

## DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DO ALYTES CISTERNASII EM PORTUGAL CONTINENTAL: MODELO CONCEITUAL DA ESTRUTURA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

*Terencio Rebello de Aguiar Junior*<sup>1,2\*</sup> & *Paula Mendes*<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Técnica de Lisboa (UTL), Departamento de Engenharia Florestal, Tapada da Ajuda, Lisboa, Portugal. CEP: 1349-017.

<sup>2</sup>Universidade de Évora (UEVORA), Departamento de Biologia Geral, Largo dos Colegiais 2, Évora, Portugal. CEP: 7004-516.

E-mail: junior\_biologia@yahoo.com.br, pmendes@gmail.com

### RESUMO

Os anfíbios e os répteis são animais ectodérmicos, motivo pelo qual a temperatura é considerada a variável mais importante, sobretudo a uma meso-escala, para entender seu padrão de distribuição. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) foram desenvolvidos para, de forma integrada, proporcionar aos utilizadores informações georreferenciadas de natureza multidisciplinar e multirregional, de que forma que eles próprios possam criar novas informações em vista de suas demandas de pesquisa. Neste estudo, utilizamos um sistema de informação geográfica para modelar a distribuição potencial do sapo-parteiro-ibérico em Portugal continental, a partir dos dados disponíveis na literatura sobre as variáveis importantes que a condicionam, e definir, sugestivamente, as áreas de distribuição real dessa espécie. Os resultados de nossa análise do modelo, mesmo empregando poucos dados, indicam que os SIG's são uma ferramenta útil para esse fim, sendo tão mais robustos e confiáveis quanto maior a base de dados de interesse.

**Palavras-chave:** SIG's; análise espacial; anfíbios.

### ABSTRACT

**POTENCIAL DISTRIBUTION OF ALYTES CISTERNASSI IN CONTINENTAL PORTUGAL: CONCEPTUAL MODEL OF THE STRUCTURE OF GEOGRAPHIC INFORMATION.** Amphibians and reptiles are animals ectodermal, reason by which the temperature is considered the most important variable, overcoat at a meso-scale, to understand their distribution pattern. The Geographic Information Systems (GIS) were developed for an integrated, providing users with information georeferenced multidisciplinary and multiregional, how they themselves can create new information in view of their research demands. In this study, we used a geographic information system to model the potential distribution of the sapo-parteiro-ibérico in mainland Portugal, the available data in the literature on the important variables that determine and define, suggestively, the ranges of real species. The results of our analysis of the model, even using limited data, indicate that GIS is a useful tool for this purpose, as being more robust and reliable as the largest database of interest.

**Keywords:** SIG's; spatial analysis; amphibians.

### RESUMEN

**DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE ALYTES CISTERNASII EN PORTUGAL CONTINENTAL: MODELO CONCEPTUAL DE LA ESTRUCTURA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.** Los anfíbios y reptiles son animales ectotérmicos, motivo por el cual la temperatura es considerada la variable más importante, sobre todo a meso-escalas, para entender su patrón de distribución. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) fueron desarrollados para proporcionar de forma integrada informaciones georreferenciadas

de natureza multidisciplinar y multirregional, de forma que los usuarios mismos puedan crear nuevas informaciones en vista de sus demandas de investigación. En este estudio, utilizamos un sistema de información geográfica para modelar la distribución potencial del sapo partero ibérico en Portugal continental, a partir de los datos disponibles en la literatura sobre las variables importantes que la condicionan, y sugerir las áreas de distribución real de esta especie. Los resultados de nuestro análisis del modelo, aun empleando pocos datos, indican que los SIG son una herramienta útil para este fin, siendo tan robustos y confiables cuanto mayor sea la base de datos de interés.

**Palabras clave:** SIG; análisis espacial; anfibios.

## INTRODUÇÃO

Os anfíbios e os répteis são animais ectotérmicos e, por isso mesmo, a temperatura é habitualmente considerada, a uma meso-escala, a variável que mais importa no padrão de distribuição desses organismos (Costa *et al.* 1998). Contudo, para os anfíbios, em particular, há outros factores que podem ser de igual relevância na riqueza específica, a exemplo da geomorfologia e da geologia (Sá-Souza *et al.* 2001, Raimundo 2004). Em menor escala existem, entretanto, outros factores que ditam o padrão espacial de ocorrência de anfíbios, como o uso do solo e as características da paisagem. De um modo geral, entendemos, de acordo com Leite da Cunha (2004), que considerar as particularidades do ambiente é fulcral para melhor compreender a distribuição das espécies. No que concerne aos anfíbios, a existência de zonas úmidas permanentes ou sazonais, condições específicas do solo, em habitats florestais, são factores que apresentam uma correlação positiva com a abundância destes (Leite da Cunha 2004). Devido à sua mobilidade em terra, os anfíbios não estão restritos às margens dos rios, mostrando forte variação genética entre populações, sendo que os seus padrões de diversidade genética tendem a reflectir processos históricos (DGF 2001).

