



Universidade de Aveiro Departamento de Biologia
2007

**Ana Sofia Pereira
Serrenho Reboleira**

**Coleópteros (Insecta, Coleoptera) cavernícolas
do Maciço Calcário Estremenho: uma
abordagem à sua biodiversidade.**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ecologia, Biodiversidade e Gestão de Ecossistemas, realizada sob a orientação científica do Doutor Fernando Gonçalves, Professor Associado com Agregação do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro e do Doutor Artur Raposo Moniz Serrano, Professor Auxiliar com Agregação do Departamento de Biologia Animal da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

o júri

presidente

Prof. Doutor Fernando José Mendes Gonçalves

Professor associado com agregação do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Pedro Oromí

Professor catedrático do Departamento de Biología Animal da Universidade de La Laguna

Prof. Doutor Artur Raposo Moniz Serrano

Professor auxiliar com agregação do Departamento de Biologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

agradecimentos

À minha mãe.
Ao meu pai.

Aos meus orientadores Professor Fernando Gonçalves e Professor Artur Serrano por me apoiarem nesta minha teimosia de estudar fauna cavernícola.

Ao Professor Pedro Oromí, com quem dei os meus primeiros passos na Biologia Subterrânea, pelo exemplo de retidão e seriedade no desempenho do seu trabalho e pela amizade que nasceu dessa partilha.

Ao Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros por todo o apoio logístico, cedência de instalações, equipamentos e documentação. Pela disponibilidade, carinho e empenho com que sempre me ajudaram. Aos seus funcionários, guardas e muito em especial à Bióloga Maria de Jesus Fernandes e aos Espeleólogos Olímpio e Maria João Martins.

Aos amigos espeleólogos e grupos de espeleologia que voluntariamente me acompanharam nos trabalhos de campo. Ao NEUA, ao Rui Andrade, Manuel Freire e Rui Pinheiro. Ao CEAE-LPN, na pessoa do meu amigo e companheiro de grandes aventuras espeleológicas Pedro Pinto, Marília Moura e Tiago Borralho. Ao GPS, Cláudia Neves, Sérgio Medeiros, Afonso Medeiros, Gustavo Medeiros, Hugo Mendes e Carlos Ferreira. Ao NEL, Zé Artur Pinto e Pedro Galvão. À AES, Gabriel Mendes e Paulo Rodrigues. Ao ECLER, Pedro Tiago Martins. À SPE, ao Professor José Crispim, pelos comentários sobre compartimentação e funcionamento hidrogeológico do Maciço Calcário Estremenho.

À empresa Grutas de Mira de Aire, SA., pela simpatia com que me abriu as portas da cavidade e por me facultarem os dados históricos relativos à cavidade.

Ao Frederico Tatá Regala, por me ceder exemplares de coleópteros recolhidos em 1991, em grutas do Maciço onde se desenvolveu o presente estudo.

Aos colegas de laboratório por todo o apoio.

Aos meus amigos, com um agradecimento especial ao Pedro Ramalhete que tantas vezes me acompanhou a caminho da Serra.

Às gentes das Serras de Aire e Candeeiros, pelo carinho e hospitalidade.

Pelo vosso empenho, pela vossa dedicação, alegria e motivação, o meu mais profundo Obrigada.

resumo

O presente trabalho pretendeu fazer uma abordagem ao conhecimento da biodiversidade de coleópteros (Insecta, Coleoptera) cavernícolas no Maciço Calcário Estremenho e relacionar a sua ocorrência com alguns factores abióticos, nomeadamente a profundidade, temperatura e posição geográfica da cavidade. A descoberta de espécies novas para a Ciência, levou à descrição de duas novas espécies de coleópteros hipógeos e a novas considerações biogeográficas.

abstract

The present study aims to make an approach to the knowledge of biodiversity of cave beetles (Insecta, Coleoptera) in the Estremenho karstic massif (Portugal), and to relate their occurrence with some abiotic parameters, including depth, temperature and geographical location of the caves. Also, the description of two new species of hypogean beetles is made and some biogeographical considerations are discussed.

*Que alegria sentem quando descobrem, por fim, um insecto descolorido,
grácil, elegante mesmo, com antenas desmedidas: desta vez, sim,
estão em presença de um verdadeiro cavernícola.
Finalmente apanharam um!*

Michel Bouillon

ÍNDICE

Agradecimentos	4
Resumo	5
Abstract	6
1. Introdução	10
1.1 - Breve resenha histórica sobre a Biologia subterrânea em Portugal Continental	11
1.2 - Coleópteros cavernícolas em Portugal Continental	14
1.3 - Ecologia e adaptações ao meio hipógeo	15
1.3.1 – Troglomorfismos e parâmetros ambientais	16
1.3.2 - Parâmetros nutricionais e adaptações demográficas e metabólicas	18
1.3.3 - Estabilidade do meio e importância da fauna cavernícola	18
1.3.4 - Fontes de energia nos <i>habitats</i> hipógeos	19
1.4 - Delimitação do ecossistema cavernícola	20
1.5 - Vulnerabilidade dos <i>habitats</i> cársicos subterrâneos e sua protecção	22
1.6 - Objectivos	24
2. Área de Estudo	25
2.1 - Clima	28
2.2 - Vegetação	28
2.3 - Complexos geológicos hipógeos amostrados	29
3. Material e Métodos	31
3.1. Campo	32

3.2 Laboratório	35
4. Resultados e Discussão	36
4.1 Diversidade coleopterológica	37
4.2. Localização dos coleópteros recolhidos em cada cavidade	38
4.3 Variação da ocorrência de coleópteros	53
4.4 Descrição de duas novas espécies	56
5. Considerações finais	67
6. Referências bibliográficas	70
Anexo I	
Anexo II	

Capítulo 1

Introdução

A fauna cavernícola apesar de englobar uma riqueza específica relativamente baixa (Vandel, 1965; Sket, 1999), contribui com grande relevância científica (e.g., adaptações troglomórficas) para a biodiversidade global do nosso planeta.

De entre esta fauna destacam-se os insectos da ordem Coleoptera, grupo que apresenta a maior riqueza específica presente na maior parte dos ecossistemas terrestres (Erwin, 1996). Das 166 famílias de Coleópteros conhecidas (Lawrence & Newton, 1995) apenas 10 têm espécies hipógeas, das quais cerca de 92 % pertencem à família Carabidae (a grande maioria Trechinae) e Cholevidae (Juberthie & Decu, 1998).

A publicação “Essai sur les problèmes biospéologiques” de Emil G. Racovitza, em 1907, marca o início do estudo da fauna hipógea, de forma sistemática e específica.

1.1. Breve resenha histórica sobre a Biologia subterrânea em Portugal Continental

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 6 cavidades de Alcobaça, de Porto de Mós e da península de Lisboa (Fleury, 1923). Em 1931, L. Fage descreve a aranha troglóbia *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).

O Professor 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 & 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, opiliões e aranhas), A. Schellenberg, A. Mateus e E. de Oliveira Mateus (anfípodes), Delamare Deboutteville (colêmbolos), R. Tollet (micétofilídeos) e R. Badonnel (psocópteros), entre outros (Lindberg, 1962).

Na mesma altura em que Barros Machado iniciou o estudo da fauna cavernícola, Fernando Frade inicia o estudo da stigofauna portuguesa, com a descrição da espécie *Asellus lusitanicus*, isópode aquático hipógeo do Alviela.

Meia década mais tarde, o investigador 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. A professora Odette Afonso descreve, depois de 1978, mais de uma dezena de espécies de aselídeos hipógeos (Gama & Afonso, 1994).

Em 1957, os especialistas Amílcar e Emília de Oliveira Mateus inicia uma série de estudos sobre anfípodes hipógeos, com descrição de várias espécies.

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. Esta Professora da Universidade de Coimbra, 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.

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

No fim do século passado, os entomólogos Professor Artur Serrano e Carlos Aguiar da Universidade de Lisboa iniciaram o estudo dos coleópteros endógeos em várias partes do país tendo, até à presente data, descrito dezenas de espécies.

1.2. Coleópteros cavernícolas em Portugal Continental

A fauna cavernícola de Portugal Continental, no que diz respeito aos coleópteros, tem sido considerada pobre em comparação com outras até agora estudadas no âmbito da Península Ibérica e mesmo da Europa (Coiffait, 1962).

A primeira espécie de coleóptero recolhida em grutas de Portugal Continental foi *Trechus fulvus* Dejean. Foi capturado pelo comerciante entomológico M.L.W. Schaufuss, no ano de 1831, desconhecendo-se por completo as cavidades então exploradas (Putzeys, 1870).

