

***Diálogos entre Sociedade, Política, Técnica e Ciência***

**III Congresso para a Ciência e Desenvolvimento dos Açores**

**8º Congresso de Gestão e Conservação da Natureza**

**Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo**

**19-21 JUNHO, 2015**

# **LIVRO DE ATAS**

**III Congresso de Ciência e Desenvolvimento dos Açores & 8.º Congresso de Gestão e Conservação da Natureza**

### **Título**

Livro de atas do III Congresso de Ciência e Desenvolvimento dos Açores & 8.º Congresso de Gestão e Conservação da Natureza

### **ISBN**

978-989-98567-2-1

### **Data**

Junho de 2015

### **Presidente do Congresso**

Tomaz Lopes Cavalheiro Ponce Dentinho

### **Comissão Científica**

**Cláudia Ávila Gomes** (Universidade de Lisboa) **Pedro Raposeiro** (Universidade dos Açores) **Susana Serpa Silva** (Universidade dos Açores) **Alfredo Borba** (Universidade dos Açores) **Cidália Frias** (Universidade dos Açores) **Emiliana Silva** (Universidade dos Açores) **Adelino Ferreira** (Universidade de Coimbra) **Nuno Martins** (Universidade dos Açores) **António Félix Rodrigues** (Universidade dos Açores) **Helena Meneses e Vasconcelos** (Universidade dos Açores) **Tomaz Ponce Dentinho** (ACDA/Universidade dos Açores)

### **Comissão Organizadora**

**Lisandra Meneses** (ACDA) **Elisabete Martins** (ACDA/ APDR) **Tomaz Dentinho** (ACDA/ Universidade dos Açores)

### **Associação para a Ciência e Desenvolvimento dos Açores**

Centro Juvenil Beato João Batista Machado  
Canada da Penha de França, Pico da Urze, São Pedro  
9700-149 Angra do Heroísmo



# CONTEÚDO

---

<b>Comunicações I</b> .....	<b>4</b>
<b>Comunicações A1 – Sustentabilidade na Saúde &amp; Energias Renováveis</b> .....	<b>4</b>
LOCALIZAÇÃO DE UMA HIPOTÉTICA CENTRAL HÍDRICA REVERSÍVEL NA ILHA TERCEIRA: CONDICIONANTES DE ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO .....	4
CENÁRIOS DE DESENVOLVIMENTO DE BAIXO CARBONO E RESILIENTES EM PEQUENOS ESTADOS INSULARES EM DESENVOLVIMENTO - CASO DE SÃO TOMÉ E PRÍNCIPE.....	13
<b>Comunicações II</b> .....	<b>36</b>
<b>Comunicações B1 – Gestão e Conservação da Natureza, Criatividade Inovação e Interdisciplinariedade, Transportes e Logística, Infraestruturas e Equipamentos e Gestão Interdisciplinar da Paisagem</b> .....	<b>36</b>
ANÁLISE DOS RESULTADOS DO INQUÉRITO DE VALORAÇÃO ECONÓMICA DA ÁGUA APLICADO À POPULAÇÃO URBANA (ILHA TERCEIRA) .....	36
COMPLEXO RELIGIOSO DA COVOADA, NA ILHA DE SÃO MIGUEL, AÇORES: POSSÍVEL LOCAL DE EXERCÍCIOS ESPIRITUAIS JESUÍTAS ...	53
HABITAT SUITABILITY MODELLING OF ASPHODELUS BENTO-RAINHA E P. SILVA USING SPATIAL MULTICRITERIA ANALYSIS.....	60
ANÁLISE COMPARATIVA DE METODOLOGIAS PARA O DIMENSIONAMENTO DAS CAMADAS SUPERIORES DE ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS.....	67
SISTEMA DE INSPEÇÃO E MONITORIZAÇÃO COM UTILIZAÇÃO DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS .....	79

Lamadrid, P, (1951), “El emblem heráldico de las flechas de la Reina Isabel La Católica comentado por un humanista italiano”, file:///C:/Users/Utilizador/Downloads/Dialnet-ElEmblemaDeLaReinaIsabelLaCatolica-2485777%20(1).pdf, Data de consulta: Agosto de 2014.

