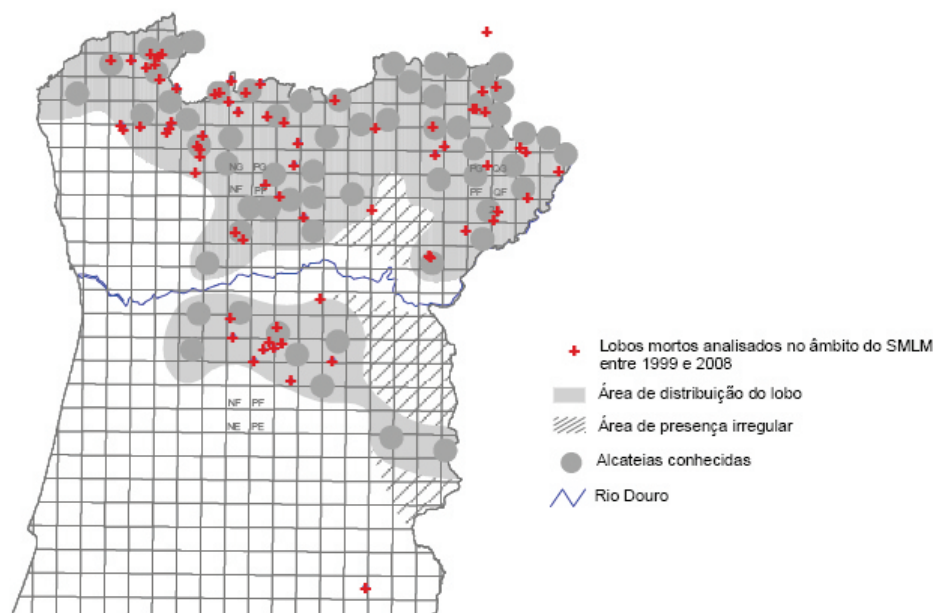


Figura 7: Localização dos lobos mortos recolhidos no âmbito do Sistema de Monitorização de Lobos Mortos [30].

O elevado nível de mortalidade detectado no núcleo Peneda/Gerês poderá resultar do facto de esta ser a área de maior incidência de prejuízos nos animais domésticos, em consequência do pastoreio livre de bovinos e equinos que se pratica nesta zona. No entanto, a mortalidade de lobo neste núcleo populacional lupino não terá um impacto tão significativo como o registado na subpopulação a Sul do Douro. Enquanto no primeiro a recuperação com ocupação dos territórios vazios resultado da destruição de alcateias é rápida, a Sul do Douro, a população lupina é mais reduzida, a recolonização de um território vago será muito mais difícil. O isolamento desta população, bem como a existência de outras ameaças como a baixa disponibilidade de presas e a fragmentação do habitat, podem tornar a mortalidade de origem antropogénica um factor limitante para a conservação desta subpopulação a Sul do Douro [30].

Modelação do habitat do lobo-ibérico

No presente projecto de investigação iremos aprofundar o conhecimento sobre a distribuição desta espécie recorrendo à recolha de informação geográfica existente, à modelação da adequabilidade do habitat para o lobo-ibérico, à realização de um estudo sobre as atitudes públicas para com o lobo e à monitorização da sua presença nos corredores de ligação entre as áreas protegidas identificados com base no gradiente da pressão humana.

A modelação ecológica consiste na análise das relações entre as espécies e as condições ambientais que as rodeiam e na elaboração de modelos matemáticos que as consigam explicar e prever. Estes modelos são necessariamente reduções a dimensões compreensíveis pela mente humana das várias forças que actuam sobre uma espécie e conjugam frequentemente a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) com ferramentas estatísticas multivariadas para descrever as relações pretendidas bem como torná-las espacialmente explícitas [31].

Para a maioria das espécies não se conhecem modelos que descrevam a sua dispersão. Como tal, e como ponto de partida à definição de corredores ecológicos, toma-se como premissa que um habitat adequado a uma espécie é também adequado à sua dispersão [33, 33].

Assim, o modelo de adequabilidade de habitat a construir para o lobo utilizará dados de presença da espécie obtidos nos últimos 10 anos e um conjunto de variáveis que podem condicionar a sua presença, dividido em 3 categorias: topografia, ocupação do solo e perturbação humana, ver Tabela 1.



Tabela 1. Variáveis ambientais a utilizar na modelação do habitat para o lobo-ibérico.