Após aquela data, foi necessário esperar mais de 100 anos até à descoberta do primeiro coleóptero troglóbio, *Trechus machadoi* Jeannel (Jeannel, 1941). Esta descoberta foi efectuada na gruta das Alcobertas (Rio Maior) por Barros Machado. Este conceituado biólogo confiou o material coleopterológico recolhido naquela gruta ao especialista Renné Jeannel do Museu de Paris, que descreveu aquela espécie com base em dois exemplares daquele material (Jeannel, 1941).

Em 1957, uma expedição espeleológica da Universidade de Londres, realizada ao sistema da gruta de Moinhos Velhos, regista a presença de colónias de colêmbolos e coleópteros na parte profunda desta cavidade, não apresentando nenhum estudo taxonómico sobre os coleópteros em questão (Cons, 1959).

Coiffait (1962) publicou os resultados obtidos com o estudo dos coleópteros recolhidos pelo Dr. K. Lindberg durante as explorações realizadas nas grutas de Portugal, em diferentes pontos do país. Aquele autor registou uma lista de 36 espécies de coleópteros, aquela publicação concluiu, como já referimos, que existia uma baixa riqueza específica de Coleópteros cavernícolas em Portugal

Continental, salientando o interesse da especialização de *Speonemadus angusticollis* Kratz (Leiodidae, Cholevinae in Lawrence & Newton, *op. cit.*) no Maciço Algarvio.

Até ao presente, tanto quanto se tenha conhecimento, não foi realizado nenhum outro estudo com o objectivo de analisar a diversidade de coleópteros cavernícolas nas cavidades cársticas de Portugal.

1.3 Ecologia e adaptações ao meio hipógeo

À semelhança daquilo que se pode encontrar nos ecossistemas terrestres de superfície também os sistemas hipógeos exibem fenómenos ecológicos, tais como: competição, predação e outros tipos de interacções (Culver, 2001). De uma forma simplista, pode-se afirmar que o meio subterrâneo é um ecossistema de excelência para o estudo da ecologia das espécies, uma vez que o número de interacções são menores.

Relativamente às adaptações ao meio hipógeo, algumas classificações têm vindo a ser defendidas ao longo dos tempos, tendo em consideração a forma como os organismos utilizam aqueles meios. Actualmente, de uma forma generalizada, opta-se pela classificação destes organismos em três categorias ecológicas: troglófilos, troglóbios e troglógenos. Os primeiros são considerados residentes temporários, os segundos com fortes afinidades àquele meio e os terceiros habitantes obrigatórios do meio hipógeo. Designações equivalentes são utilizadas para os organismos aquáticos com o prefixo *stigo* (Vandel, 1965; Bellés, 1987).

As comunidades cavernícolas são compostas por espécies em diferentes estados de adaptação ao meio hipógeo (Gibert & Deharveng, 2002). Nestas comunidades, os troglóbios assumem particular interesse científico. Sendo organismos dependentes obrigatórios do meio hipógeo, os troglóbios desenvolvem todo o seu ciclo de vida neste meio, apresentando uma série de adaptações designadas troglomorfismos (Vandel, 1965; Culver 2001). A ocorrência destes caracteres nos organismos hipógeos é sintomático duma evolução denominada regressiva. Duas grandes teorias são utilizadas para explicar o seu aparecimento: a que resulta da selecção natural directa ou indirecta e a que contempla a mutação neutral e deriva genética (Culver, 2001).

Os Coleópteros hipógeos estão representados mundialmente por dois grupos de espécies: a) os paleotroglóbios, cavernícolas muito antigos e troglomorfos cujos parentes epígeos já desapareceram da superfície, e b) grupo, composto por espécies endémicas resultantes de especiações recentes (Juberthie, 1992).

1.3.1. Troglomorfismos e parâmetros ambientais

Como acima referido, os cavernícolas podem exibir determinadas características morfológicas, que em sentido geral são designadas por troglomorfismos. A título de exemplo podem ser referidos a anoftalmia, despigmentação, alongamento de apêndices e estilização corporal.

Na ausência de luz são privilegiadas certas estruturas sensitivas em detrimento da visão, o que se traduz morfológicamente no alongamento de patas e antenas e na proliferação de mecano e quimiorreceptores. Também decorrente da ausência de luz, a consequente ausência de fotoperíodo altera o ritmo circadiano (Culver, 2001).

Nas zonas profundas das cavidades, os parâmetros ambientais são praticamente constantes durante todo o ano. A temperatura do meio subterrâneo profundo corresponde a uma média da temperatura anual exterior dos últimos 100 anos. O factor determinante na variação da temperatura num determinado local está correlacionado com a sua distância à entrada e com a sua posição vertical. A temperatura das cavidades varia consoante a altitude, o número de entradas, a circulação activa de cursos de água e a forma das galerias, factores que condicionam a circulação das massas de ar no seu interior (Kranj & Opara, 2002).

A variação térmica diminuta e a humidade relativa do ar próxima da saturação, condicionam os mecanismos de protecção contra a perda de água, o que torna os organismos cavernícolas muito sensíveis à dessecação (Culver, 2001).

O défice atmosférico de oxigénio também influencia a distribuição de organismos troglóbios, uma vez que estes apresentam maior tolerância a elevadas concentrações de dióxido de carbono. Tal facto, apresenta-se como uma vantagem competitiva relativamente a espécies epígeas (Culver, 2001).

1.3.2. Parâmetros nutricionais e adaptações demográficas e metabólicas

De um modo geral, a escassez de recursos alimentares é um forte factor de pressão selectiva no meio hipógeo, embora existam excepções em grutas com grandes quantidades de H₂S (e.g. Peștera Mobbille, Roménia).

Como consequência deste factor, as espécies cavernícolas apresentam um metabolismo mais lento, que lhes possibilita uma maior capacidade de resistência ao jejum prolongado. Por este motivo, estas espécies apresentam uma longevidade superior à das espécies epígeas.

Face à baixa disponibilidade de recursos alimentares, estes organismos desenvolveram estratégias reprodutivas tipo *k*, com redução do número dos instares larvares e redução do número de ovos, mas estes, mais ricos em vitelo (Vandel, 1965; Ginet & Decu, 1977).

1.3.3. Estabilidade do meio e importância da fauna cavernícola

A ausência de variações térmicas extremas ao longo do ano e dos séculos, a humidade próxima da saturação e a obscuridade são factores que conferem ao meio hipógeo uma elevada estabilidade ambiental. Assim, este meio pode actuar como um “meio conservador” porque, sofrendo poucas variações quando comparado com o meio epígeo, serve de refúgio a espécies ou grupos que se extinguiram à superfície. Este é o motivo pelo qual muitos troglóbios são considerados “fósseis vivos”, assumindo uma grande importância na descrição da

história da vida na Terra e das relações filogenéticas. Apesar de tudo, este meio é também dinâmico, sendo constantemente colonizado e onde as espécies continuam a sua evolução e diversificação (Juberthie, 1992).

Do ponto de vista científico, as peculiaridades morfofisiológicas desta fauna, tornam os ambientes em que vivem em autênticos laboratórios vivos, que permitem realizar estudos sobre diferentes questões biológicas, nomeadamente, nas áreas da adaptação, evolução, genética de populações, estratégias reprodutivas, entre outras.

1.3.4. Fontes de energia nos *habitats* hipógeos

A ausência de luz é apanágio de todos os *habitats* hipógeos, o que impossibilita a realização de fotossíntese, ou seja, o principal mecanismo de produção de matéria orgânica que ocorre à superfície. Por este motivo, na generalidade das cavidades cársticas, a produção primária não é significativa e está apenas associada a algumas bactérias quimiolitotróficas.

As cadeias alimentares cavernícolas estão quase sempre, directa ou indirectamente, dependentes de fontes orgânicas externas. A matéria orgânica é lixiviada através de uma vasta rede de microfissuras. Os rios subterrâneos desempenham também um papel importante, arrastando consigo restos vegetais e materiais em suspensão (Figura 1).

Para muitas comunidades, o movimento de animais do exterior para o interior é a maior fonte de alimento. É o caso da fauna do guano, que vive exclusivamente dos dejectos de colónias de morcegos (Culver, 2001).

Em sistemas hipógeos mais superficiais, as raízes de plantas podem ser uma fonte de alimento muito importante, albergando comunidades de fitófagos.