Mello, José de Almeida, (2014), “Redescoberto Templo Perdido no Concelho de Ponta Delgada”, <https://www.facebook.com/pages/C%3%A2mara-Municipal-de-Ponta-Delgada/448959481833139>, Data de consulta Agosto de 2014.

Navascués, Faustino, (2004), “El escudo de España”, Real Academia Matritense de Heráldica y Genealogía, Madrid.

Rocha, S (2014), Espiritualidade inaciana - a espiritualidade dos Jesuítas, Exsurge Domini, <http://www.exsurge.com.br/formacaocatolica/textos%20formacao%20catolica/espirtualida%20deinaciana.htm>. Data de consulta: agosto de 2014.

Rodrigues, Félix, (2014), “Gibraltar Açoriano: Possíveis Dimensões Religiosas e Musicais, Astrológicas e Astronómicas, Matemáticas e Geométricas, Cabalísticas e Esotéricas do Castelo do Monte Brasil”, Câmara Municipal de Angra do Heroísmo e Associação para a Ciência e Desenvolvimento dos Açores, Angra do Heroísmo.

Simas. João de (1922), “A Casa dos Castelhanos na Água Nova”, Os Açores, Novembro de 1922, pp 23-24.

Villoslada, R, (1991), “Santo Inácio de Loyola”, Edições Loyola, São Paulo.

Whewell, William, (1967[1857]), “History of the inductive sciences, from the earliest to the present time”, London, Frank Cass & Co. Ltd. (Facsimile Edition).

### **HABITAT SUITABILITY MODELLING OF ASPHODELUS BENTO-RAINHAE P. SILVA USING SPATIAL MULTICRITERIA ANALYSIS**

---

**Luís Quinta-Nova<sup>1,2</sup>, Natália Roque<sup>1</sup>, Sílvia Ribeiro<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Politécnico de Castelo Branco, Escola Superior Agrária, Unidade Técnico Científica de Recursos Naturais e Desenvolvimento Sustentável, Castelo Branco, Portugal. E-mail: [lnova@ipcb.pt](mailto:lnova@ipcb.pt)

<sup>2</sup>Centro de Estudos de Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade, Castelo Branco, Portugal.

<sup>3</sup>Centro de Investigação em Agronomia, Alimentos, Ambiente e Paisagem (LEAF - Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food), Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, Portugal

#### **ABSTRACT**

*Asphodelus bento-rainhae* P. Silva is a plant species belonging to the order of Liliales. This endemic plant occurs in central Portugal in an area of only 700 hectare on the northern slopes of the Serra da Gardunha (Fundão, Portugal). It is mainly present in north to northeast facing slopes and found in deep soils and open areas, where it is found at higher densities. It occurs along the edges of oak (*Quercus robur* and *Quercus pyrenaica*) and chestnut (*Castanea sativa*) forests, often reaching the herbaceous edges of these woods. Sometimes, it survives in pine forests of *Pinus pinaster*, mixed woods and slopes or roadsides and in lower abundances in scrubby vegetation. This species survival is threatened by forest fires and the conversion of woodland into cherry orchards, and the

fruit growers' extensive use of herbicides. The tree plantations, as well as urban sprawl, have decreased the extent and quality of its habitat. It is also confronted with invasive plants, such as *Acacia dealbata*. The mapping of the *A. bento-rainhae* habitat suitability index results on the integration of a set of biophysical factors using the ArcGIS 10.3 software, based on the Sectorial Plan for Natura 2000 Network and other literature concerning the species ecology. The data used included bioclimatic, soil and topographic variables, based on a digital terrain model (DTM). All the geographic themes (criteria) were classified into three suitability levels: unfavorable, less favorable and favorable. Based on the resulting reclassified themes, the *Habitat Suitability Index* (HSI) for *A. bento-rainhae* P. Silva was calculated using the *Analytic Hierarchy Process* (AHP). The fundamental concept of AHP lies in proceeding from a pairwise comparison of criteria to evaluate the weights that assign relative importance to these criteria. In the end, a map algebra was performed in order to obtain the final theme representing the habitat suitability for *A. bento-rainhae*. The results regarding the actual species distribution, obtained in the aim of field work performed in the LIFE-Nature project "Asphodelus bento-rainhae - Measures to manage and preserve it" show a high correlation with the values of HIS.

