

Bioespeleologia

Biologia subterrânea em zonas cársicas portuguesas

O domínio subterrâneo, composto por uma vasta rede de cavidades e fissuras, alberga um ecossistema peculiar, rico em microendemismos e espécies que exibem adaptações morfofisiológicas à vida em profundidade. Os ecossistemas subterrâneos estão sujeitos a variadas pressões ambientais decorrentes da utilização do solo à superfície. A sensibilidade ecológica que caracteriza as regiões cársicas, acrescida de um conhecimento científico incipiente, traduz-se na irreversível degradação destes ecossistemas. A extensão dos *habitats* subterrâneos é bastante alargada, contudo a sua Biologia é, em boa medida, desconhecida. O conhecimento actual da Biologia subterrânea das regiões cársicas baseia-se, sobretudo, em trabalhos de taxonomia clássica realizados no século passado.

Os sistemas cársicos subterrâneos representam um importante recurso para as regiões onde se inserem. A nível socio-económico contêm os mais importantes reservatórios de água doce disponíveis para uso humano e são zonas de intensa actividade extractiva, assim como excelentes cenários de dinamização de turismo de natureza e científico. As zonas cársicas ocupam uma parte considerável do território nacional, onde se conhecem mais de 3000 cavidades subterrâneas.



Sofia Reboleira

Fig. 1 – *Porcellio cavernicolous* Vandel, 1946, bicho de conta cavernícola, endémico do Maciço de Sicó

Este trabalho apresenta uma perspectiva dos estudos de Biologia subterrânea em regiões cársicas nacionais, desde a primeira referência escrita, em 1870, até às mais recentes descobertas, bem como, as principais problemáticas da conservação da natureza em regiões cársicas.

Palavras-chave: Biologia subterrânea, fauna hipógea, ecossistemas subterrâneos, sensibilidade ecológica, zonas cársicas, Portugal.



Sofia Reboleira

Fig. 2 – *Trechus gamae* Reboleira & Serrano, 2009, Escaravelho cavernícola endémico do Maciço Estremenho.

Introdução

A Biologia subterrânea estuda a vida dos espaços subterrâneos naturais, que incluem as cavidades (grutas e algares) e todos os espaços ociosos, fendas e fissuras que se encontrem abaixo do solo e sejam colonizadas por fauna especializada.

Há muito que o *habitat* subterrâneo passou os limites das grutas acessíveis ao Homem, descobrindo-se que animais, com as características dos cavernícolas, habitam também nos aquíferos cársicos e de outras rochas, no *habitat* intersticial formado pelos pequenos espaços entre areias e sedimentos nas bacias de rios e no solo, e grutas com influência marinha (“anchialine caves”). A descoberta do meio subterrâneo superficial (MSS) permitiu encontrar aquele tipo de fauna em diferentes tipos de rocha, ao contrário da ideia tradicional de que apenas existiam em carsos ou em tubos de escoamentos de lava de natureza basáltica fluida (Juberthie, 1992).

As zonas cársicas são um tipo de paisagem formada pela dissolução de rochas solúveis, como calcários e dolomites. Os calcários são rochas sedimentares formadas por carbonato de cálcio, cuja orogenia¹ se dá no fundo do oceano, sendo posteriormente elevados e postos a descoberto através

de movimentos tectónicos (Gunn, 2003). As grutas formam-se através da acção solúvel e mecânica da água nas rochas sedimentares carbonatadas, embora também existam grutas nouro tipo de rochas, como nas vulcânicas e quartzíticas. As grutas e algares, propriamente ditos, são uma pequena parte do ecossistema subterrâneo, no entanto, constituem os locais mais acessíveis para a observação e colecta de material biológico de *habitats* subterrâneos. As características geológicas das regiões cársicas, que influenciam o uso humano do solo e dos recursos hídricos, prendem-se a contaminação dos aquíferos, a subsidência do solo e, inevitavelmente, com o fornecimento de água doce potável (Rodrigues *et al.*, 2007).

Principais zonas cársicas em Portugal

O carso é o nome dado aos maciços associados aos tipos de rochas carbonatadas onde se formam as grutas, calcários e dolomites. As paisagens cársicas caracterizam-se pela ausência de cursos de água à superfície e pela circulação organizada de água em profundidade. Existe uma grande variedade de fenómenos associados à transferência de água entre a superfície e a profundidade, nos quais se incluem os sumidouros, as nascentes, as grutas, os algares e

uma série de formas superficiais originadas pela dissolução e colapso dos calcários, como dolinas, uvalas, lapíais e poljes (Gunn, 2003).