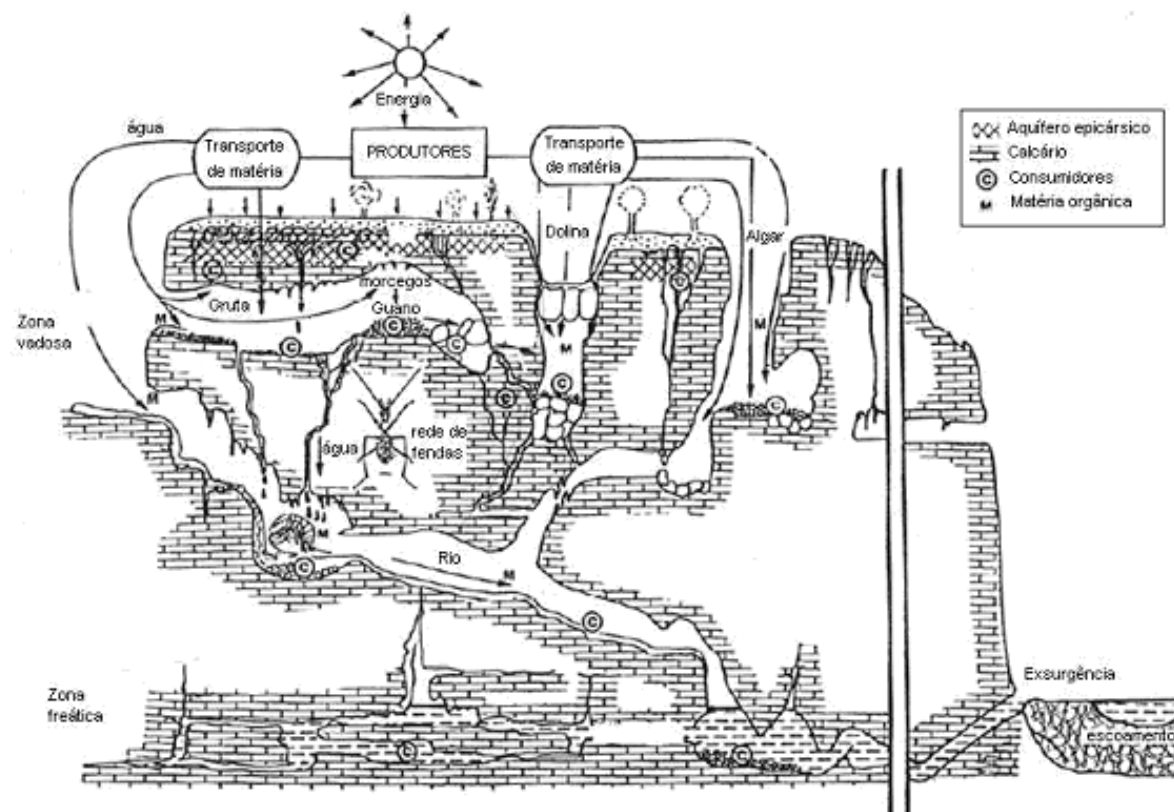


Figura 1 – Esquema representativo da estrutura de um habitat cavernícola (Modificado de Juberthie, 1992).

1.4 Delimitação do ecossistema cavernícola

As grutas desde sempre povoaram o imaginário do ser humano, pelos mistérios da sua exploração e pelas suas formas. O conceito de gruta é puramente

antropológico e define-se como gruta uma cavidade natural que permita a entrada do ser humano (Curl, 1964).

As grutas recebem diferentes designações consoante a região onde se encontram, pela sua morfologia e pelas suas dimensões. No âmbito deste trabalho será importante definir 3 tipos: as grutas propriamente ditas, que são cavidades de desenvolvimento predominantemente horizontal, as lapas que são pequenas cavidades horizontais e os algares que são grutas de desenvolvimento acentuadamente vertical, cuja entrada se abre sob a forma de poço.

A Bioespeleologia foi definida como a Ciência que estuda os organismos que vivem no interior das grutas, recorrendo às técnicas de exploração espeleológicas para permitir a progressão nesse meio (Vandel, 1964). Esta definição caiu um pouco em desuso por se verificar que o *habitat* que se pensava circunscrito às cavidades é na realidade, extraordinariamente mais amplo. Um dos problemas decorrentes da definição anterior é o facto da protecção dos *habitats* hipógeos ficar apenas restrito às cavidades.

Os organismos troglóbios habitam uma rede imensa de pequenas fissuras ao longo dos maciços cársicos, desde o último horizonte do solo até à base das rochas carbonatadas (Figura 1). Organismos troglóbios são encontrados em lençóis freáticos aluviais e de outros tipos de rochas que não cársicas e no Meio Subterrâneo Superficial (MSS), em vários tipos de rochas. Por este motivo, utiliza-se actualmente a designação de Biologia subterrânea, abarcando todo o tipo de ecossistemas, habitados por organismos com características troglomorfas, em detrimento do termo bioespeleologia (Juberthie, 1992).

1.5. Vulnerabilidade dos *habitats* cársicos subterrâneos e sua protecção

As cavidades cársicas resultam da intervenção de diversos factores, em que a acção química e mecânica da água desenvolve um papel primordial. As cavidades estão sempre conectadas com a superfície, quer através entradas, quer por toda uma rede de fissuras e microfissuras que permitem a percolação de substâncias para o seu interior. As águas subterrâneas e intersticiais são constantemente afectadas por derramamentos, pesticidas, fertilizantes, esgotos urbanos e industriais, que afectam negativamente, directa ou indirectamente, toda a fauna.

O maior problema 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).

Outro problema grave nos maciços cársicos, nomeadamente nos portugueses, prende-se com a extracção de inertes que 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 & Hamilton-Smith, 1991).

A monitorização biológica intensiva e a exploração de coleópteros troglóbios para comércio 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 utilização de traçadores de águas subterrâneas, em estudos de hidrogeologia cársica, é muitas vezes actividades 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).

A única garantia de sobrevivência das espécies hipógeas é a conservação integral do seu *habitat*. Por isso, urge a criação de normas que regulamentem a conservação e o uso deste património hipógeo.

O Parque Natural de Serras de Aire e Candeeiros foi criado para proteger o mais importante repositório de formações calcárias existente em Portugal (Decreto-Lei nº 118/79, de 4 de Maio). A Resolução do Conselho de Ministros nº 76/00, de 5 de Julho, cria o Sítio “Serras de Aire e Candeeiros”, proposto para Sítio de Interesse Comunitário - SIC - rede Natura 2000. Em Dezembro de 2002, o Polje de Mira-Minde e as exurgências associadas foram classificados como sítio nº 1616 da Convenção Ramsar (dados: ICNB).

No entanto, apesar desta legislação de cariz conservacionista para estas regiões, continuam a verificar-se acções antropogénicas extremamente gravosas, já acima referidas, para estes *habitats* e concomitantemente para a sua biodiversidade.

O elevado risco de extinção de espécies endémicas de coleópteros cavernícolas devido à sua raridade e padrão de ocorrência, determina a urgente necessidade de desenvolvimento de estratégias da sua conservação (Jímenez-Valverde, 2007).

1.6. Objectivos do Trabalho

O presente trabalho pretendeu fazer uma abordagem ao conhecimento da biodiversidade de coleópteros (Insecta, Coleoptera) cavernícolas no Maciço Calcário Estremenho e relacionar a sua ocorrência com alguns factores abióticos, nomeadamente a profundidade, a temperatura e a posição geográfica da cavidade. Na sequência do trabalho desenvolvido para atingir o objectivo anterior, apresenta-se também a descrição de duas novas espécies descobertas no Maciço Calcário Estremenho.

Capítulo 2

2. Área de Estudio

“(…) afigurou-se-me legítimo *forjar* um nome
que traduzisse em síntese os traços essenciais do conjunto.
E por isso surge no vocabulário científico esta designação – Maciço Calcário Estremenho.
Terá quilate suficiente para garantir-lhe livre curso nos domínios da literatura especializada?”

Alfredo Martins Fernandes, 1949

A área de estudo seleccionada foi o Maciço Calcário Estremenho (MCE). Com cerca de 800 km², situado entre Rio Maior, Tomar e Leiria, este maciço encontra-se localizado na zona centro da orla cenozoica de Portugal. O MCE é uma unidade geomorfológica composta por um grande bloco de calcários do Jurássico médio (Dogger), com cerca de 160 milhões de anos. O MCE está dividido em três compartimentos mais elevados: a Serra dos Candeeiros, o Planalto de Santo António e o Planalto de S. Mamede/Serra de Aire, separados por duas grandes depressões: a da Mendiga e a de Minde-Alvados (Figura 2).