*Alytes cisternasii*, também conhecido como sapo-parteiro-ibérico, é um anfíbio anuro terrestre, endémico da Península Ibérica, que habita o Sudoeste e o Centro desta região (Cox *et al.* 2006). Presume-se que *A. Cisternasii* derivou de um ancestral da espécie *Alytes obstetricans*, tendo posteriormente se adaptado a ambientes mais baixos e secos. Nesses ambientes, *A. cisternasii* evoluiu hábito mais fossorial que as suas duas espécies congéneres: *A. obstetricans* e *Alytes*

*muletensis*. O sapo-parteiro-ibérico está geralmente associado a ambientes com vegetação esclerófito do tipo mediterrâneo e a solos pouco consistentes, em que possam se soterrar (Carlos 1999, Cox *et al.* 2006).

Os habitats preferenciais de *A. cisternasii* são solos arenosos, em zonas abertas ou boscosas de clareiras como, por exemplo, os montados, e formações de matorral (Sá-Souza *et al.* 2001). Geralmente, esse anfíbio ocorre em áreas de clima mediterrânico, com invernos amenos e verões quentes, em altitudes de 100-700m (Leite da Cunha 2004, Cunha & Rego 2005). No entanto, em alguns casos, como no maciço Central (1200m) na Espanha e em Monchique (800m), é possível observá-los em altitudes superiores a 700m (Marquez 2004).

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) foram desenvolvidos para proporcionar aos utilizadores a integração de informações georreferenciadas de natureza multidisciplinar e multirregional num único sistema informático, permitindo ao utilizador a criação de novas informações em resposta às suas próprias necessidades (Machado 2000, Leite da Cunha 2004, Cunha & Rego 2005). A nova informação cria mais variáveis do que é produzida através de operações de inquirição (espacial), de manuseamento de dados e outras análises (Corn 2005). Assim, os SIG's possibilitam a aplicação de diferentes técnicas e de métodos de diferentes naturezas num processo de análise e resolução integrado e coeso (Leite da Cunha 2004).

A articulação de diversas fontes de informação, processos de estudo e a obtenção de resposta em tempo útil permitem que esta técnica seja um suporte fundamental a todos os estudos do território e para a sociedade actual (Neto 1997, Julião 1999, Leite da Cunha 2004).

A articulação de diversas fontes de informação, processos de estudo e a obtenção de resposta em tempo útil permitem que esta técnica seja um suporte fundamental a todos os estudos do território e para a sociedade actual (Neto 1997, Julião 1999, Leite da Cunha 2004).

Com base em uma revisão da literatura, utilizamos um sistema de informação geográfica para modelar a distribuição potencial do sapo-parteiro-ibérico em Portugal continental, a partir dos dados sobre duas importantes variáveis que a condicionam, e definir, sugestivamente, as áreas de distribuição real dessa espécie. Os dados necessários à alimentação do sistema foram extraídos dos seguintes trabalhos: Neto (1997), Carlos (1999), Leite da Cunha (2004), Corn (2005) e Cunha & Rego (2005).

## MÉTODOS

Neste estudo de revisão, utilizamos os SIG's para criar mapas de distribuição potencial da espécie *A. cisternasii* em Portugal, através de dados do ambiente físico, a saber: temperatura e altitude. Relacionamos a altitude preferencial (variável dependente) com o mapa dos tipos de habitat preferenciais (variável independente). Dessa maneira, simulamos a distribuição potencial de *A. cisternasii* e, em seguida, confrontamos essa simulação com a distribuição real identificada por Leite da Cunha (2004).

## DADOS DO AMBIENTE

As informações-base para a realização deste trabalho encontram-se em formato vectorial, que pode ser definido como sendo um formato rigoroso, onde cada objecto é descrito por uma série de vectores que o percorrem ou que o envolvem, implicando num reduzido consumo de memória.

Para o presente estudo, relativo à distribuição potencial de anfíbios em Portugal continental, a informação-base utilizada foi a Carta de Radiação Solar, a Carta Litológica, a Temperatura, a Rede Hidrográfica, a Hipsometria (Quadro 1) e ainda a Carta Corine Land Cover 2000, à escala 1:100000. Este estudo foi desenvolvido no âmbito do projeto *CORINE Land Cover 2000 and Image 2000 (I&CLC2000)* da Comissão Europeia (CE), que teve como objectivo fundamental a produção de cartografia de ocupação e uso do solo para a Europa para o ano 2000. O I&CLC2000 foi financiado pelo Instituto do Ambiente (IA), actual Agência Portuguesa do Ambiente (APA), e pela Comissão Europeia (CE), sob a coordenação do Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa (ISEGI-UNL) com a colaboração do Instituto Geográfico Português (IGP). Para detalhes sobre esse projeto, ver Painho & Caetano (2006).

**Quadro 1.** Resumo da Carta de Radiação Solar, Carta Litológica, Carta Hipsométrica, Carta de Temperatura, Rede Hidrográfica. Fonte: Agência Portuguesa de Meio Ambiente (2008).