A formação de um sistema cársico inicia-se com a infiltração de água pelas falhas, diaclases, juntas de estratificação e por uma vasta rede de microfissuras interconectadas. A acção mecânica e solúvel da água está condicionada por diversos factores, como a temperatura, o clima, a idade dos maciços, a altitude e o coberto vegetal. A todo este processo é dado o nome de espeleogénese (Gunn, 2003). Os movimentos tectónicos que ajudam a elevar os calcários são também responsáveis por uma série de estruturas de natureza fracturante, como as falhas, que originam vias preferenciais de infiltração da água.

Em Portugal todas as zonas cársicas se encontram no continente, existindo vários afloramentos de natureza carbonata, sendo as principais áreas Sícó-Condeixa e Alvaiázere, Estremenho (Serra d'Aire e Candeeiros), Montejunto, Arrábida e Algarve (Fig. 1). As grutas pertencem ao Estado Português, ou seja, são domínio público de acordo com o artigo 84º da Constituição da República [1. Pertencem ao domínio público: c) as cavidades naturais subterrâneas existentes no subsolo].

Ambiente subterrâneo

As condições ambientais dos espaços subterrâneos (hipógeos) são significativamente mais estáveis, quando comparadas com as dos espaços superficiais (epígeos). O meio subterrâneo é caracterizado por condições ecológicas determinantes que influenciam e condicionam as suas formas de vida, como a ausência de luz, a variação térmica diminuta e a humidade atmosférica elevada (Juberthie, 1992).

A nível térmico não se registam grandes amplitudes, quer a nível diário, quer sazonal. As diferenças são condicionadas principalmente pela altitude, latitude, morfologia e número de entradas das cavidades (Gunn, 2003).

A ausência de luz é provavelmente o factor mais evidente no ambiente subterrâneo, de tal modo que é condicionante das suas características gerais.

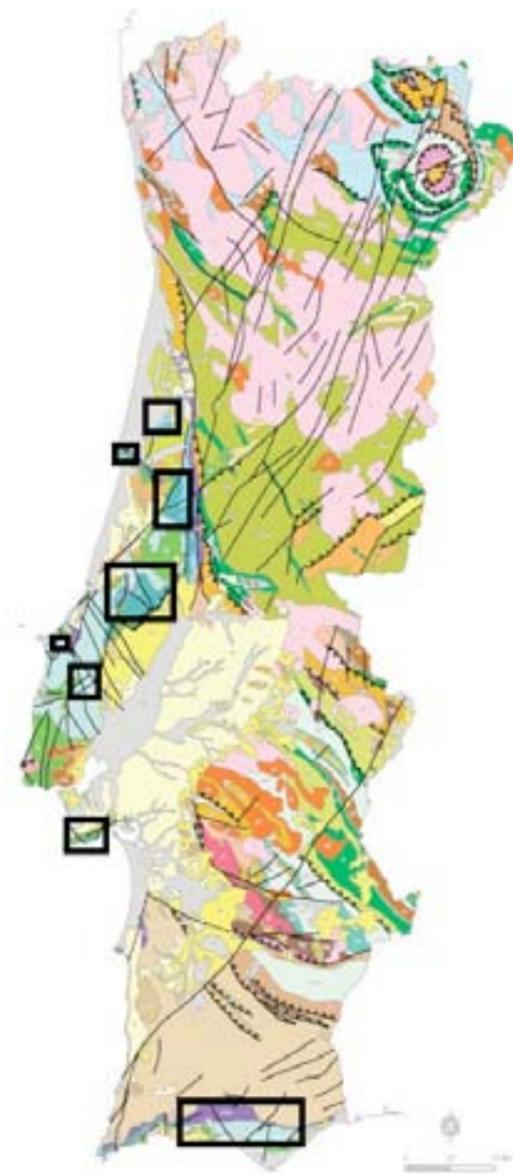


Fig. 3 – Principais zonas cársicas de Portugal, evidenciadas na carta geológica. (De Norte para Sul: Cantanhede, Serra da Boa Viagem, Serras Calcárias de Sícó-Condeixa e Alvaiázere, Maciço Calcário Estremenho, Planalto das Cesaredas, Serra do Montejunto, Serra da Arrábida e Maciço Algarvio).