Topografia	Ocupação do solo	Perturbação Humana
Altitude	Carta de Ocupação do Solo	Densidade populacional
Declive	Distância a linhas de água	Distância a localidades
Posição topográfica	Densidade do copado	Distância à estrutura rodoviária

A altitude está relacionada tanto com o afastamento da presença humana como com a presença de gado em regime extensivo. O declive evidencia a dificuldade de movimento na área de estudo. A posição topográfica caracteriza preferências de ocupação e dispersão da espécie. As linhas de águas estão relacionadas com zonas preferenciais para reprodução e como corredores ecológicos potenciais. A ocupação do solo reflecte a disponibilidade de abrigo para o lobo e suas presas silvestres, bem como a humanização do meio. A densidade do copado está igualmente relacionada com a disponibilidade de abrigo para o lobo bem como para as suas presas silvestres. Quanto à presença humana directa, serão utilizadas a distância à estrutura rodoviária regional (estradas nacionais e auto-estradas) e um índice que relaciona a densidade populacional e a distância euclidiana às localidades da área de estudo.

Das diversas ferramentas de modelação disponíveis para delinear a distribuição de espécies, optou-se por adoptar a da Máxima Entropia [34] e o software associado Maxent, disponível gratuitamente online: (<http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>). O princípio da Máxima Entropia assenta no pressuposto de que quando se pretende obter uma aproximação a uma distribuição de probabilidades desconhecida (neste caso, a presença de uma espécie), a melhor metodologia é assegurar que essa aproximação satisfaça qualquer constrangimento conhecido sobre a distribuição desconhecida e quando sujeita a esses constrangimentos a distribuição deverá ter máxima entropia, isto é, ser o mais próximo possível do uniforme. Os constrangimentos conhecidos representam a relação entre os pontos de presença da espécie e as variáveis ambientais utilizadas na modelação.

Esta metodologia tem demonstrado bons resultados em casos onde existem apenas dados de presença da espécie em estudo, com número baixo de amostras, não existindo dados fidedignos sobre a ausência da mesma [35].

O resultado final será um mapa de adequabilidade de habitat para o lobo, variando entre 0 (inadequado) e 100 (ótimo), o qual poderá ser dividido em classes discretas (ótimo, utilizável, ocasional evitado) nas análises posteriores.

Atitudes públicas para com o lobo

Tendo em conta que a perseguição humana foi, e ainda é, um dos factores limitantes para a distribuição do lobo em Portugal, será fundamental perceber qual o sentimento das populações e entidades gestoras do território, dentro dos corredores que forem identificados.

Para tal serão realizados inquéritos escritos aos grupos de interesse das regiões cruzadas pelos corredores ecológicos definidos. O tratamento estatístico desta informação servirá tanto para a selecção dos melhores corredores a implementar como para a definição dos locais e grupos de interesse junto dos quais se devem realizar acções de sensibilização ambiental. Estas acções visam o melhoramento da percepção local para com a espécie, de modo a que não inviabilizem a funcionalidade e o sucesso dos corredores definidos.

Monitorização do lobo-ibérico

Pretende-se monitorizar a presença do lobo dentro dos corredores ecológicos identificados, de forma a comprovar a sua adequabilidade para a espécie, identificar potenciais ameaças de forma a sugerir medidas mitigadoras que permitam melhorar a qualidade ecológica dos corredores de ligação propostos e consequentemente a mobilidade desta espécie no nosso País.

A monitorização do lobo será realizada com o recurso a diversas metodologias de recolha de dados, de forma a optimizar a informação obtida, nomeadamente:

- Procura de indícios de presença de lobo, nomeadamente dejectos, os quais serão sujeitos a validação genética para comprovação da sua proveniência específica;
- Armadilhagem fotográfica, utilizando câmaras fotográficas com sensores de movimento;
- Estações de escuta, recorrendo a uivos simulados.



6. AVALIAÇÃO DOS CORREDORES DE LIGAÇÃO ENTRE AS ÁREAS PROTEGIDAS: CONSERVAÇÃO DO LOBO-IBÉRICO

A distribuição real e potencial do lobo-ibérico será utilizada para avaliar a adequabilidade dos corredores de ligação entre as áreas protegidas identificados com base no gradiente das perturbações ambientais derivados das actividades humanas. Esta avaliação será feita com recurso a informação geográfica proveniente de estudos anteriores [27], à modelação do habitat do lobo e a dados provenientes do trabalho de campo realizado para a monitorização do lobo dentro dos corredores propostos.