**Table 1.** Summary of Sun chart, Lithological chart, Hypsometric chart, Temperature chart, Drainage network. Source: Agência Portuguesa do Meio Ambiente (2008).

Data de Aquisição	20/07/2008	20/07/2008	20/07/2008	20/07/2008	20/07/2008
<b>Carta Base</b>	Radiação Solar	Litológica	Hipsometria	Temperatura	Rede Hidrográfica
<b>Formato</b>	Vector/shape	Vector/shape	Vector/shape	Vector/shape	Vector/shape
<b>Sistema de Coordenadas</b>	Lisboa_Hayford_Gauss_IgeoE	Lisboa_Hayford_Gauss_IgeoE	Lisboa_Hayford_Gauss_IgeoE	Lisboa_Hayford_Gauss_IgeoE	Lisboa_Hayford_Gauss_IgeoE
<b>Escala</b>	1/100000	1/100000	1/100000	1/100000	1/100000
<b>Autor</b>	Serviço Meteorológico Nacional	A.M. Soares da Silva	Comissão Nacional de Ambiente	Serviço Meteorológico Nacional	Atlas do Ambiente, D. G. dos Recursos Naturais
<b>Data de Execução</b>	1974	1980	1980	1974	1989
<b>Entidade que disponibiliza</b>	Agência do Ambiente	Agência do Ambiente	Agência do Ambiente	Agência do Ambiente	Agência do Ambiente

*PROCEDIMENTOS PARA OBTENÇÃO DOS MAPAS SIG's*

Para obtenção dos mapas SIG's, utilizamos o software *ArcGis 9.2* (ESRI GIS). Iniciamos a construção dos mapas pela adição dos temas 'hipsometria.shp'; 'temperatura.shp'; 'litologia.shp'; 'precipitação.shp'; 'insolação.shp'; 'rios.shp' e 'CLC2000.shp' ao Arc Map.

Procedemos, em seguida, com a visualização da tabela do tema 'hipsometria.shp'. Nesta tabela, efectuamos a operação *summarize* → *Select a field to summarize* – cota → *specify output table*: C:\cartografia\anfíbios\projecto anfíbios atlas\Sum\_hipso.dbf

Quando o programa questionou se queríamos adicionar a nova tabela ao mapa, demos uma resposta afirmativa. Abrimos a tabela 'Sum\_hipso.dbf' e adicionamos um novo campo a essa tabela através do menu *options* → *addfield* → *name*: nova\_class → *type*: shortinteger. Após esta operação, fomos ao menu *tools* (da interface do Arcmap) → *editor toolbar* → *start editing* (C:\cartografia\paulaanfíbios\projecto anfíbios atlas\Sum\_hipso.dbf), que possibilitou tornar a tabela 'Sum\_hipso.dbf' editável. Por fim, adicionamos uma classificação numérica entre 1 e 4 ao campo 'nova\_class' (Figura 1), de acordo com altitude considerada ideal para *Alytes cisternasii*, conforme definida por Marquez (2004).