Assim, as cavidades podem ser classificadas de acordo com a intensidade da luz que atinge as diferentes zonas (iluminada, penumbra, luz reflectida ou profunda). Como é sabido, a ausência de radiação solar reduz os fenómenos de evaporação e de aumento diurno de temperatura.

Por outro lado, a ausência de luz impede a produção primária, a nível da fotossíntese, impossibilitando o desenvolvimento de plantas e algas em profundidade. Deste modo, a escassez de recursos alimentares é também uma das características dominantes na generalidade dos ecossistemas subterrâneos. Geralmente, a humidade é muito elevada nas cavidades, apresentando-se a atmosfera saturada de vapor de água, principalmente, junto do solo, paredes e tecto.

Do ponto de vista hidrogeológico, o carso pode ser diferenciado verticalmente em 3 zonas (Gunn, 2003):

- Zona de absorção – a zona mais superficial onde se dá a infiltração da água;
- Zona vadosa – por onde a água circula, atravessando fissuras e espaços vazios, por acção da gravidade; é uma zona de transferência vertical, levando a água para a zona freática;
- Zona freática ou inundada – onde a água circula, ocupando todos os colectores e fissuras; esta zona forma o aquífero cársico.

Todas estas características formam diferentes *habitats* para a fauna subterrânea que habita as regiões cársicas.

Princípios básicos de Ecologia subterrânea

Os parâmetros climáticos do meio subterrâneo condicionam a adaptação das espécies. As adaptações têm normalmente fundamento na poupança energética. Desta forma a maioria dos organismos subterrâneos apresenta despigmentação do tegumento e redução oftálmica, que pode ser total ou parcial.

Como resultado da não incidência da luz solar, verifica-se a ausência de fotoperíodo que anula o ritmo circadiano², que regula a actividade diária da fauna exterior.

² Circadiano – ritmo diário, diferença entre noite e dia

Nos espaços subterrâneos a humidade relativa do ar é próxima da saturação. Este factor associado à ausência de grandes amplitudes térmicas produz a alteração dos mecanismos de protecção contra a dessecação. Por este motivo é muito raro encontrar esta fauna em zonas de correntes de ar. Relativamente à atmosfera subterrânea, há que ter em conta que as zonas com carência atmosférica são um factor limitante para as espécies de superfície, sendo regra geral, habitadas por troglóbios.

Na ausência de fotossíntese, a grande fonte de carbono orgânico no ecossistema subterrâneo provém do exterior, por percolação, ou através de fissuras, pelas raízes das plantas, por dejectos ou restos de animais, ou directamente pela entrada (Simon *et al.*, 2007).

A escassez generalizada de alimentos nos espaços subterrâneos profundos faz com que as espécies subterrâneas necessitem de ter uma grande resistência ao jejum prolongado. Por exemplo, o anfíbio *Proteus anguinus* (salamandra troglóbia que habita o carso dinárico) pode estar um ano sem se alimentar (Vandel, 1965).

Para sobreviver num ambiente tão hostil, as espécies subterrâneas têm um metabolismo mais lento, no sentido da poupança energética, o que aumenta a sua longevidade, apresentando estratégias reprodutivas do tipo *k*, na qual as espécies investem numa maior quantidade de recursos alimentares por ovo, em detrimento de um grande número de ovos postos (Gibert e Deharveng, 2002).

O meio subterrâneo é um ecossistema bastante inerte, onde as mudanças ocorrem muito mais lentamente que no exterior, constituindo um refúgio para espécies ou grupos de espécies que se extinguíram à superfície. Estes fósseis-vivos³ são de crucial importância na descrição da história da vida na Terra e das relações filogenéticas entre organismos e grupos de organismos.

³ Fósseis vivos – Designação utilizada por René Jeannel, no seu livro "Les fossils vivants" referindo-se à descoberta no meio cavernícola, de espécies cujos parentes se extinguíram da superfície da terra há milhares de anos.

Nesta perspectiva, considera-se o meio subterrâneo como um meio conservador, no entanto é também um meio activamente colonizado e repleto de endemismos, onde as espécies continuam a sua evolução e diversificação (Vandel, 1965).