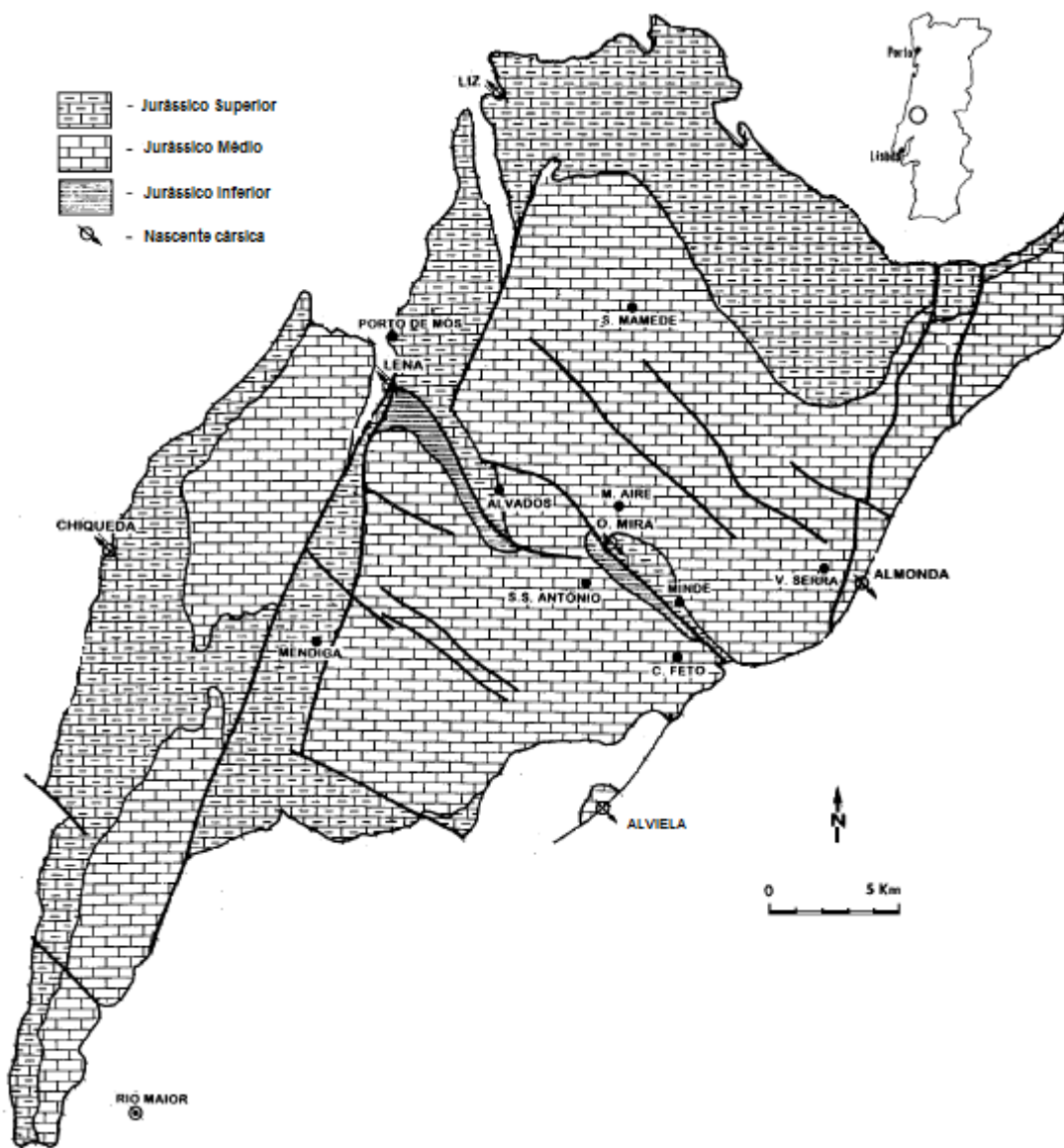


Figura 2 – Localização da região estudada em Portugal e mapa de relevo representativo do MCE, evidenciando as principais subunidades e depressões (simplificado a partir de Manuppella *et al.*, 1985).

2.1 Clima

O MCE situa-se na zona edafoclimática calcomediterrânea e apresenta um clima mediterrânico do tipo oceânico sob influência do Atlântico (Fernandes, 1949). Os ventos predominantes são do quadrante N e NW e transportam massas de ar carregadas de humidade que provocam intensos nevoeiros e as fortes precipitações no Inverno. Os valores de precipitação anual variam entre 900 mm e 1300 mm (Alho, 1997).

Este maciço caracteriza-se por ter um clima húmido e mesotérmico com elevada deficiência de água à superfície.

2.2 Vegetação

O coberto vegetal do MCE é do tipo matagal mediterrânico onde imperam as espécies do género *Quercus*. Predominam espécies vegetais como o alecrim (*Rosmarinus officinalis*), o rosmaninho (*Lavandula stoechas*) e os pinheiros (*Pinus pinaster* e *Pinus pinea*). De notar a presença de vastos campos de oliveira (*Olea europaea*).

O tipo de vegetação e a composição dos terrenos na área de drenagem das cavidades são de extrema importância para a fauna existente. A composição da vegetação condiciona a acidificação dos solos e conseqüentemente o pH das águas que percolam os calcários. Deste modo, a desflorestação e alteração da

paisagem à superfície são factores que induzem modificações nos parâmetros físico-químicos das cavidades e, por conseguinte, na sua fauna.

2.3 Complexos geológicos hipógeos amostrados

No MCE existem mais de 2000 cavidades cársicas naturais (dados: PNSAC). A escolha das cavidades amostradas obedeceu a dois critérios fundamentais: a profundidade e a localização geográfica, procurando pontos estratégicos dispersos pelas diferentes unidades geomorfológicas e bacias hidrológicas do MCE. Partiu-se do pressuposto de que aumentando a profundidade elevar-se-ia a probabilidade de recolha de espécies adaptadas à vida subterrânea e que, dispersando geograficamente as amostragens, ampliar-se-ia a possibilidade de obter maior diversidade de espécies.

A gruta das Alcobertas foi incluída no estudo por ser a única cavidade onde se encontrou *T. machadoi*, o único coleóptero carabídeo hipógeo conhecido de Portugal continental. As cavidades seleccionadas encontram-se discriminadas na Tabela 1.

Tabela 1. Cavidades estudadas e suas características (Arg – Argiloso, R – Rochoso, G – Guano, H - cavidade horizontal, sem desnível significativo relativamente à entrada).

Cavidade (Serra ou Planalto)	Tipo	Coordenada da entrada (MIP – Gauss)	Cota da entrada (m)	Profundidade Máxima Amostrada (m)	Substrato amostrado	Temp. média do ar, Zona Profunda (°C)
Alcobertas (S. Candeeiros)	Gruta	M 32.607.28 P 273.900.66	385	H	Arg, R	13,5
Pena (P. Sto António)	Algar	M 42.011.07 P 277.664.48	340	- 95	Arg, R	13,5
Gralhas VII (P. Sto António)	Algar	M 38.920.60 P 277.031.42	350	- 75	Arg, R	15
Cheira (P. Sto António)	Algar	M 47.052.51 P 279.494.59	265	- 15	Arg, R, G	16
Marradinhas II (P. Sto António)	Algar	M 50.081.60 P 280.623.11	250	- 50	Arg, R	17
Ladoeiro (P. Sto António)	Algar	M 46.524.24 P 284.299.00	485	- 80	Arg, R, G	15,5
Arroteia (P. Sto António)	Algar	M 41.102.21 P 238.311.99	450	- 60	Arg, R	16
Moinhos Velhos/Contenda (S. Aire)	Gruta	(MV) M 50.891.04 P 285.953.23 (CTD) M 51.412.45 P 285.074.91	307 210	- 50	Arg, R	18
Lomba (S. Aire)	Algar	M 53.780.51 P 284.295.90	385	- 120	Arg, R	17
Almonda (S. Aire)	Gruta	M 58.525.95 P 281.965.08	95	- 80	Arg, R, G	18

Capítulo 3
Material e Métodos

Recomeça,
Se puderes,
Sem angústia e sem pressa
E os passos que deres
Nesse caminho duro
Do futuro
Dá-os em liberdade,
Enquanto não alcances
Não descanses,
de nenhum fruto queiras só metade

Miguel Torga

Foram monitorizadas mensalmente, durante seis meses, oito cavidades geograficamente dispersas pelas três subunidades do MCE. Para a monitorização biológica foram escolhidas três zonas no interior de cada cavidade: uma zona próxima da entrada, uma zona profunda e uma zona intermédia. Aumentando a profundidade pretendeu-se incrementar a probabilidade de recolha de organismos troglóbios.

A técnica de amostragem utilizada foi a armadilha de queda modificada (“pitfall”) com atractivo odorífero (Figura 3), complementada com a busca activa padronizada, por períodos de uma hora. Através desta metodologia procurou-se relacionar a ocorrência das espécies com factores abióticos, tais como a profundidade e a temperatura do ar.