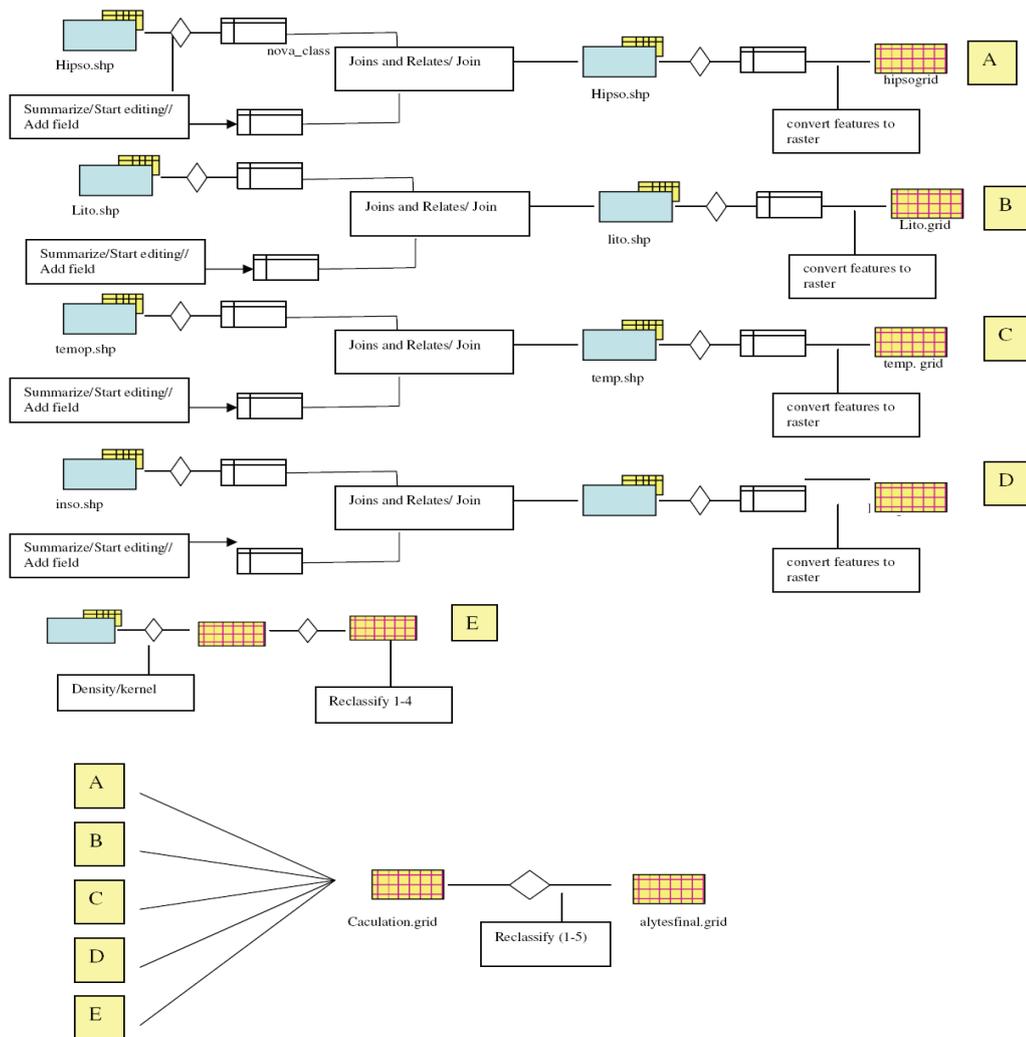


Figura 1. Síntese Esquemática da criação dos mapas e edição de tabelas com classificação numéricas.

Figure 1. Schematic overview of the creation of maps and editing tables with numeric ratings.

COTA	Cnt_COTA	nova_class
	22	1
0/50	168	1
100/200	141	4
1000/1300	171	2
1300/1600	30	1
1600/1800	7	1
200/400	430	4
400/700	416	3
50/100	94	2
700/1000	368	4

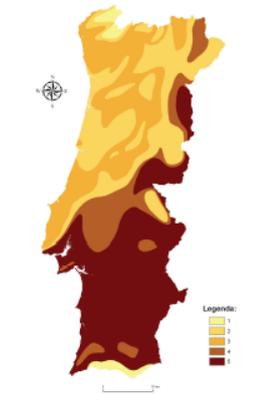


**Figura 2.** Tabela hipsométrica com escala de um a quatro das possíveis altitudes preferenciais para o *Alytes cisternasii* em Portugal.

Fonte: Carlos (1999), Cox *et al.* (2006).

**Figure 2.** Hypsometric data with scale of one to four of the possible preferred altitudes for *Alytes cisternasii* in Portugal.

Source: Carlos (1999), Cox *et al.* (2006).

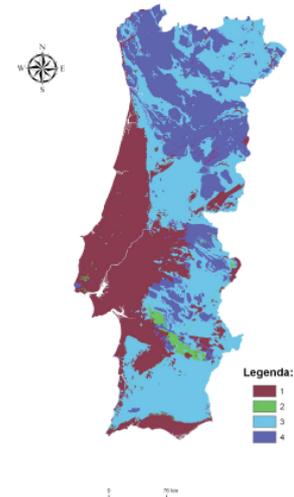


INSOLACAO	Cnt_INSOLA	nova_class
Entre 1800 e 1900 horas	2	1
Entre 1900 e 2000 horas	3	1
Entre 2000 e 2100 horas	2	1
Entre 2100 e 2200 horas	3	2
Entre 2200 e 2300 horas	6	2
Entre 2300 e 2400 horas	12	3
Entre 2400 e 2500 horas	12	3
Entre 2500 e 2600 horas	30	2
Entre 2600 e 2700 horas	8	2
Entre 2700 e 2800 horas	7	4
Entre 2800 e 2900 horas	8	5
Entre 2900 e 3000 horas	45	5
Entre 3000 e 3100 horas	10	5
Inferior a 1800 horas	2	1
Superior a 3100 horas	28	1

**Figura 3.** Níveis de Insolação em Portugal continental; foi realizada uma classificação de um a cinco dos possíveis locais com níveis de insolação ideal para o *Alytes cisternasii* em Portugal. Fonte: Carlos (1999), Godinho (1999), Cox *et al.* (2006).

**Figure 3.** Insolation levels in mainland Portugal; was made a rating of one to five possible sites with levels of insolation ideal for *Alytes cisternasii* in Portugal. Source: Carlos (1999), Godinho (1999), Cox *et al.* (2006).

COMP_LIT	Cnt_COMP_L	nova_class
FORM. SEDIMENTARES	1223	1
FORM. SEDIMENTARES E METAMORFICAS	659	3
ROCHAS ERUPTIVAS PLUTONICAS	247	4
ROCHAS ERUPTIVAS VULCANICAS	93	2



**Figura 4.** Componente litológico do substrato; foi realizado uma classificação de um a quatro de acordo com a considerada altitude ideal para o *Alytes cisternasii* em Portugal. Fonte: Godinho (1999), Leite da Cunha (2004).