Classificação ecológica da fauna subterrânea

Os organismos que vivem no meio subterrâneo recebem a denominação de hipógeos em oposição aos epígeos que vivem no exterior (Vandel, 1965).



Sofia Reboleira

Fig. 4 - *Nesticus lusitanicus* Fage, 1931, aranha troglóbica do maciço calcário Estremenho.

Em 1894, Schiner distinguiu, pela primeira vez, as formas adaptadas ao meio subterrâneo e chamou-lhes troglóbios, designando por troglófilos os organismos que estão regularmente em grutas, mas não se encontram confinados, podendo ser encontrados no exterior. Esta classificação ainda hoje é aceite, juntamente com o termo troglóxeno, para animais acidentais no meio subterrâneo, proposto por Emil Racovitza, em 1907, naquele que foi o primeiro tratado sobre Bioespeleologia “Essai sur les problèmes biospéologiques”. Thienemann utilizou a mesma lógica para denominar a fauna aquática subterrânea, classificando-os de estigóbios, estigófilos e estigóxenos (Racovitza, 1907; Vandel, 1965). Diversas classificações foram propostas nas décadas seguintes, no entanto, não são comumente utilizadas. Estas classificações não têm qualquer valor taxonómico, mas são bastante importantes na caracterização da forma como os organismos utilizam o meio subterrâneo.

Os troglóbios, considerados os verdadeiros cavernícolas, exibem uma diversidade de adaptações, denominadas troglomorfismos, à vida no ambiente subterrâneo, sendo muito difícil a sua sobrevivência no exterior. Assim, a única garantia da sua sobrevivência é a conservação do meio onde vivem.

Estudos de Biologia subterrânea em Portugal

Pouco se sabe sobre a distribuição, dinâmica populacional e composição faunística dos ecossistemas subterrâneos de zonas cársicas portuguesas. Esse conhecimento baseia-se, principalmente, em trabalhos de taxonomia clássica realizados nas décadas de 40 e 70 (Gama, 1988). Como se sabe, estes habitats são ricos em endemismos, potenciando a descoberta de novas espécies para a ciência (Culver, 2001).

As primeiras recolhas significativas de fauna cavernícola em Portugal reportam-se às explorações efectuadas pelo arqueólogo Abbé Breuil (1918). Acompanhado pelo geólogo Ernest Fleury, recolheu amostras de fauna em seis cavidades de Alcobaca, de Porto de Mós e da península de Lisboa (Fleury, 1923).

Em 1931, L. Fage descreveu a aranha troglóbica *Nesticus lusitanicus*, que se encontra distribuída ao longo do Maciço Calcário Estremenho, embora o macho desta espécie só venha a ser descrito 57 anos mais tarde (Ribera, 1988).

António de Barros Machado, do Instituto de Zoologia “Dr. Augusto Nobre” da Universidade do Porto, foi o grande impulsionador da Bioespeleologia Portuguesa. No ano de 1938, iniciou o estudo sistemático da fauna cavernícola, bem como a exploração e inventariação de centenas de cavidades por todo o país (Machado e Machado, 1942). O material resultante destas explorações biológicas foi estudado por diversos especialistas: R. Jeannel (coleópteros), M. Vachon (pseudoscorpídeos), A. Arcangeli (isópodes), A. Vandel (isópodes oniscóides), A. de Barros Machado (quilópodes, opilídeos e aranhas), A. Schellenberg, A. Mateus e E. de Oliveira Mateus (anfípodas), Delamare Deboutteville (colêmbolos), R. Tollet (micetofílídeos) e R. Badonnel (psocópteros), entre outros (Lindberg, 1962).

Na mesma época em que Barros Machado iniciou o estudo da fauna cavernícola, Fernando Frade inicia o estudo da fauna aquática subterrânea, com a descrição da espécie *Proasellus lusitanicus*, isópode estigóbico do Alviela (Frade, 1938).

Meia década mais tarde, José Maria Braga, do mesmo Instituto de Barros Machado, continua com o estudo dos aselídeos e sincarídeos de águas subterrâneas, descrevendo mais de duas centenas de espécies e dois novos géneros para a ciência (Gama e Afonso, 1994).

Odette Afonso descreve, depois de 1978, mais duma dezena de espécies de aselídeos hipógeos (Gama e Afonso, 1994). A maior parte destas espécies foram descritas de exemplares hipógeos de regiões não cársicas, sobretudo no norte do país.