Desta forma, teremos uma gradação relativa à adequabilidade para o lobo-ibérico dos diversos corredores identificados. Acrescentando, ainda, a variável comportamental da população humana local, derivada do estudo realizado no contexto deste projecto “As atitudes públicas para com o lobo”, será possível identificar pontos críticos dentro dos corredores (Figura 8). Desta forma, poderão surgir recomendações e medidas mitigadoras que permitam melhorar a qualidade ecológica dos corredores de ligação identificados.

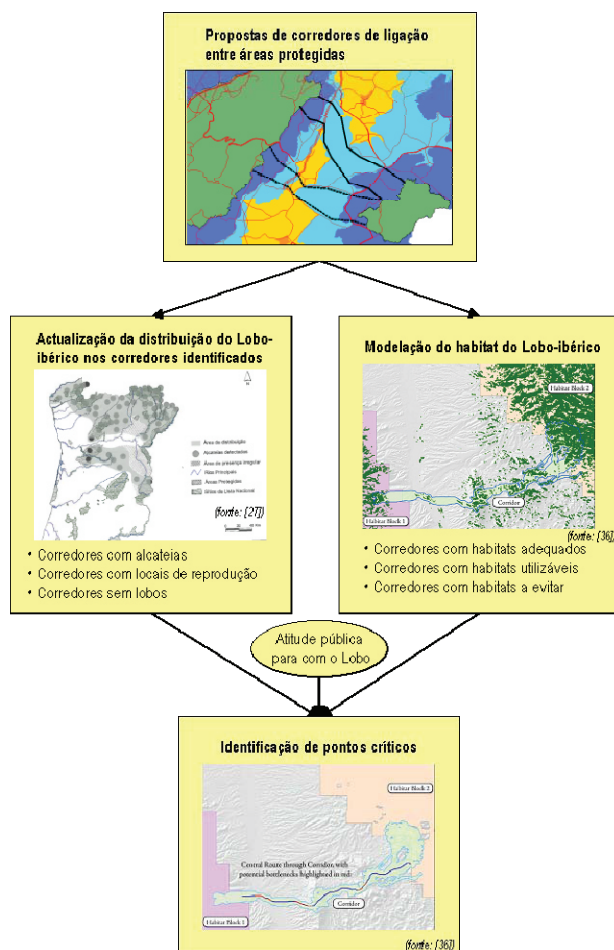


Figura 8: Esquema metodológico para a avaliação dos corredores com base na distribuição do lobo-ibérico.

A definição da morfologia dos corredores de ligação entre as áreas protegidas irá obedecer a critérios periciais relacionados com a largura (máxima e mínima) e seu comprimento máximo, ou seja, a distância considerada adequada para garantir a conectividade entre as áreas protegidas, de forma a aumentar a mobilidade desta espécie no nosso País.



7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a constituição de uma rede de reservas pretende-se criar as condições necessárias para a protecção e a persistência da biodiversidade, o que implica considerar não só a representatividade das espécies a proteger, mas também a dimensão das áreas protegidas e a sua conectividade.

Estudos sobre o potencial impacto da fragmentação dos habitats na movimentação das espécies em resposta a uma mudança ambiental, nomeadamente alterações climáticas, indicam que a fragmentação constitui uma verdadeira barreira à circulação de algumas espécies. Esta incapacidade das espécies se moverem através de ambientes inhóspitos irá, provavelmente, impedir a sua expansão para além das fronteiras das áreas protegidas. A criação de sistemas de reservas eficazes que permitam uma melhor ligação entre as áreas protegidas surge assim como maior premência.

Recomendações genéricas, relacionadas com a arquitectura de um sistema de reservas para a conservação, salientam a importância da conectividade entre as áreas. É importante assegurar a ligação entre as áreas protegidas para permitir a migração de espécies e a troca genética entre as populações. A criação de corredores ecológicos que permitam a ligação entre as populações dos habitats fragmentados é, assim, uma das estratégias possíveis e desejáveis.

A proposta metodológica que se apresenta pretende contribuir para assegurar a conectividade entre áreas de conservação adaptando a modelação geográfica das perturbações ambientais derivadas das actividades humanas, à identificação de corredores de ligação entre as áreas protegidas. Assim, pretende-se gerar uma superfície indicadora do grau de dificuldade do afastamento da área protegida com base no gradiente da pressão humana, para as espécies mais sensíveis às actividades humanas.

O lobo-ibérico surge como a espécie seleccionada para avaliar e validar o processo metodológico desenvolvido no projecto. A actualização da informação sobre a distribuição do lobo, contribuindo para aumentar o conhecimento sobre a espécie e, consequentemente, melhorar a gestão/conservação da mesma. Considerando a distribuição e características do lobo-ibérico, será recomendável expandir o projecto a todo o território da Península Ibérica.