**Figure 4.** Lithological data; was carried a rating of one to four according to the altitude considered ideal for *Alytes cisternasii* in Portugal. Source: Godinho (1999), Leite da Cunha (2004).

Após o preenchimento do campo, procedemos com a gravação das alterações de ‘Sum\_hipso.dbf’ através da ferramenta *editor toolbar* → *save edits* → *stop editing*. Depois destas operações na tabela, clicamos com o botão direito do rato sobre o tema ‘hipsometria.shp’ → *Joins and Relates* → *Join* → *join attributes from a table* → (campo comum onde se baseia a junção das tabelas) *cota* → *Sum\_hipso.dbf* → (campo comum onde se baseia a junção da tabela) *cota* field.

Depois de efetuar o *Join* das duas tabelas, convertimos este ficheiro para o formato *raster*; para tal, foi necessário inserir a extensão *Spatial Analyst* através do menu *Tools* → *extensions* → *spatial analyst*. Para tornar esta activa, fomos ao menu *View* → *toolbars* → *spatial analyst*.

Para converter o ficheiro para *raster*, fomos ao menu *spatial analyst* → *convert features to raster* → *Input features*: *hipsometria.shp* → *field*: *Sum\_hipso\_nova\_class* → *output cell size*: *50* → *Output raster*: *C:\cartografia\anfíbios\projectoanfíbios atlas\hipso.grid*.

Neste momento do projecto de construção dos mapas, já existe então uma classificação entre 1 e 4 da hipsometria baseada em bibliografia da área de distribuição do *A. cisternasii* em Portugal.

Em seguida, repetimos o mesmo processo acima descrito para todas as variáveis ambientais consideradas para este projecto. Neste sentido, abrimos a tabela do tema ‘insolação.shp’. Nesta

tabela, clicamos com o botão direito do rato sobre o campo para efectuar a operação: *summarize* → *Select a field to summarize* → *insolacao*. → *specify output table*: *C:\cartografia\anfíbios\projectoanfíbios atlas\Sum\_inso.dbf*

Após este procedimento, abrimos a tabela e adicionamos um novo campo à tabela *Sum\_inso.dbf* → menu *options* → *add field* → *name*: *nova\_class* → *type*: *short integer*. Como passo seguinte, fomos ao menu *tools* (da interface do Arcmap) → *editor toolbar* → *start editing* (*C:\cartografia\paulaanfíbios\projectoanfíbios atlas\Sum\_inso.dbf*), que permitiu tornar a tabela ‘*Sum\_inso.dbf*’ editável, e acrescentamos uma classificação numérica de 1 a 5 ao campo ‘*nova\_class*’ (Figura 2), de acordo com o considerado nível de insolação ideal para o *A. cisternasii*, como definido por Machado (2000).

Para converter o tema insolação para *raster*, fomos ao menu *spatial analyst* → *convert features to raster* → *Input features*: *insolação.shp* → *field*: *Sum\_inso\_nova\_class* → *output cell size*: *50* → *Output raster*: *C:\cartografia\anfíbios\projectoanfíbios atlas\inso.grid*.

Voltamos novamente a proceder a operação de *summarize* para o tema ‘*litologia.shp*’ campo *comp\_li* (que corresponde à principal componente litológica do substrato), tendo sido guardada a tabela resultante do processo como: *C:\cartografia\anfíbios\projectoanfíbios atlas\Sum\_lito.dbf*

Em seguida, abrimos a tabela ‘Sum\_lito.dbf’ e adicionamos um novo campo à tabela → menu *options* → *addfield* → *name*: nova\_class → *type*: shorinteger. Após esta operação, fomos ao menu *tools* (da interface do Arcmap) → *editor toolbar* → *start editing* (C:\cartografia\paula anfibios\projectoanfibios atlas\ Sum\_lito.dbf), que possibilitou tornar a tabela ‘Sum\_lito.dbf’ editável, e adicionamos uma classificação numérica entre 1 e 4 ao campo ‘nova\_class’ (Figura 3), de acordo com altitude considerada ideal para *A. cisternasii*, conforme definição proposta por Marquez (2004) e Leite da Cunha (2004).

Procedemos posteriormente com a conversão para *raster* através do *spatial analyst spatial analyst* → *convert features to raster* → *Input features*: lito.shp → *field*: Sum\_inso\_nova\_class → *output cell size*: 50 → *Output raster*: C:\cartografia\anfibios\projectoanfibios atlas\lito.grid

Realizamos os mesmos procedimentos para a ‘temperatura.shp’, que foi classificada a partir do campo temperatura e cujos valores da nova classificação variaram de 1-4 (Figura 4), a partir de Marquez (2004). Posteriormente, através do *raster calculator*, criamos o ficheiro *raster* das ponderações em C:\cartografia\anfibios\projectoanfibios atlas\temp.grid.