Em 1957, Amílcar e Emília de Oliveira Mateus iniciam uma série de estudos sobre anfípodas hipógeas, com descrição de várias espécies (Mateus e Mateus 1978).

A revista “Publicações do Instituto de Zoologia Dr. Augusto Nobre” é a que apresenta maior número de publicações relacionadas com os habitats subterrâneos. O Instituto foi extinto na década de 90, do século passado, e com ele terminou esta “escola portuguesa de estudos estigobiológicos”.

Outra figura de relevo na história da bioespeleologia portuguesa foi Knut Lindberg que realizou várias campanhas bioespeleológicas entre Abril e Julho de 1961, em cavidades de diferentes pontos do país. Os principais resultados encontram-se sintetizados nas publicações “Voyage au Portugal du Dr. K. Lindberg. Résultats Zoologiques. 1962-1964”.

De entre as várias pessoas que acompanharam Lindberg nas suas campanhas bioespeleológicas encontra-se uma referência incontornável na Bioespeleologia nacional, Maria Manuela da Gama, docente da Universidade de Coimbra, que dedicou a sua investigação ao estudo de colêmbolos cavernícolas. Das suas publicações sobre colêmbolos, de diversas partes do mundo, destaque-se os colêmbolos cavernícolas de Portugal, com descrição de inúmeras espécies (Gama, 1965).

O primeiro estudo micológico numa cavidade portuguesa, realizada em 1994, no Fojo dos Morcegos na Arrábida (Almeida *et al.*, 1994), parece não ter precedentes e tanto quanto tenhamos conhecimento, nunca foi explorado o potencial microbiológico existente nas cavidades cársicas portuguesas.

No final do século passado surgem descrições de aranhas cavernícolas portuguesas, da autoria de um grupo de investigação da Universidade de Barcelona (Ribera, 1988 e 1993).

Desde 1990 que Artur Serrano (Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa) e Carlos Aguiar se dedicam à descoberta e descrição de coleópteros endógeos de Portugal, especialmente dos géneros *Thyphlocaris* (Serrano e Aguiar, 2006) e *Geocharis* (Serrano e Aguiar, 2008). No entanto, a maior parte das mais de duas dezenas de espécies descritas refere-se a zonas não cársicas.

A fauna endógea, normalmente de pequenas dimensões, vive enterrada no solo e uma vez que os espaços entre as partículas são de reduzidas dimensões, esta fauna está estritamente relacionada com as características do solo e não dos espaços hipógeos propriamente ditos.

Em 2004 surge a descrição de um novo género de opilídeo, por Bivort e Giribet, baseado num único exemplar recolhido por Barros Machado há mais de meia década, numa gruta na Serra do Montejunto. Em 2009 surge a descrição de duas novas espécies de coleópteros cavernícolas do maciço estremenho, com considerações biogeográficas (Reboleira *et al.*, 2009).

A única obra que engloba o conhecimento sobre fauna cavernícola na Península Ibérica, na qual a fauna lusitana se inclui, conta já com 22 anos e é da autoria de Xavier Bellés. Até ao presente, e tanto quanto se tenha conhecimento, a fauna estritamente subterrânea conhecida de zonas cársicas portuguesas, conta com 18 espécies terrestres (Fig. 5) e 7 espécies estigóbias (Fig. 6).

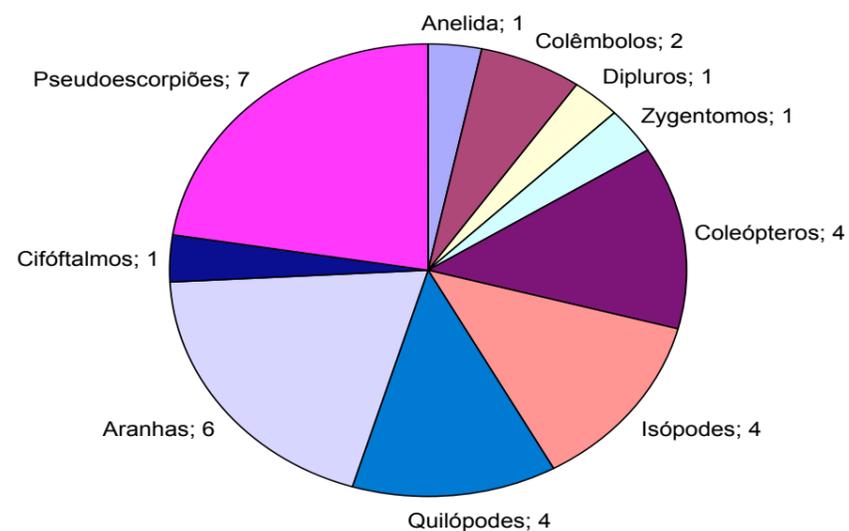


Fig. 5– Riqueza específica de espécies hipógeas terrestres dos diversos grupos em zonas cársticas de Portugal.