Keywords: AHP, *Asphodelus bento-rainhae*, endemic species, HSI, serra da Gardunha.

## 1. INTRODUÇÃO

*Asphodelus bento-rainhae* P. Silva é uma espécie da família *Liliaceae*, endémica da serra da Gardunha, considerado "vulnerável" de acordo critérios de ameaça IUCN (versão 2011.2) (Barreto Caldas & Moreno Saiz 2011 in IUCN, 2011). É considerada também uma espécie prioritária para conservação (ICNB, 2006), incluída no Anexo B-II da Diretiva 92/43/CE e no Anexo I da Convenção de Berna (1979) transposta para a legislação nacional através do DecretoLei n.º 316/89. A reprodução vegetativa é a forma preferencial desta espécie se renovar anualmente (Cotrim *et al.*, 2002; Delgado, 2010; ICNB, 2006).

A sua área de distribuição ocupa cerca de 700 ha., exclusivamente na vertente norte, entre 530 a 810 m de altitude, em solos profundos resultantes de depósitos de vertente de corneanas e xistos mosqueados derivados de metaformismo de contacto dos xistograuvaque, repartindo-se por sete freguesias do concelho do Fundão: Souto da Casa, Aldeia Nova do Cabo, Aldeia de Joanes, Fundão, Alcongosta, Donas e Alcaide. É uma espécie associada a habitats florestais, encontrando-se no sub-bosque de carvalhais de

*Quercus robur* e/ou *Quercus pyrenaica*, ou mesmo de castiçais bem conservados, mais ou menos abertos. Encontra-se, igualmente, em pinhais de *Pinus pinaster*, bosques mistos e taludes de cerejais, onde não sejam aplicados herbicidas. A abundância da espécie aumenta de leste para oeste onde se verifica uma maior concentração de habitats florestais (ICNB, 2006). A sua área de distribuição tem-se identificado em fase de regressão devido ao aumento da área de cerejal (ICNB, 2006) em relação aos bosques de carvalhais e castiçais. Para além da fragmentação do habitat, a utilização de herbicidas e os fogos constituem ameaças à sua preservação.

Neste estudo pretendeu-se determinar os diferentes níveis de aptidão para o *A. bentorainhae* P. Silva na região centro de Portugal. Para o efeito recorreu-se a um conjunto de variáveis climáticas, edáficas, topográficas e de ocupação do solo. A avaliação da aptidão foi efetuada com recurso ao método de análise espacial multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

O recurso à utilização de técnicas de modelação para prever a aptidão do habitat para espécies vegetais está a ter uma utilização crescente na área da conservação e gestão da natureza (Lu et al. 2012, Malczewski, J. 2004). Neste âmbito a análise multicritério é uma ferramenta particularmente interessante quando se exploram as diversas hipóteses de combinação de critérios.

#### Material e Métodos

O Processo Analítico Hierárquico (AHP) é um dos métodos de análise multicritério mais amplamente utilizado. Este processo é baseado em matemática e psicologia e fornece um quadro abrangente e racional de estruturação de um problema de decisão, permitindo a representação e quantificação dos seus elementos, de forma a relacionar esses elementos com objetivos gerais e avaliar soluções alternativas (Saaty 1980).