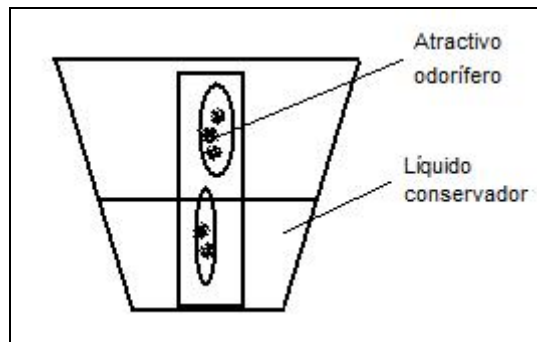


Figura 3 – Representação esquemática da armadilha de queda utilizada nas amostragens.

As armadilhas de queda modificadas (“pitfalls”), utilizadas nas amostragens, consistiam em frascos de plástico de 50 ml com um tubo de 1cm de diâmetro colado no centro. No tubo interno era colocado fígado de porco que actuava como atractivo odorífero. No interior do frasco foi colocado propileno-glicol (1,2-Propanodiol) como líquido conservador (Figura 3). Este líquido não tóxico é solúvel em água e garante a integridade do DNA, conservando os coleópteros, por forma a permitir a sua preparação a seco.

As armadilhas eram enterradas no substrato com a abertura a descoberto, sendo esta protegida por pequenas pedras para impedir a entrada de água e minimizar o ataque de mamíferos e répteis.

Como complemento à amostragem passiva, foi realizada a busca activa padronizada, durante uma hora, nos locais próximos da colocação das armadilhas.

Face aos constantes episódios de inundações e à maior parte do período de amostragem coincidir com a época de maior pluviosidade, as grutas da Contenda e do Almonda não foram amostradas com armadilhas de queda, recorrendo-se apenas à busca activa.

As colheitas foram efectuadas entre meados de Novembro de 2006 e fins de Maio de 2007. É de salientar que até Abril o maciço foi afectado por fortes pluviosidades.

Optou-se por definir três estações de amostragem dentro de cada cavidade, relacionados com a profundidade e a proximidade da entrada. Definiu-se, assim, uma zona próxima da entrada (ZE), uma zona intermédia (ZM) e uma zona profunda (ZP). Em cada um destes locais foram instalados conjuntos de 5 armadilhas.

A gruta dos Moinhos Velhos tem um tramo de 200 m transformado para turismo, concessão à qual se dá o nome de Gruta de Mira d'Aire. Nesta cavidade a estratégia de amostragem foi diferente, colocou-se um conjunto de 5 armadilhas na zona turística, sujeita a iluminação constante e a uma pressão antropogénica resultante de número superior a 360000 visitas por ano, e colocou-se outro conjunto numa galeria fóssil não perturbada. Com este tipo de amostragem pretendeu-se comparar a composição coleopterológica da fauna cavernícola em dois locais, dentro da mesma cavidade, sujeitos a diferentes tipos de perturbação.

Nas cavidades com quantidades consideráveis de guano de morcego, a selecção dos pontos de amostragem contemplou também a presença ou a ausência de guano, uma vez que o guano alberga comunidades biológicas próprias.

Com esta estratégia de amostragem pretendeu-se investigar a diferente distribuição dos coleópteros cavernícolas em função da profundidade e/ou distância à entrada da cavidade.

3.1. Laboratório

Os coleópteros foram conservados em 1,2–Propanodiol e alguns preparados a seco.

O estudo morfológico dos espécimes adultos e as ilustrações das novas espécies foram efectuados com um microscópio estereoscópico Wild M5 com ocular micrométrica e tubo de desenho.

Para a descrição das espécies foram efectuadas as seguintes medições:

- Comprimento do corpo: ápice do labro ao ápice do élitro
- Comprimento da cabeça: ápice do labro até à região mediana entre a tempo the middle region between the posterior area of tempora),
- Largura da cabeça: medida ao longo da cabeça entre os olhos,
- Comprimento dos olhos: medido da margem anterior à posterior ao longo da região mediana
- Largura dos olhos: medido da margem basal à margem superior ao longo da região mediana.
- Comprimento do pronoto: medido entre a margem anterior e basal ao longo da linha mediana.
- Largura do pronoto: medido entre a região mais larga das margens laterais.
- Comprimento dos élitros: medido entre a margem basal próxima do escudelo e o ápice mais longo dos élitros
- Largura dos élitros: medido ao longo do ponto mais largo dos élitros.

Capítulo 4

Resultados e Discussão

4.1 Diversidade coleopterológica

Ao longo dos seis meses de amostragem foram recolhidas oito espécies de coleópteros, pertencentes a 4 famílias (Tabela 1). Das oito espécies encontradas, apenas três se encontram nas zonas profundas das cavidades e apenas duas apresentam caracteres troglomorfos. As duas espécies que apresentam troglomorfismos, constituem duas espécies novas para a Ciência e foram designados por *Trechus gamae* n. sp. e *Trechus lunai* n. sp. (ver ponto 4.4 para a sua descrição).

Tabela 1. Síntese de coleópteros recolhidos entre Novembro de 2006 e Maio de 2007 e respectivos locais de ocorrência. (Siglas: ALC – Gruta das Alcobertas, GVII – Algar de Gralhas VII, PN – Algar do Pena, CHR – Algar da Cheira, LDR – Algar do Ladoeiro, ART – Algar da Arroteia, MV – Gruta dos Moinhos Velhos, CTD – Gruta da Contenda, LMB – Algar da Lomba, ALM – Gruta do Almonda).

Taxa	AL C	GV II	PN	MII	CH R	LD R	ART	MV	CTD	LMB	ALM
Carabidae											
<i>Trechus gamae</i> n. sp.		x	x	x	x	x	x				
<i>Trechus lunai</i> n. sp.									x		x
<i>Pristonychus terricola</i>	x	x	x	x	x	x	x			x	x
<i>Ocys harpaloides</i>									x		
<i>Macrothorax rugosus</i>							x			x	
Staphylinidae											
<i>Atheta subcavicola</i>	x	x	x	x	x	x	x			x	x
Leioididae											
n.id.			x								
Scarabaeidae											
<i>Copris hispanicus</i>				x							

4.2 Localização dos coleópteros recolhidos em cada cavidade

4.2.1 Subunidade Serra dos Candeeiros

Gruta das Alcobertas

A Gruta das Alcobertas, cavidade tipo de *Trechus machadoi* Jeannel está situada na parte Sudeste da Serra dos Candeeiros (Jeannel, 1942). As únicas referências a material biológico correspondente a esta espécie datam da época da sua descrição. Foi a única cavidade onde se encontrou este coleóptero até à presente data.

Os únicos coleópteros encontrados no interior desta cavidade foram os guanóbios *Atheta subcavicola* Brisout e *Pristonychus terricola* subsp. *reichenbachii* Schaufus.

No início da década de 70 do século passado, esta cavidade sofreu uma megalómana intervenção antropogénica. Com o intuito de a transformar para a actividade de turismo espeleológico de massas, foi aberta uma segunda entrada próxima do final da galeria, o que induziu fortes alterações na climatologia da cavidade. Das várias explosões no interior da cavidade resultaram grandes acumulações de resíduos pulverulentos, que associados à rápida deslocação das massas de ar, permitida pela segunda entrada, estarão provavelmente na origem da ausência da espécie troglóbia *Trechus machadoi*.

.

.