Em síntese, o projecto pretende contribuir para aumentar a mobilidade das espécies selvagens entre as áreas protegidas em causa, favorecendo a persistência das espécies em perigo aí existentes, em especial a do lobo-ibérico e, desta forma, pretende-se promover a biodiversidade dentro e fora das áreas protegidas, na área de estudo.

8. Agradecimentos

Este trabalho está a ser desenvolvido no âmbito de um projecto de investigação financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia - FCT (PTDC/AAC-AMB/111457/2009), que teve início em 2011, envolvendo o Instituto Geográfico Português (IGP), o Centro de Biologia Ambiental da Faculdade de Ciências (CBA/FC/UL) e o Grupo Lobo - Associação para a Conservação do Lobo e do seu Ecossistema (GL). Para além dos autores, a equipa do projecto inclui ainda Clara Grilo e Ana Margarida Guerra.

Bibliografia

1. Bruinderink, G., Van Der Sluis, T., Lammertsma, D., Opdam, P., Pouwels, R., *Designing a coherent ecological network for large mammals in Northwestern Europe*. Conservation Biology, 17, 549-557, (2003).
2. Mackey, B., Lesslie, R., Lindenmayer, D., Nix, H., Incoll, R., *The role of wilderness in nature conservation*. Australian and World Heritage Group. Environment Austrália. 89p, (1998).
3. Main, M.B., Roka, F.M., Noss, R.F., *Evaluating cost of conservation*. Conservation Biology, 13, 1262-1272, (1999).
4. Hannah, L., Midgley, G., Andelman, S., Araújo, M.B., Hughes, G., Martinez-Meyer, E., Pearson, R., Williams, P., *Protected area needs in a changing climate*. Frontiers Ecol. Environ, 5(3), 131-138, (2007).
5. Hendee, J.C., Dawson, C.P., *Stewardship to address the threats to wilderness resources and values*. International Journal of Wilderness, 7:3, 4-9, (2001).



6. Dawson, C.P., Thorndike, P., *State-designated wilderness programs in the United States*. International Journal of Wilderness, 8:3, 21-26, (2002).
7. Lawler J., Mathias, M., *Climate Change and the Future of Biodiversity in Washington*. Report prepared for the Washington Biodiversity Council, (2007).
8. Bengtsson, J., Angelstam, P., Elmqvist, T., *Reserves, resilience and dynamic landscapes*. Ambio, 32, 389-396, (2003).
9. Parmesan, C., *Ecological and evolutionary responses to recent climate change*. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 37:637-669, (2006).
10. Araújo, M.B., Cabezas, M., Thuiller, W., Hannah, L., Williams, P., *Would climate change drive species out of reserves? An assessment of existing reserve-selection methods*. Global Change Biology 10, 1618-1626, (2004).
11. Williams, P., Hannah, L., Andelman, S., Midgley, G., Araújo, M., Hughes, G., Manne, L., Martinez-Meyer, E., Pearson, R., *Planning for Climate Change: Identifying Minimum-Dispersal Corridors for the Cape Proteaceae*. Conservation Biology, 19, 1063-1074, (2005).
12. Opdam, P., Wascher, D., *Climate change meets habitat fragmentation: linking landscape and biogeographical scale levels in research and conservation*. Biological Conservation. 117, 285, (2004).
13. Araújo, M.B., Rahbek, C., *How Does Climate Change Affect Biodiversity?* SCIENCE, 313, 1396-1397, (2006).
14. Araújo, M. B., New, M., *Ensemble forecasting of species distributions*. Trends in Ecology and Evolution, 22, 42-47, (2007).
15. 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., *Predicting global change impacts on plant species' distributions: Future challenges*. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics.8, (2007).
16. Swihart R.K., Gehring T.M., Kolozsvary M.B., Nupp T.E., *Responses of 'resistant' vertebrates to habitat loss and fragmentation: the importance of niche breadth and range boundaries*. Diversity and Distributions 9: 1-18, (2003).
17. Santos M., Vaz C., Travassos P., Cabral J.A., *Simulating the impact of socio-economic trends on threatened Iberian wolf populations Canis lupus signatus in north-eastern Portugal*. Ecological Indicators 7: 649-664, (2007).
18. Iuell, B., Bekker, G.J., Cuperus, R., Dufek, J., Fry, G., Hicks, C., Hlavác, V., Keller, V., B., Rosell, C., Sangwine, T., Tørsløv, N., Wandall & B. le Maire, (Eds.), *Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions*. 172pp, (2003).
19. Gomes, A.L., *Áreas de Wilderness para a Conservação da Vida Selvagem*. Tese de doutoramento. Instituto Geográfico Português, (2006)
20. Gomes, A.L., *Identificação de corredores de ligação entre as áreas protegidas com base na modelação geográfica das perturbações ambientais provenientes das actividades humanas*. Poster - 15º Congresso da APDR, 3º Congresso de Gestão e Conservação da Natureza, 6 a 11 de Julho, Cidade da Praia, Cabo Verde, (2009).
21. Gomes, A.L., *Corredores de ligação entre áreas protegidas com base num gradiente de perturbações ambientais derivado das actividades humanas*. ESIG2008: 10º Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica, 14 a 16 de Maio, Taguspark, Oeiras, (2008).
22. Petrucci-Fonseca, F., *O lobo (Canis lupus signatus Cabrera, 1907) em Portugal. Problemática da sua conservação*. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa para a obtenção do grau de Doutor. Lisboa. 392 pp, (1990).
23. SNPRCN, *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal: Vol. I - Mamíferos, Aves, Répteis e Anfíbios*. Serviço Nacional de Parques, Reservas e Conservação, (1990).
24. Cabral, M. J.(coord.), Almeida, J., Almeida, P. R., Dellinger, T., Ferrand de Almeida, N., Oliveira, M. E., Palmeirim J. M., Queiroz, A. I., Rogado, L., Santos-Reis, M. (eds.). *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal*. Instituto de Conservação da Natureza. Lisboa. 660 páginas, (2005).
25. ICN, *Plano Sectorial da Rede Natura 2000*. Instituto de Conservação da Natureza. Lisboa (2006).
26. Petrucci-Fonseca, F., Guerra, A., Ferrão da Costa, G., *Plano de Monitorização da População Lupina, no âmbito da construção da A24 e A7 no Sítio Natura2000 Alvão/Marão*. Relatório Final de Projecto. Grupo Lobo / Centro de Biologia Ambiental, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 88 Páginas, (2010).