O método AHP decompõe um problema, questão ou decisão, em todas as variáveis que o constituem, num esquema de critérios e subcritérios, fazendo posteriormente comparações par a par entre as mesmas. A comparação entre critérios é feita a partir de uma escala de 1 a 9, em que 1 corresponde a igualmente preferido, e 9 a extremamente preferido. A AHP transforma as comparações em valores numéricos que podem ser processados e comparados em toda a extensão do problema. O peso de cada um dos fatores permite a avaliação de cada um dos elementos dentro da hierarquia definida. Essa capacidade de conversão de dados empíricos em modelos matemáticos distingue a AHP de outras técnicas de tomada de decisão (Saaty 1980).

A análise multicritério tem sido amplamente aplicada em vários estudos de áreas distintas, muitos dos quais se encontram publicados e são citados por diversos autores como sendo processos de tomada de decisão de extrema relevância.

A metodologia de análise espacial aplicada para a determinação da aptidão biofísica do *A. bentorainhae* encontra-se representada na figura 1.

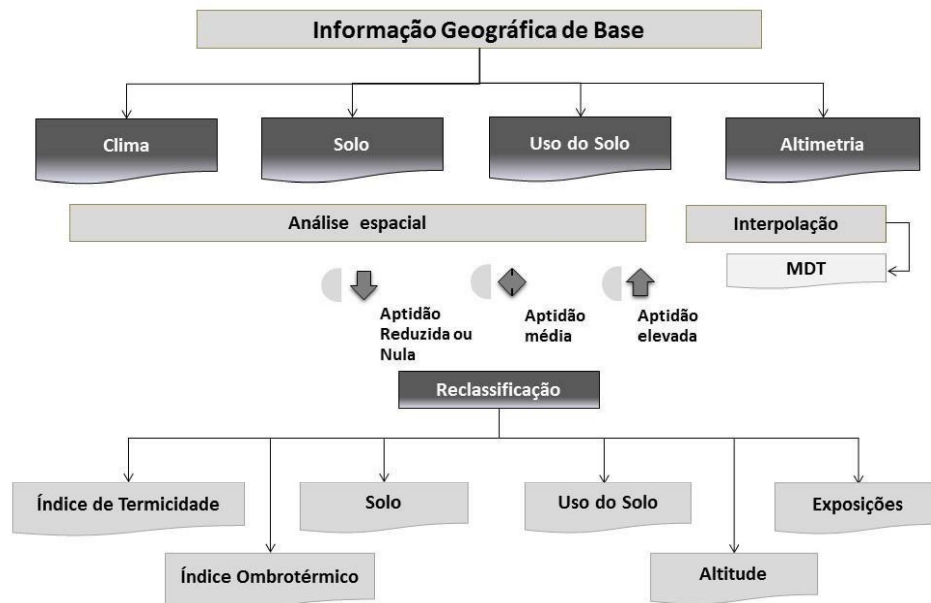


Figura 1 - Fluxograma de análise espacial.

A identificação do habitat mais favorável foi efetuada com base na integração de um conjunto de fatores biofísicos com recurso ao programa ArcGIS 10.2, tendo por base a ficha do Plano Sectorial da Rede Natura 2000, bem como outra bibliografia respeitante à espécie em causa, tendo sido utilizada a seguinte cartografia de base: altimetria, pedologia, bioclima (Índice ombrotérmico -  $I_o$  e Índice de termicidade -  $I_t$ ) e vegetação/ocupação do solo. Com base nos dados altimétricos foi ainda elaborado o tema exposições.

Os diferentes temas foram classificados em três níveis de aptidão: inferior à referência (1), referência (2) e superior à referência (3), como pode ser consultado no quadro 1. Com base nos temas resultantes da reclassificação em níveis de aptidão, calculou-se a aptidão mediante a aplicação de um método de análise espacial multicritério - o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) ou Processo Analítico Hierárquico.