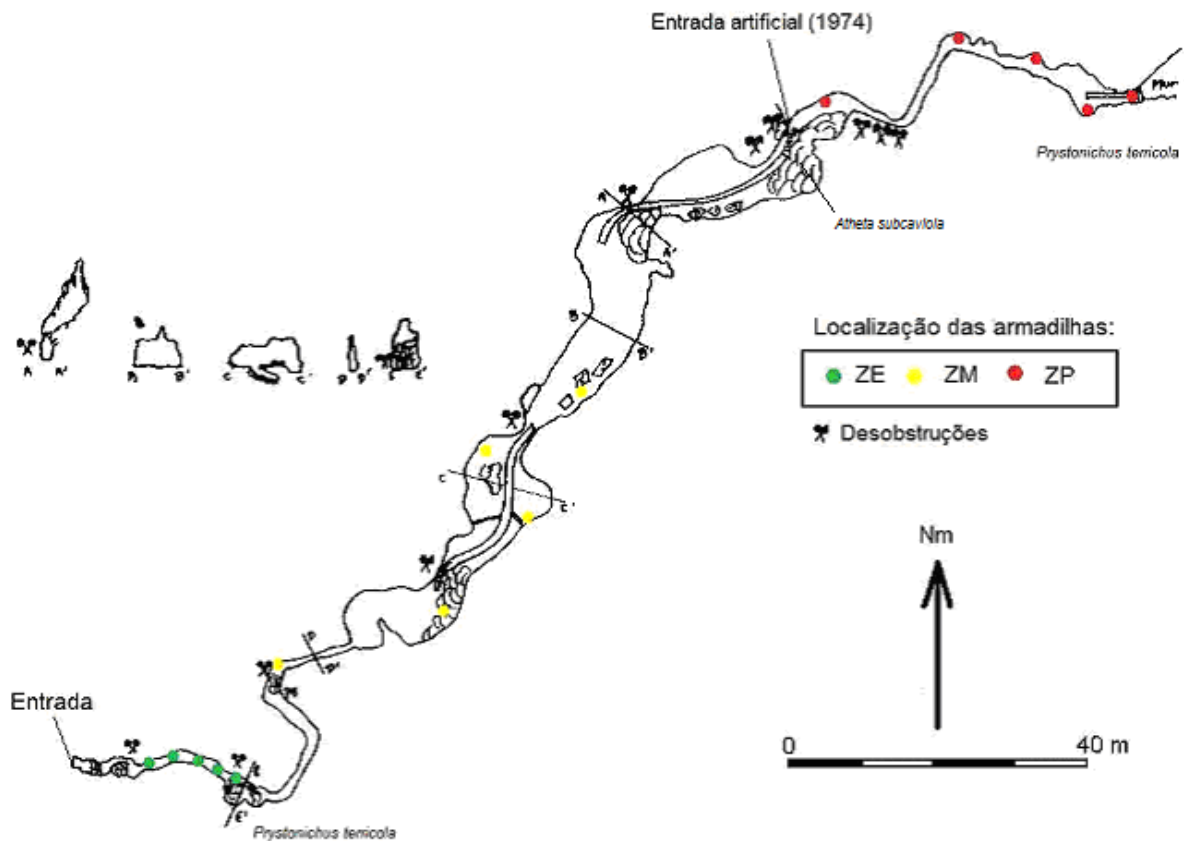


Figura 1. Representação topográfica da Gruta das Alcobertas, com indicação da localização das armadilhas. Topo: modificada de C. Thomas, 1985.

4.2.2 Subunidade do Planalto de Santo António

Algar de Galhas VII

O Algar de Galhas VII encontra-se situado no Planalto de Santo António. Na galeria leste deste algar (a que foi amostrada) foram encontrados 12 exemplares o coleóptero hipógeo *Trechus gamae* n. sp. ao longo dos 6 meses de amostragem. Na base do poço, zona que se encontra a 75 m de profundidade e em obscuridade total foi ainda encontrado o coleóptero guanóbio *Pristonychus terricola* subsp. *reichenbachii* Schaufus.

A conservação deste algar encontra-se em risco, devido à proximidade a numerosos e grandes focos de extracção de inertes. Os impactos das explosões,

resultantes da laboração diária das pedreiras envolventes, são largamente sentidos no seu interior, através do som e da vibração que se reproduzem em toda a estrutura do algar.

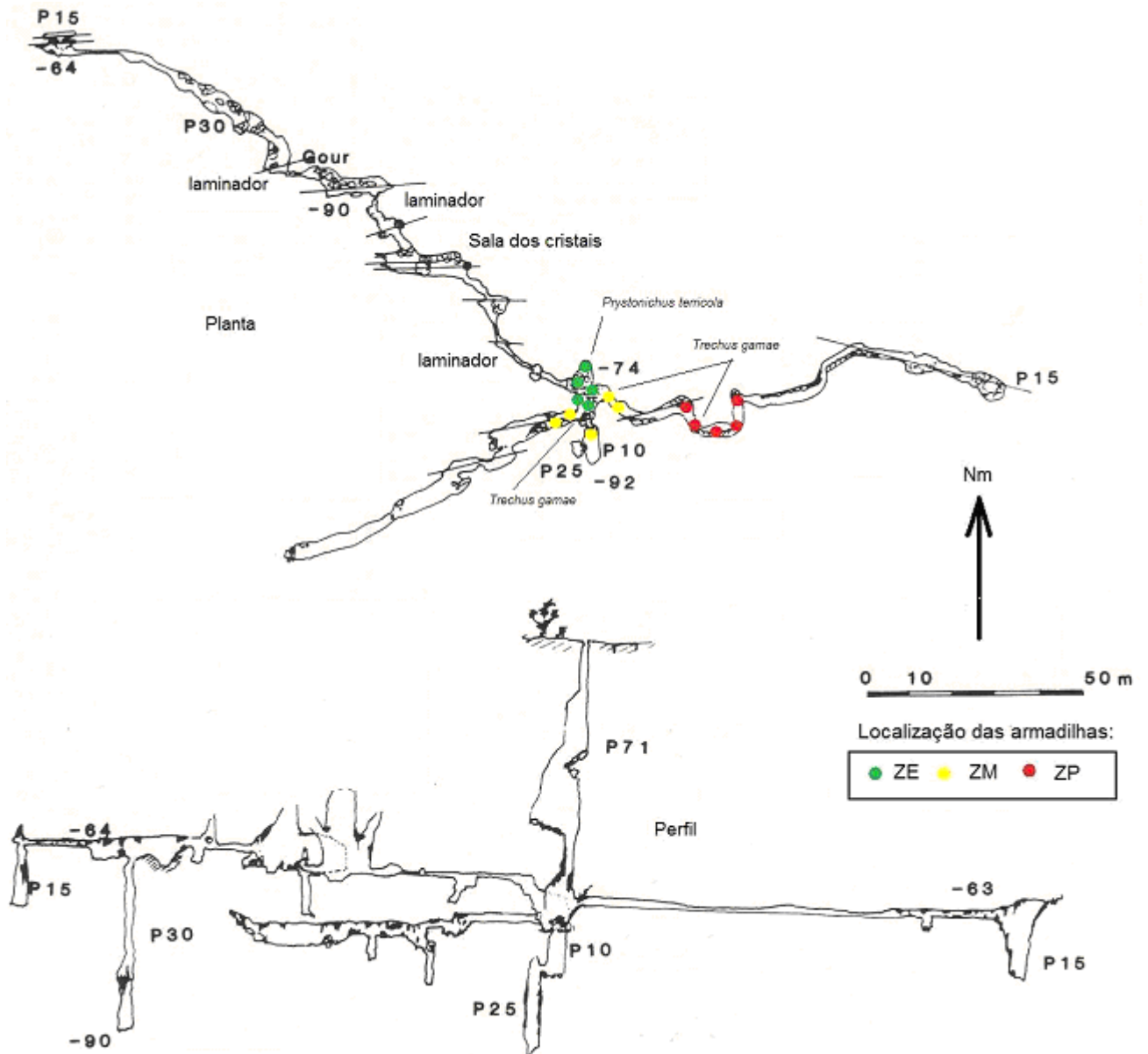


Figura 2. Representação topográfica do Algar de Gralhas VII, com indicação da localização das armadilhas. Topo: SAGA, Modificado de C. Thomas, 1985.

Algar do Pena

O Algar do Pena é caracterizado por ser a sala subterrânea conhecida mais volumosa do país e situa-se na zona central do Planalto de Santo António.

O coleóptero hipógeo *Trechus gamae* n. sp. foi encontrado nas zonas profundas da cavidade, assim como os coleópteros guanóbios *Atheta subcavicola* Brisout (na base do poço natural) e *Pristonychus terricola* subsp. *reichenbachii* Schaufus (na zona intermédia). Na base do poço natural foram ainda encontrados dois exemplares de um coleóptero da família Catopidae, que não foi identificado, não possuindo características troglomorfas.

Esta cavidade possui um centro de interpretação à superfície que permite a entrada de um número controlado e reduzido de visitantes. Através de um poço artificial, construído para o efeito, os visitantes acedem a uma estrutura em aço inoxidável instalada na parte superior da sala.