No que concerne à carta ‘clc.shp’, realizamos também as mesmas operações de *summarize* (clc\_sum.dbf) de criação de um novo campo na tabela ‘nova\_class’, cuja classificação atribuída foi dada com base em Leite da Cunha (2004), Sá-Sousa (2001) e Marquez (2004). Por fim, fizemos a conversão para *raster* (clc03.grid). Nesta classificação, surgiram algumas dificuldades no confronto da ocupação considerada ideal, visto que, em alguns casos, os autores apresentavam divergências.

Através da carta ‘rios.shp’, calculamos a densidade de linhas de água com base no método de classificação kernel, que é um método estatístico que visa obter uma estimativa suavizada de densidade de probabilidade a partir de dados observados, e na contagem de eventos de um raio de distância *r* ponderado pela distância de cada evento ao ponto de referência. Os passos para a realização desta operação foram os seguintes: *spatial analyst* → *density* → *input data*: rios.shp → *population field*: lenght → *density type*: Kernel → *search radius*: 9341,666 → *Area units*: Square kilometers → *output cell size*: 50.output raster: → C:\cartografia\anfibios\projectoanfibios atlas\dens.grid.

Após a conversão de todos os ficheiros para *raster*, com as respectivas reclassificações, realizamos uma operação muito simples de álgebra de mapa através da ferramenta do *spatial analyst* → *raster calculator*. Trata-se de:  $(2 * clc03.grid) + (2 * lito.grid) + hips.grid + temp.grid + inso.grid + den.grid$ . Demos uma ponderação mais elevada à ocupação do solo, uma vez que os três autores supracitados foram unânimes em considerar esse factor como essencial na distribuição desta espécie em Portugal, assim como a litologia, de acordo com Raimundo (2004).

Após esta operação, realizamos uma operação de nova reclassificação do mapa através da extensão *spatial analyst* → *reclassify* → *input raster*: calculation.grid → *Field*: Value (Figura 1).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como animais ectotérmicos, os habitats de ocorrência dos anfíbios dependem da temperatura, tempo de exposição ao Sol, além das condições do solo. Com essas informações, criamos as cartas temática de (i) hipsometria (Figura 2), que representa as classes de altitude através de cores hipsométricas (nessa carta atribuímos uma escala de 1-4 de pontos preferenciais para *A. cisternasii*); (ii) carta de insolação (Figura 3), que, segundo Carey & Alexander (2003), é um componente muito importante da distribuição dos anfíbios (nessa carta atribuímos uma escala de 1-5 pontos preferenciais); (iii) e as cartas de componente litológico do substrato e temperatura (Figuras 4 e 5), a partir das quais, de acordo com Carey & Alexander (2003), podemos notar que a temperatura dos anfíbios é determinada primariamente pela troca de calor com o ar, água ou solo, e aumenta ou diminui conforme a exposição ao Sol. É importante considerar a temperatura do corpo, dado a influência desse fator nos processos celulares, bioquímicos e fisiológicos, dentre os quais estão o metabolismo, a respiração, a excreção, a circulação e a digestão (Carey & Alexander 2003). Nessas cartas também fizemos uma classificação de 1-4 pontos preferenciais.

A temperatura é um dos fatores mais importantes para a biologia dos anfíbios e, portanto, condiciona sua distribuição. Podemos observar na Figura 5 que o Sul de Portugal é o ponto que apresentou como o mais propício para encontrar o *A. cisternasii*, tanto na carta de Insolação (Figura 3) como na de temperatura (Figura 5).

TEMPERATURA	Cnt_TEMPER	nova_class
Entre 10.0 e 12.5 C	3	1
Entre 12.5 e 15.0 C	32	2
Entre 15.0 e 16.0 C	47	3
Entre 16.0 e 17.5 C	61	4
Entre 7.5 e 10.0 C	12	1
Inferior a 7.5 C	2	1
Superior a 17.5 C	15	4



**Figura 5.** Classificação de um a quatro de áreas de preferência para *Alytes cisternasii* em Portugal, criado de acordo com a temperatura considerada ideal para a espécie.