**Quadro 1 - Classificação das fatores ambientais em três níveis de aptidão.**

	Superior à referência (3)	referência (2)	Inferior à referência (1)
Solo	Mnsm; Mnsn(p); Pgn(a); Pgn(p,a); Qn; Qn(p); Spn; Spn(a); Spn(a,p); Spn(p); Spn(p,a); Vgn; Vgn(a); Vgn(p); Vgn(p,a)	Pg(d); Pg(d,p); Pgn(d,p); Px(d); Px(d,p); Mng; Mng(a); Mng(p); Mnn(p); Mnsq(p); Mnsx(p); Mnx(p); Pg; Pg(a); Pgm; Pgm(a); Pgm (p,a); Pvx(a); Pvx(p); Px; Px(a); Qg; Qg(a); Qg(p); Qq(p); Spx; Spx(a); Spx(p); Spx(p,a); Svgn(p,a); Vmg(p)	A; Al; Al(a); Al(h); Arg; Argn; Asoc; At(h); At(l,p); At(i); At(l,p,a); Eg; Egn; Ex; Sbl; Sbl(a); Sbl(h); Sbl(h,a); Sbl(p,a)
Índice Ombrotérmico (I <sub>o</sub> )	Húmido inferior	Húmido Superior + Hiper-húmido Inferior	Outros
Índice de Termicidade (I <sub>t</sub> )	Mesomediterrânico superior	Supramediterrânico inferior	Outros
Exposições	Norte (N); Noroeste (NO); Nordeste (NE)	Este (E); Zonas planas	Sudeste (SE); Sul (S); Sudoeste (SO); Oeste (O)
Uso do solo	Carvalho; Castiçal	Sobreiral; Pinhal consociado com espécies arbustivas; Pinhal consociado com castiçal; Povoamentos de resinosas	Acacial; Culturas arvenses; Charcas para rega; Eucalipta; Lameiros; Mosaico de olival e áreas frutícolas; Mosaico de matos de altitude com herbáceas; Mato alto; Mato baixo; Outras infraestruturas; Galeria ripícola; Vegetação ripícola de porte baixo; Afloramentos rochosos e cascalheiras; Áreas urbanas
Altitude	530 - 810 m	490 - 530 m; 810 - 850 m	Outras

Esta metodologia consiste em dividir o problema, em níveis hierárquicos de tomada de decisão (figura 4). Após a hierarquização do problema, em cada nível, os critérios que condicionam a tomada de decisão são comparados dois a dois (*pairwise comparison*) numa matriz de decisão quadrada, baseada numa escala de importância de nove valores numéricos (quadro 2). Para esta análise foi utilizada a extensão AHP.

**Quadro 2 - Escala de comparação de critérios.**

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extremamente	Bastante	Muito	Pouco	Igual	Pouco	Muito	Bastante	Extremamente
Menos importante					Mais importante			

Fonte: Saaty (1980).

## 2. RESULTADOS

O Processo Analítico Hierárquico (AHP) dos critérios teve por base os valores apresentados na matriz do quadro 3 em conjugação com a ponderação obtida para todos os parâmetros que constam no quadro 4.

O processo AHP é concluído pela determinação da importância relativa de cada critério/subcritério e pela validação da consistência destas operações. Se o índice de razão de consistência (RC) for próximo ou inferior a 10% (RC <0,1) significa que existe uma coerência na comparação par a par da matriz. Como o valor da Razão de Consistência (RC) foi de 0,11, admite-se a existência de uma boa consistência na comparação par a par da matriz.

Quadro 3 - Matriz de comparação.

Critérios	Solo	lo	Uso do solo	It	Exposições
Solo	1	5	1	5	5
lo	0,2	1	0,2	5	3
Uso do solo	1	5	1	7	5
It	0,2	0,2	0,14	1	0,2
Exposições	0,2	0,33	0,2	5	1

Quadro 4 - Ponderação dos critérios.

Critérios	Vetor próprio	Vetor de maior valor	Ponderação
Solo	5,51	0,66	37%
lo	-0,03	0,24	13%
Uso do solo	-0,03	0,69	38%
It	-0,42	0,07	4%
Exposições	-0,02	0,15	8%

RC = 0,114

Como resultado da aplicação desta metodologia (figura 2) obteve-se o cartograma apresentado na figura 3 que representa as áreas com aptidão elevada, média e reduzida ou nula para *A. Bentorainhae*, comparativamente com os resultados obtidos com a distribuição real da espécie (valores de abundância, assumindo a variável categórica como contínua - *ordinary kriging*), com base na prospeção realizada no âmbito do projeto LIFE-Natureza “*Asphodelus bento-rainhae* - medidas de conservação e gestão”.