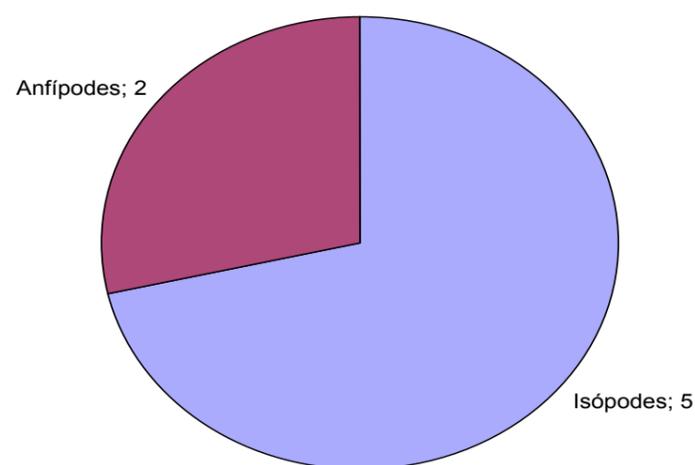


Fig. 6 – Riqueza específica de espécies hipógeas aquáticas dos diversos grupos em zonas cársticas de Portugal.

Vulnerabilidade das zonas cársticas

As cavidades cársticas resultam da intervenção de diversos factores, tendo a acção química e mecânica da água, um papel primordial. As cavidades estão sempre conectadas com a superfície, quer através de entradas, quer por toda uma rede de fissuras e micro-fissuras que permitem a percolação de substâncias para o seu interior. As águas subterrâneas e intersticiais estão sujeitas a derramamentos, pesticidas, fertilizantes, esgotos urbanos e industriais, que afectam negativamente, directa ou indirectamente, toda a fauna. Os principais problemas identificam-se com a contaminação orgânica (*e.g.*, esgotos domésticos, pecuárias, suiniculturas), inorgânica (*e.g.*, indústria de curtumes), a destruição do *habitat* subterrâneo (extração de inertes, construção civil e de estradas) e vandalismo de cavidades.

Os aquíferos cársticos são extremamente vulneráveis à contaminação, uma vez que a água se infiltra rapidamente, lixiviando substâncias contaminantes, para os níveis freáticos. Também a utilização de traçadores de águas subterrâneas, em estudos de hidrogeologia cárstica, é muitas vezes uma actividade de risco, uma vez que a grande maioria destas substâncias são tóxicas e persistentes nas argilas, com efeitos perniciosos para a fauna hipógea e para a saúde pública (Behrens *et al.*, 2001). Desta forma, todas as acções superficiais têm um impacto directo, em profundidade, tornando os sistemas cársticos extremamente vulneráveis e sensíveis, à poluição (Juberthie, 1992).

Outro grave problema que se observa nos maciços cársticos, nomeadamente nos portugueses, é a extracção de inertes. Esta actividade é um dos principais factores de destruição dos *habitats*, verificando-se a devastação completa de extensas áreas, ou mesmo de todo um sistema hipógeo.

O turismo espeleológico, em todas as suas formas, é também um factor de desequilíbrio ecológico no interior das cavidades (Spate e Hamilton-Smith, 1991). Paradoxalmente, a monitorização biológica intensiva e a exploração de coleópteros troglóbios para fins comerciais pode ter efeitos devastadores nas estruturas dos ecossistemas hipógeos, como se

verifica, por exemplo, com os raros coleópteros paleotroglóbios dos géneros *Aphaenops* e *Leptodirus* (Cigna, 2002).

A grande dificuldade na conservação destes *habitats* centra-se na necessidade da protecção de toda a área de drenagem da cavidade, sendo muitas vezes difícil a sua delimitação (Sket, 1992). No entanto, a única garantia de sobrevivência das espécies hipógeas é a conservação integral do seu *habitat*.