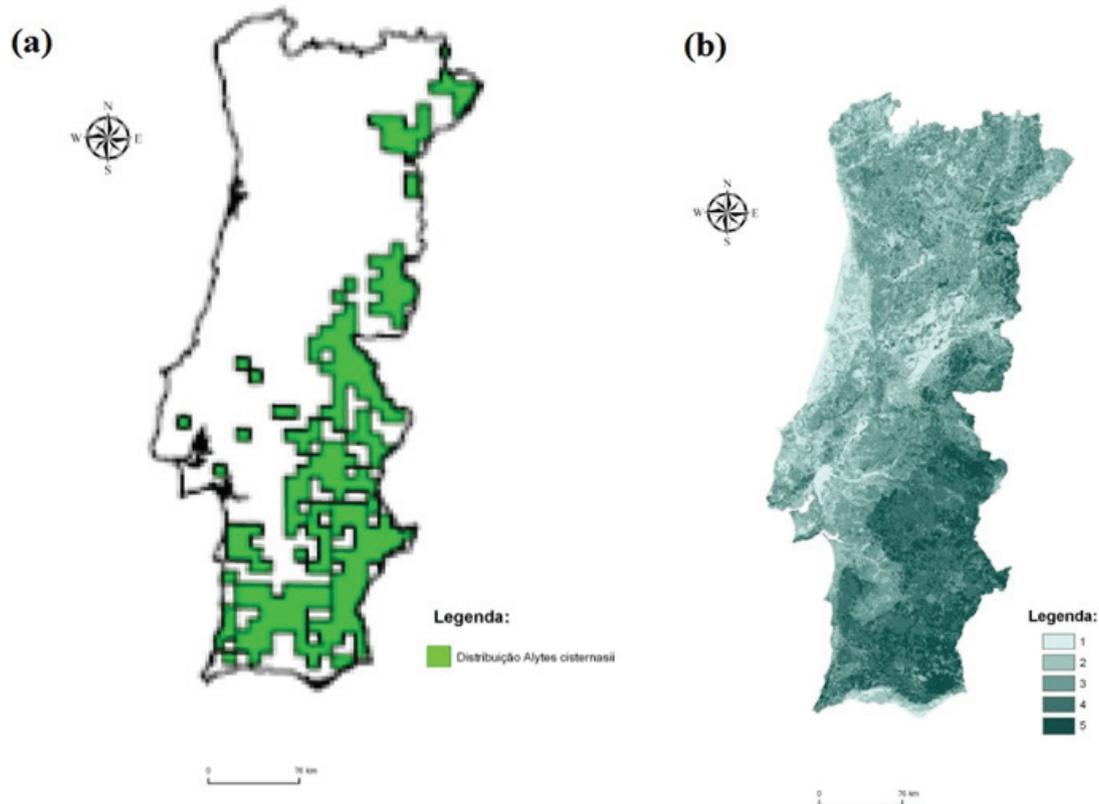
Fonte: Carlos (1999), Cox *et al* (2006).

**Figure 5.** Temperature data. Rating of one to four areas of preference for *Alytes cisternasii* Portugal, created according to the temperature considered ideal for the species.

Source: Carlos (1999), Cox *et al* (2006).

Na Figura 6 está representado o resultado do somatório da probabilidade de ocorrência da espécie (b) em confronto com o mapa da distribuição real do *A. cisternasii* (a). A área que apresentou maior correspondência foi, sem dúvida, o Sul. Isso talvez possa ser explicado pelo fato de que, nessa área, as variáveis têm um sentido unimodal. Assim, quando confrontamos os resultados do mapa de distribuição potencial com o mapa de distribuição real, proposto por Leite da Cunha (2004), vemos alta sobreposição.

Apesar de bastante simples, o modelo revelou alguma conexão com as áreas reais de distribuição de *A. cisternasii*. Todavia, é preciso ter bastante cautela na interpretação e replicação do mesmo pela escala a que está a ser trabalhado, pelo grau de incerteza e erro que implica, e porque traduz uma probabilidade ou adequação do hábitat e não a sua real ocorrência. No nosso caso, a escassez de informações sobre esta espécie nos fez ponderar sobre os resultados.



**Figura 6.** Mapa da possível distribuição do *Alytes cisternasii* em Portugal continental (b), em confronto com mapa de distribuição real (a).  
Fonte: Leite da Cunha (2004).

**Figure 6.** Possible distribution of *Alytes cisternasii* in mainland Portugal (b), compared with actual distribution map (a).  
Source: Leite da Cunha (2004).

## CONCLUSÃO

A metodologia empregada neste trabalho demonstrou ser capaz de indicar com razoável precisão a distribuição do *A. cisternasii* e de relacionar a distribuição deste com determinadas variáveis ambientais. A ideia central deste estudo foi, através da manipulação das variáveis ambientais, aquelas descritas como mais importantes na literatura, analisar a sua correspondência à distribuição real do sapo-parteiro-ibérico, como identificada por Leite da Cunha (2004). Contudo, antes mesmo de qualquer consideração acerca dos resultados deste estudo, convém recordar que estamos diante de um exercício que teve como extensão todo o continente nacional e como unidade mínima (resolução) a quadrícula 10x10km, definida em função do tipo de dados disponíveis, e, como tal, todos os resultados obtidos e as conclusões a tirar terão que ter em conta estes dois factores, determinantes

em qualquer trabalho nesta área. As limitações de escala que esta abordagem impõe devem ser reconhecidas.