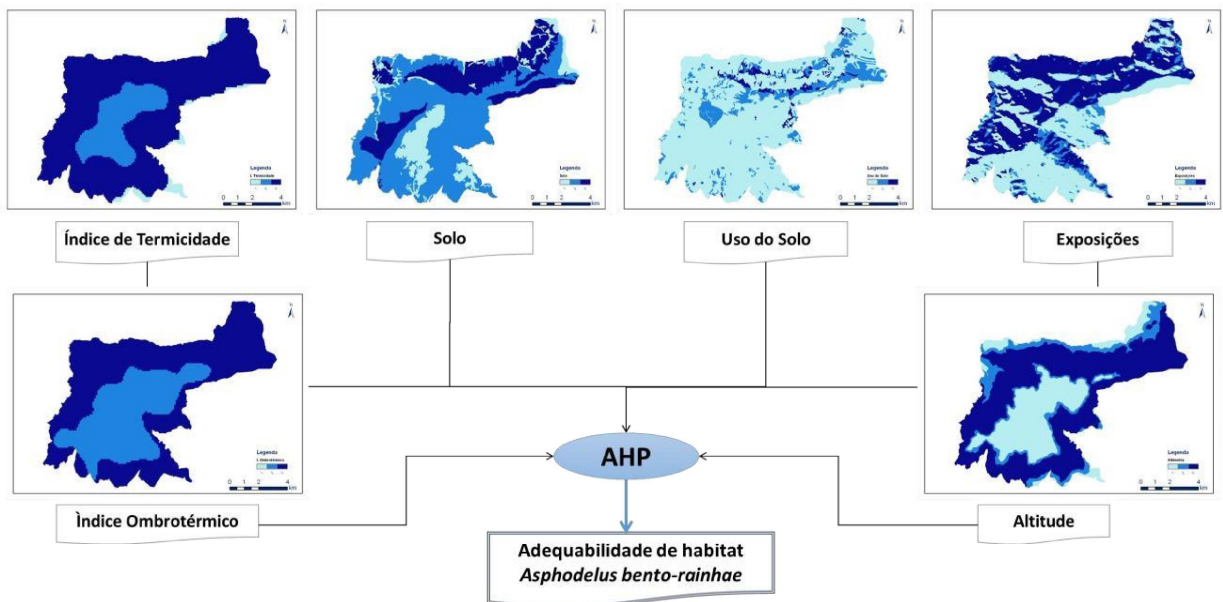


Figura 2 - Adequabilidade de Habitat (HSI) vs. Distribuição do *A. Bento-rainhae*.

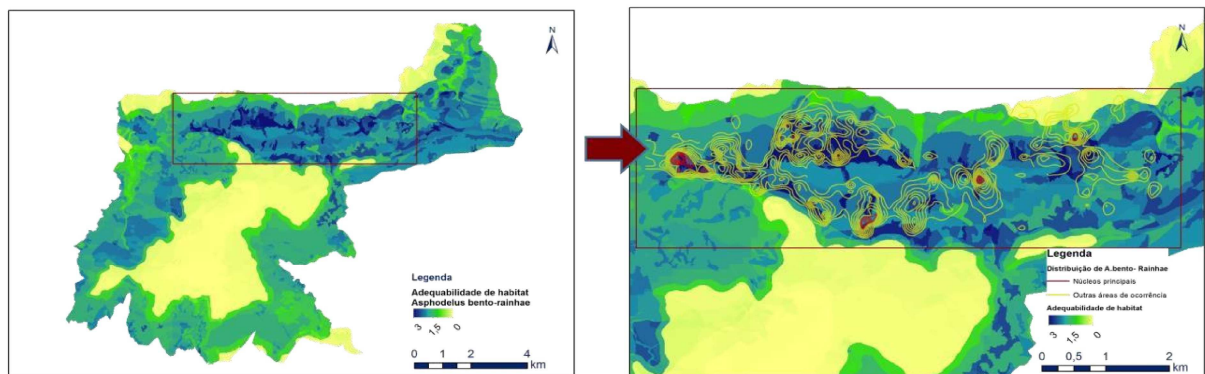


Figura 3 - Adequabilidade de Habitat (HSI) vs. Distribuição do *A. Bento-rainhae*.