Considerações finais e aplicações futuras

Os sistemas cársticos subterrâneos, representam um importante recurso para as regiões onde se inserem. A nível socio-económico contêm os mais importantes reservatórios de água doce disponíveis para uso humano, são zonas de intensa actividade extractiva, assim como excelentes cenários de dinamização de turismo de natureza e científico. A nível ambiental, as zonas cársticas são locais únicos no panorama nacional, por possuírem uma riqueza inigualável em património endémico.

Em Portugal, estão bem identificadas as principais ameaças para as regiões cársticas (Ramos e Martins, 1998) e a realidade não difere das outras zonas cársticas mundiais. A sensibilidade ecológica que caracteriza estas regiões, vitimada pelas agressões diárias e associada a um conhecimento científico incipiente, origina a degradação irreversível do ecossistema subterrâneo (Hamilton-Smith, 2001). Por este motivo, urge a necessidade de dinamizar esta área de investigação, para não se assistir ao desaparecimento de um património e de um recurso, antes de o conhecermos verdadeiramente.

A monitorização de sistemas cársticos é realizada um pouco por todo o mundo, quer como acompanhamento da qualidade dos aquíferos, quer como indicador da qualidade dos solos (Culver e Sket, 2002; Malard, 2003). Para além de constituir uma mais valia para o conhecimento do património biológico subterrâneo, o estudo desta fauna poderá revelar diversos endemismos, valorizando o conhecimento da biodiversidade nacional. O estudo da distribuição faunística, e as relações ecológicas e ambientais, fornecem informações do estado geral do ecossistema, possibilitando a avaliação do impacto das activida-

des humanas nas comunidades subterrâneas, bem como na qualidade da água doce subterrânea. Desta forma, abre-se como perspectiva futura a exploração da aplicação do estudo da fauna subterrânea como indicadora da qualidade ambiental em zonas cársticas, permitindo um suporte à gestão e ordenamento do território em regiões cársticas.

Os estudos de Biologia subterrânea podem ajudar a tornar mais eficientes, outras actividades económicas com relevo nas áreas cársticas, como por exemplo, a actividade extractiva e agrícola, pois poderá fornecer alguns indicadores para a optimização do esforço da utilização do solo em zonas cársticas.

Ana Sofia P. S. Reboleira 1 *, Pedro Oromí 2 & Fernando Gonçalves 1

(1) - Departamento de Biologia & CESAM, Universidade de Aveiro.

(2) - Departamento de Biología Animal, Facultad de Biología, Universidad de La Laguna, Espanha

(*) - sreboleira@ua.pt

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, M.G. [et al] - *Contribuição para o conhecimento da flora micológica da cavidade Fojo dos morcegos* (Serra da Arrábida, Portugal). *Revista Biologia* 15: 173-179.1994

BELLÉS, X. - Fauna cavernícola i intersticial de la península ibèrica i les illes Balears. Mallorca: Editorial Moll, 1987.

BEHRENS, H.[et al] - *Toxicological and ecotoxicological assessment of water tracers*. *Hydrogeology Journal*, 9: 321-325.2001

BIVORT, B.L., Giribet, G. - *A new genus of cyphophthalmid from the Iberian Peninsula*. *Invertebrate Systematics* 18: 7-50. 2004

Constituição da República Portuguesa. Parte II – Organização económica, título I – Princípios Gerais, Artigo 84º (Domínio Público).

CIGNA, A.A. - *Monitoring of caves*. *Acta carsologica*, 31 (1): 175-177.2002

CULVER, D.C. - *Subterranean Ecosystems*, pp. 527-540. In “*Encyclopedia of Biodiversity*”, Academic Press, Volume 5.2001

CULVER, D.C., Sket, B. - Biological monitoring in caves. *Acta Carsologica*, Ljubljana 31/1: 55-64.2002

CULVER, D.C., WHITE, W. - *Encyclopedia of Caves*. Elsevier, P.O. Box 211, 1000 AE Amsterdam, The Netherlands. Hardbound, 680 pp.680. 2004

FLEURY, E.- *Portugal Subterrâneo: ensaio de espeleologia portuguesa*. Lisboa: Colecção Natura, 1925

FRADE, F. - *Un Asellus (Isopode) nouveau des eaux souterraines du Portugal*. *Bulletin de la Société Portugaise des sciences Naturelles* XIII(5): 17-24.1938.