27. Pimenta, V., Barroso, I., Álvares, F., Correia, J., Ferrão da Costa, G., Moreira, I., Nascimento, J., Petrucci-Fonseca, F., Roque, S., Santos E., *Situação populacional do lobo em Portugal: resultados do censo nacional 2002/2003*. Instituto da Conservação da Natureza / Grupo Lobo, Lisboa, 158pp, (2005).
28. Blanco, J.C., Cortés, Y., Ecologia, Censos, *Percepción Y Evolución del Lobo en España - analysis de un conflicto*. SECEM - Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos. 176pp, (2002).
29. Roque, S., Álvares, F., Petrucci-Fonseca, F., *Utilización espacio-temporal y hábitos alimenticios de un grupo reproductor de lobos en el Noroeste de Portugal*. Galemys, 13 (NE): 179-198, (2001).
30. Barroso, I., Pimenta, V., *Sistema de Monitorização de Lobos Mortos*. Instituto de Conservação da Natureza. Lisboa, 2008.
31. Scott, J.M., Heglund, P.J., Haufler, J.B., Morrison, M., Raphael, M.G., Wall, W.B., Samson, F.B., *Predicting Species Occurrences: Issues of Accuracy and Scale*. Island Press, Covelo, California, (2002).
32. Beier, P., Majka, D., Jenness, J., *Conceptual steps for designing wildlife corridors*. 86 pp. Available at: www.corridordesign.org, (2007).
33. Freire, M.R., Maseda, R.C., *Directional Connectivity of Wolf (Canis lupus) Populations in Northwest Spain and Anthropogenic Effects on Dispersal Patterns*. Environmental Model Assessment, 13 : 35-51, (2008).
34. Phillips, S.J., Anderson, R.P., Schapire, R.E., *Maximum entropy modeling of species geographic distributions*. Ecological Modelling, 190: 231-259, (2006).
35. Elith, J., Graham, C.H., Anderson, R.P., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R.J., Huettman, F., Leathwick, J.R., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L.G., Loiselle, B.A., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J.M., Peterson, A.T., Phillips, S.J., Richardson, K.S., Scachetti-Pereira, R., Schapire, R.E., Soberón, J., Williams, S., Wisz, M.S., Zimmermann, N.E., *Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data*. Ecography, 29: 129–151, (2006).
36. Jenness, J., Majka, D., Brost, B., Beier, P., *Corridor Designer*. Poster: 2010 ESRI International User Conference, San Diego, CA, USA, (2010).