Através da observação da distribuição geográfica de riqueza específica obtida pelo modelo, e quando comparado com a observada, verificamos a existência de novos locais que apresentam uma maior riqueza específica, o que pode ser atribuído, muito provavelmente, a lacunas de informação acerca da actual distribuição da espécie. Salientamos também que a metodologia utilizada nesse trabalho serve somente para ajudar pesquisadores a encontrar potenciais áreas de existência de espécies com base no seu padrão de comportamento e locais preferenciais de habitação, não dispensando, portanto, a real coleta de campo onde se pode confirmar a real existência do animal. Isso porque, além dos padrões físicos, químicos e biológicos existem outros factores que podem interferir na distribuição e existência dos animais como, por exemplo, desequilíbrio ecológico, o que

provoca predação intensiva ou disponibilidade de alimentos.

Com esse estudo, concluímos que os Sistemas de Informações Geográficas possuem uma grande utilidade para trabalhos na área da ecologia, desde que se tenham dados suficientes sobre comportamento e habitat dos animais. Podemos, através dessas ferramentas, facilitar o trabalho de campo evitando gastos desnecessários e maximizando o tempo de coleta.

**AGRADECIMENTOS:** O primeiro autor agradece à Fundação Ford pela bolsa concedida. Também aos pareceristas anônimos, que forneceram comentários úteis à versão final, e ao editor executivo RSC, pela revisão criteriosa de todo o texto.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA PORTUGUESA DO MEIO AMBIENTE. *Atlas do Ambiente*. <<http://www.iambiente.pt/atlas/est/index.jsp?zona=continente>>. (Acesso em 20/07/2008).
- CAREY, C.; ALEXANDER, M. 2003. Climate change and amphibian declines: is there a link? *Diversity and Distributions*, 9:111-121.
- CARLOS, R.S. 1999. Biogeografia de Portugal continental. *Associação Lusitana de Fitossociologia*, 2: 1-57.
- CORN, P.S. 2005. Climate change and amphibians, Animal Biodiversity and Conservation. *Revista do Museu de Ciências de Lisboa*, 6: 59-67.
- COSTA, J.C.; AGUIAR, C.; CAPELO, J.; LOUSÃ, M. & NETO, C. 1998. Biogeografia de Portugal Continental, *Quercetea*, 5-56.
- COX, N.; CHANSON, J. & STUART, S. (eds). 2006. *The Status and Distribution of Reptiles and Amphibians of the Mediterranean Basin*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 42p.
- CUNHA, J. & REGO, F. 2005. Composição e Estrutura da Paisagem: sua relação com a riqueza dos anfíbios e répteis que ocorrem em Portugal continental. *Silva Lusitana*, 13: 35-50.
- DGF (Direcção Geral das Florestas). 2001. Inventário Florestal Nacional: Portugal continental 3ª Revisão, 1995-1998. *Relatório Final*. Direcção Geral das Florestas, Lisboa. 233p.
- GODINHO, R.; TEIXEIRA, J.; REBELO, R.; SEGURADO, P.; LOUREIRO, A.; ÁLVARES, F.; GOMES, N.; CARDOSO, P.; CAMILO-ALVES, C. & BRITO, J. 1999. Atlas of the continental Portuguese herpetofauna: an assemblage of published and new data. *Revista Espanhola de Herpetologia*, 13: 61-82.
- JULIÃO, R.P. 1999. Tecnologias de informação geográfica e ciência regional, contributos metodológicos para a definição de modelos de apoio à decisão em desenvolvimento regional. *Centro de Estudos do Território, Cultura e Desenvolvimento*, 2: 3-25.
- LEITE DA CUNHA, J.M. 2004. Relação entre a Composição e a Estrutura da Paisagem e a Herpetofauna em Portugal, *Relatório Técnico*. Universidade De Trás-Os-Montes, Trás-Os-Montes. 32p.
- MACHADO, J. 2000. *A Emergência dos Sistemas de Informação Geográfica na Análise e Organização do Espaço*. Fundação Calouste Gulbenkian e Fundação para a Ciência, Lisboa, LB. 200p.
- MARQUEZ, R. 2004. Sapo-parteiro ibérico (*Alytes cisternasii*). *Revista do Museu de Vertebrados Espanhóis*, 4: 1-18.
- NETO, C. 1997. *A Flora e a Vegetação dos Meios Palustres do Superdistrito Sadense*. Centro de Estudos Geográficos, Lisboa, LB. 101p.
- PAINHO, M. & CAETANO, M. 2006. *Cartografia de Ocupação do Solo. Portugal continental, 1985-2000 (Corine Land Cover 2000)*. Instituto do Ambiente, Amadora, LB. 56p.
- RAIMUNDO, R.J.C. 2004. *Condicionantes Ambientais na Distribuição de Anfíbios e Répteis em Portugal continental*. Editora da Universidade de Évora, Évora, EV. 84p.
- SÁ-SOUSA, P.; CASTRO, R.T. & DIAS J.J. 2001. Estudos de Biologia e Ecologia de Anfíbios, Trabalhos em Biologia no Alqueva Programa de Minimização do Património Natural. Centro de Ecologia Aplicada. *Relatório Técnico*. Universidade de Évora, Évora. 22p.

Submetido em 28/01/2010

Aceito em 22/06/2010