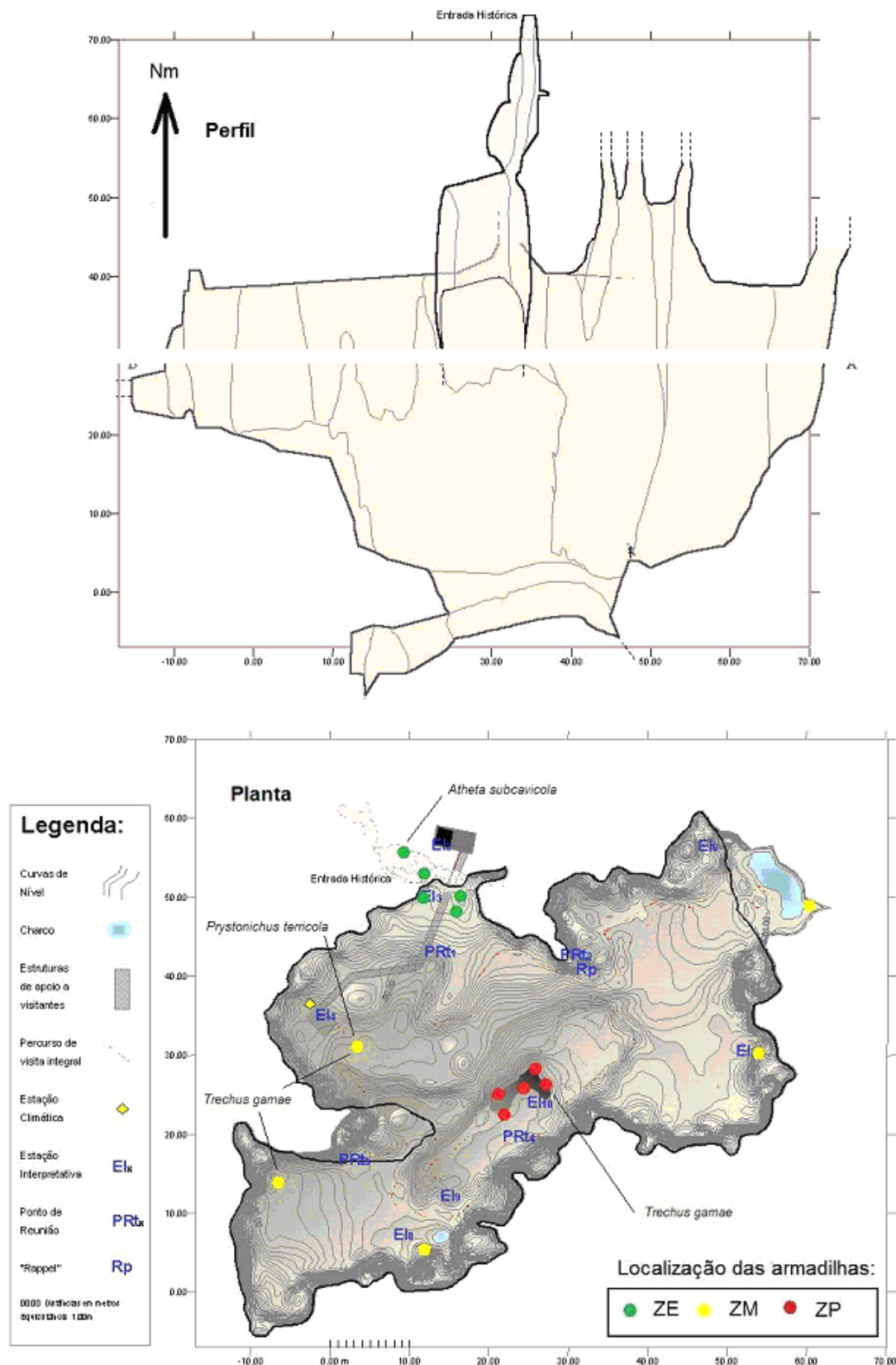


Figura 3. Representação topográfica do Algar do Pena, com indicação da localização das armadilhas.. Topo: CISGAP, gentilmente cedida pelo PNSAC.

Algar da Cheira

O Algar da Cheira, situado no planalto de Santo António é uma pequena cavidade de desenvolvimento horizontal após o poço. A entrada na cavidade processa-se por um grande abatimento no tecto de uma sala. A base do poço de entrada possui um grande cone de dejectão onde a luz penetra com intensidade durante o dia. Neste local foi encontrado *Pristonychus terricola* subsp. *reichenbachii* Schaufus. A presença de abundante quantidade de guano, a cobrir o solo no início da galeria, permite a presença de numerosos exemplares do guanóbio *Atheta subcavicola* Brisout. A cavidade está numa fase de desenvolvimento senil, como se pode observar pelo estado de conservação das concreções.

A baixa profundidade desta cavidade, o reduzido desenvolvimento e a entrada de grandes dimensões, associados ao avançado estado de senilidade e grande quantidade de matéria orgânica, deverão estar na base da inexistência de espécies troglóbias de coleópteros, embora se tenham encontrado exemplares troglóbios de aranhas, como o caso de *Nesticus lusitanicus* Fage.

Algar da Cheira
1:500
ECL/NEL 2001

Localização das armadilhas:

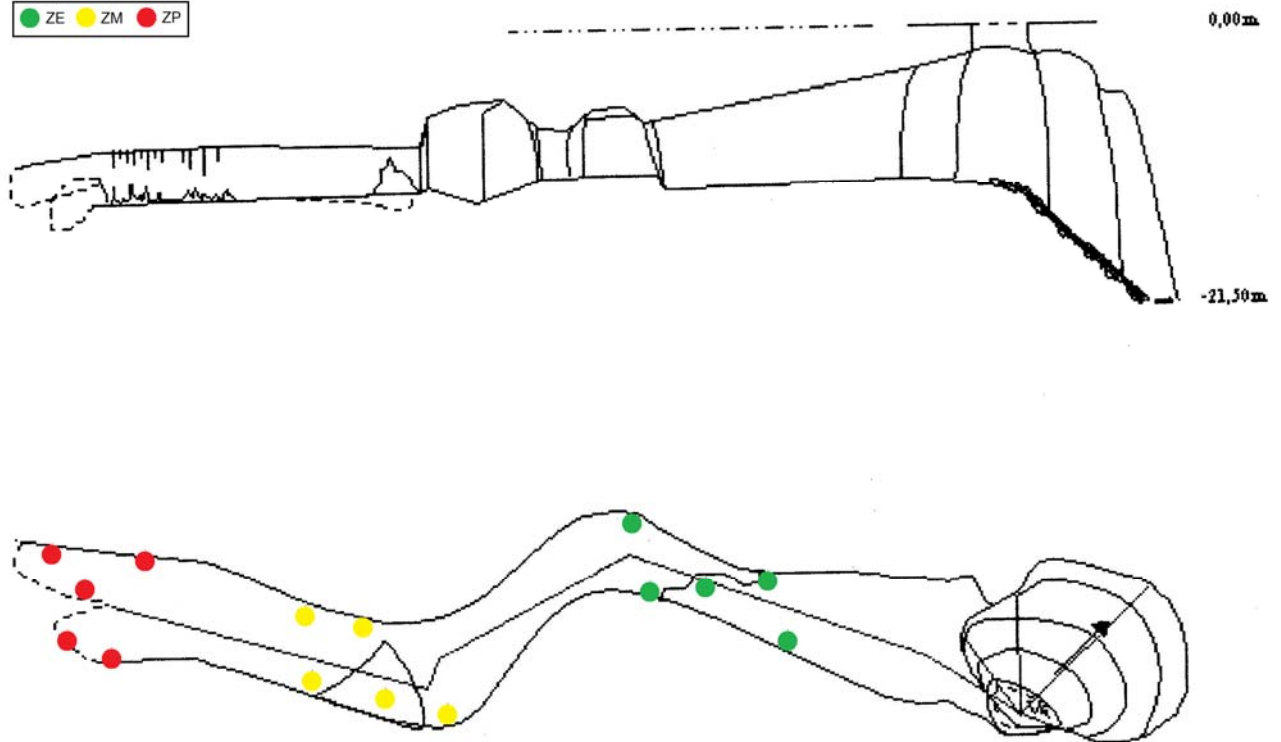


Figura 4. Representação topográfica do Algar da Cheira, com indicação da localização das armadilhas.. Topo: ECL/NEL, gentilmente cedida pelos autores (não publicada).

Algar de Marradinhas II

O Algar de Marradinhas II, situado no planalto de Santo António, caracteriza-se por ter, das cavidades amostradas, a temperatura mais elevada desta subunidade do MCE. Muito próximo da entrada foi encontrado o coleóptero endógeo *Copris hispanicus* Lineu, cuja presença se revelou acidental. Nas salas

mais profundas (cerca 30 m) foi encontrado o coleóptero hipógeo *Trechus gamae* n. sp..

Esta cavidade, de fácil acesso, sofre uma elevada pressão humana devido ao elevado número de visitas.