GAMA, M.M. - Colêmbolos de Portugal Continental. Memórias e estudos do Museu Zoológico da Universidade de Coimbra nº 292.1965

GAMA, M.M. da, Afonso, O. - Portugal, pp. 771-778. In “*Encyclopaedia Biospeologica*”, C. Juberthie & Decu Eds, V. Tome I.1994

GIBERT, J., Deharveng, L. - *Subterranean Ecosystems: A Truncated Funcional Biodiversity*. *BioScience*, 52 (6): 473-481. 2002

GUNN, J. - *Enciclopedia of Caves and Karst Science*. Routledge, USA. p.960.2003

HAMILTON-SMITH, E. - *Current initiatives in the protection of karst biodiversity*. *Natura Croatica*, 10/3: 229-242.2001

JUBERTHIE, C. - *Les Habitats souterrains et leur protection*. Moulis : Laboratoire Souterrain du CNRS.1992

LINDBERG, K. - *Voyage au Portugal du Dr. K. Lindberg*. Notes sur quelques grottes et aperçu de leur faune. Resultats zoologiques 3. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais*. 9 (24): 49-89.1962.

Machado, A.B., Machado, B.B. - *Inventário das cavernas calcárias de Portugal*. Publicações do Instituto de zoologia “Augusto Nobre” 36.1948.

MATEUS, A., MATEUS, E.O. - *Amphipoda hypogés du Portugal*. Publicações do Instituto de Zoologia “Dr. Augusto Nobre” 142.1978.

RACOVITZA, E. - *Essai sur les problèmes biospéologiques*. *Archives de zoologie expérimentale et générale, Serie 4*, 6 : 371-488.1907

RAMOS, M. J., MARTINS, O. - *Proposta de Inclusão de Cavidades Não Abertas ao Turismo no Sítio Nº 38 – Serras de Aire e Candeeiros – Rede Natura 2000*. Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros, Rio Maior.1998

REBOLEIRA, A.S.P.S., GONÇALVES, F., SERANO, A. - *Two new species of cave dwelling Trechus Clairville, 1806 of the fulvus-group (Coleoptera, Carabidae, Trechinae) from Portugal*. *Deutsche Entomologische Zeitschrift* 56(1): 101–107. 2009

RIBERA, C. - *Dysdera caeca n.sp. y Harpactea stalitoides n.sp. (Araneae), dos nuevas especies cavernícolas de Marruecos y Portugal* . *Revue Arachnologique*, 10: 1-7.1993.

RIBERA, C. - *Descripcion del macho de Nesticus lusitanicus Fage 1931. (Araneae, Nesticidae)*. *Publicaciones del Departamento de Zoologia de Barcelona*, 14: 37-42.1988.

RORRIGUES M.L. [et al]- *Glossário ilustrado de termos cársticos*. Lisboa: Edições Colibri.2007.

SKET, B. - *Can we agree on an ecological classification of subterranean animals?*. *Journal of Natural History* 42(21-22): 1549-1563.2008.

SERRANO, A.R.M., AGUIAR, C. - *A new species of the genus Geocharis Ehlers, 1883 and some faunistic data on endogean carabids from Portugal (Coleoptera: Carabidae)*. *Revue Suisse de Zoologie* 115(4): 779-788. 2008.

SERRANO, A.R.M., AGUIAR, C. - *Two new species of Thyphlocaris Dieck, 1869 (Coleoptera, Carabidae) from Portugal and notes on the related species*. *Deutsche Entomologische Zeitschrift*, 53(2): 223-234.2006.

SIMON, K., PIPAN, T., CULVER, D.C. - *A conceptual model of the flow and distribution of organic carbon in caves*. *Journal of Cave and Karst Studies*, v. 69, no. 2, p. 279–284.2007.

SPATE, A., HAMILTON-SMITH, E. *Cavers’ impacts - some theoretical and applied considerations*. In “*Australasian Cave and Karst Management*”. *Proceedings of the Ninth ACKMA Conference*, Bell, P., (Ed). Margaret River, Western Australia.1991.

VAND, A.- *Biospeleology, The biology of cavernicolous animals*. London: Pergamon Press.1965.