Verifica-se uma forte correspondência entre a distribuição potencial e real, com a distribuição da espécie a ocorrer predominantemente nas áreas que apresentam uma aptidão elevada de acordo com o modelo, com particular relevo para a localização dos núcleos principais da população de *A. bento-rainhae*. Verifica-se uma boa capacidade preditiva da metodologia aplicada, tendo em consideração os critérios analisados e hierarquizados. As cartas de aptidão obtidas podem constituir um importante instrumento de gestão e conservação desta espécie em risco de extinção. Os fatores edáficos, climáticos e de uso do solo parecem ser determinantes na distribuição de *A. bento-rainhae*.

## BIBLIOGRAFIA

- Barreto Caldas F. & Moreno Saiz J. C. 2011 in IUCN. (2011) IUCN red list of threatened species. Version 2011.2. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). [consulta em junho de 2015].
- Collins, M. G., Steiner, F. R., Rushman, M. J. (2001) Land-use suitability analysis in the United States: historical development and promising technological achievements. *Environment Management*. v. 28, n. 5, pp. 611-621.
- Cotrim H. M., Silva, J. P., Fay M. F. & Chase M. W. (2002) Analysis of genetic diversity in *Asphodelus bento-rainhae* P. Silva towards a conservation strategy. In: II Congresso Internacional sobre a situação da Rede Natura 2000 nos Países Mediterrâneos. Lisboa.
- Decreto-Lei n.º 316/89, de 22 de Setembro - Diário da República n.º 219/1989. Anexo I da Convenção de Berna (1979) transposta para a legislação nacional. I Série A. (22-09-1989). Ministério do Planeamento e Administração do território. Lisboa.
- Delgado F. (2010) Conservação e valorização de *Asphodelus bento-rainhae* P. Silva e *Lavandula luisieri* (Rozeira) Rivas-Martínez da Beira Interior. Tese de Doutoramento. Instituto Superior de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.
- Diretiva 92/43/CE. *Official Journal* L206, 22/07/1992 0007-0050 (The 'Habitats Directive').
- IUCN - The World Conservation Union. (2011) Red list categories and criteria, version 3.1.2001. IUCN Survival Commission. IUCN red list of threatened species. Version 2010.1 [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org) [consulta em abril de 2012].
- Lu, C.Y., Gu, W., Dai, A.H., Wei, H.Y. (2012) Assessing habitat suitability based on geographic information system (GIS) and fuzzy: A case study of *Schisandra sphenanthera* Rehd. et Wils. in Qinling Mountains, China. *Ecological Modelling*. 09/2012; 242:105-115.
- Malczewski, J. (2004) GIS - based land-use suitability analysis: a critical overview, *Progress in Planning*, v. 62, n. 1, pp. 3-65.
- Saaty, T.L. (1980) *The Analytical Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. 1st Ed., McGraw-Hill, New York.
- ICNB. (2006) Plano Sectorial da Rede Natura 2000. Caracterização de valores naturais. Instituto da Conservação da Natureza. [http://portal.icnb.pt/ICNPortal/vPT2007/O+ICNB/Ordenamento+Gestao/Plano+Sectorial+da+Rede+Natura+2000/psrn\\_doc\\_fichas\\_hab.htm](http://portal.icnb.pt/ICNPortal/vPT2007/O+ICNB/Ordenamento+Gestao/Plano+Sectorial+da+Rede+Natura+2000/psrn_doc_fichas_hab.htm). [consultado em set.dez. de 2011].