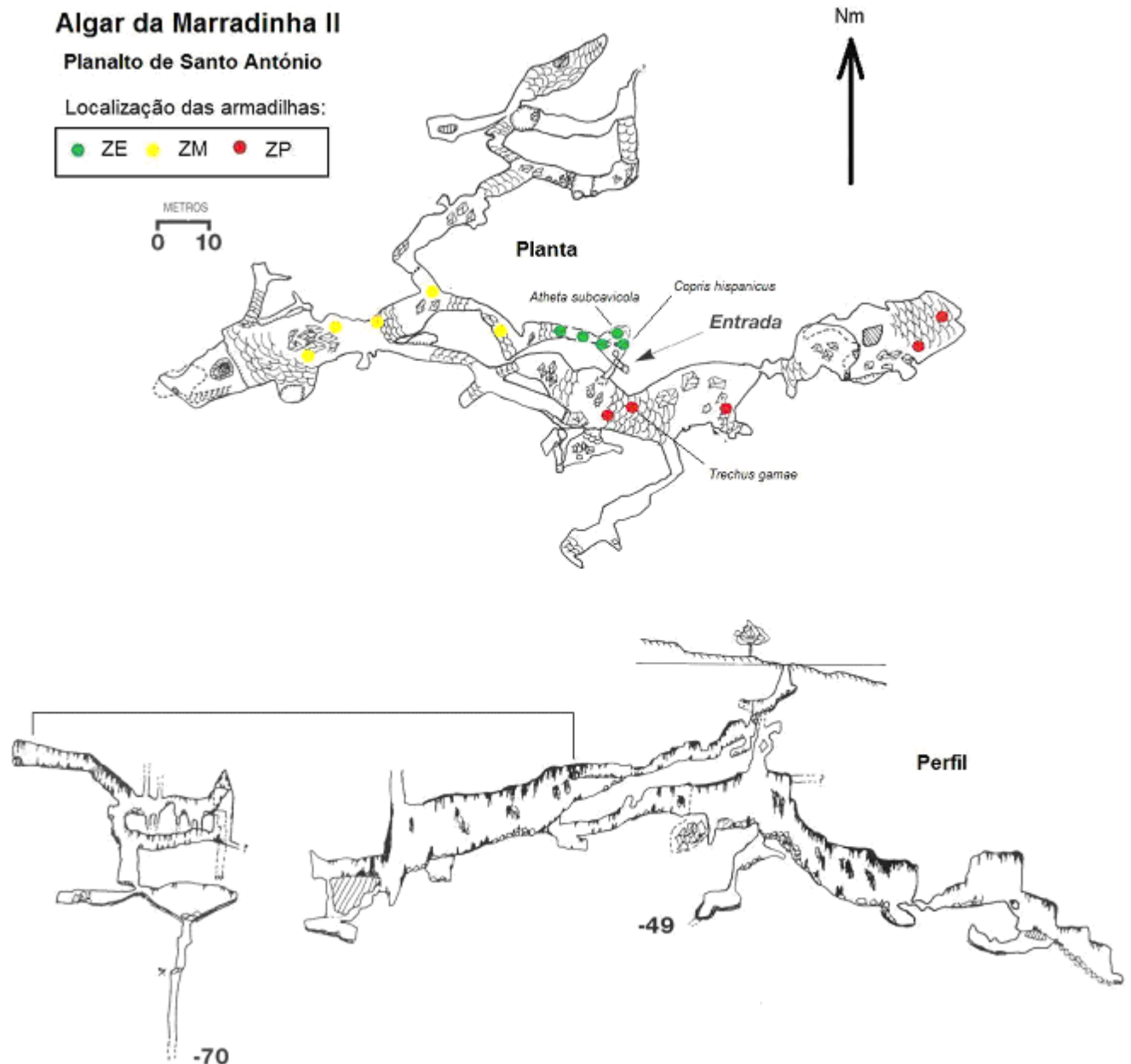


Figura 5. Representação topográfica do Algar de Marradinhas II, com indicação da localização das armadilhas.. Topografia: modificada de Canais & Fernandes, 1999.

Algar do Ladoeiro

O Algar do Ladoeiro, situado no Planalto de Santo António, cuja entrada se abre sob a forma de uma grande dolina, apresenta uma sala inicial de grandes dimensões que alberga uma colónia de morcegos de grande dimensão, à escala nacional. O coleóptero guanóbio *Atheta subcavicola* Brisout aparece na primeira sala da cavidade, sob um substracto que apresenta uma camada de guano em diferentes estados de decomposição.

O coleóptero hipógeo *Trechus gamae* n. sp. aparece na zona profunda (cerca de – 70 m), numa galeria fóssil com humidade elevada. Numa zona intermédia observou-se a presença do coleóptero guanóbio e troglófilo *Pristonychus terricola* subsp. *reichenbachii* Schaufus.

O Algar do Ladoeiro é uma cavidade muito rica do ponto vista bioespeleológico, provavelmente uma das mais ricas de todo o MCE.

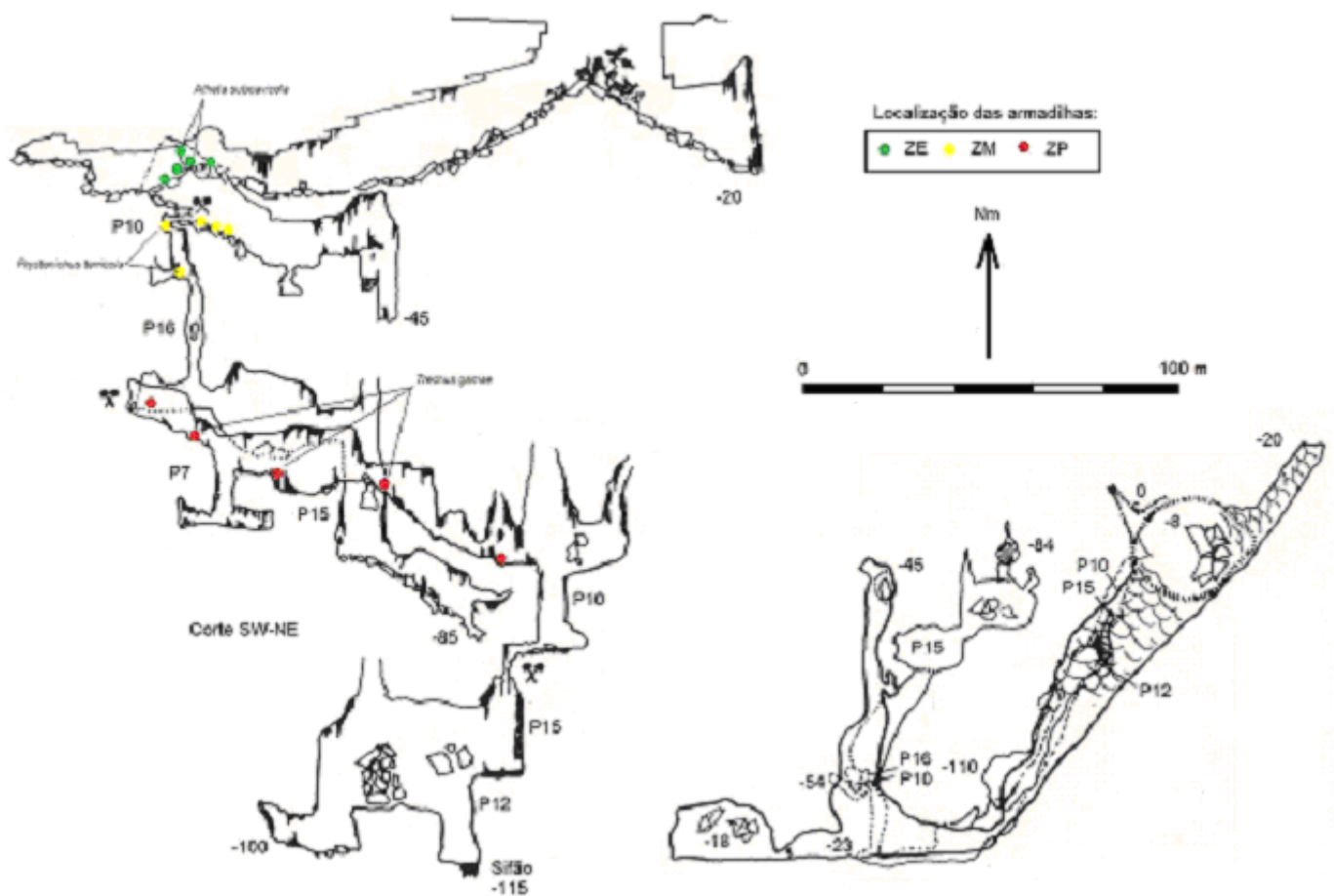


Figura 6. Representação topográfica do Algar do Ladoeiro, com indicação da localização das armadilhas.. Topografia: modificado de C. Thomas, 1985.

Algar da Arroteia

No Algar da Arroteia, situado no topo norte do planalto de Santo António, foi encontrado na base do poço de acesso às galerias, o coleóptero epígeo *Macrothorax rugosus* Fabricius, que terá sido arrastado para a base do poço pela forte pluviosidade que fustigou o maciço nos meses de Inverno. O coleóptero hipógeo *Trechus gamae* n. sp. aparece na zona profunda, numa galeria fósil com humidade elevada a cerca de 70 m de profundidade.

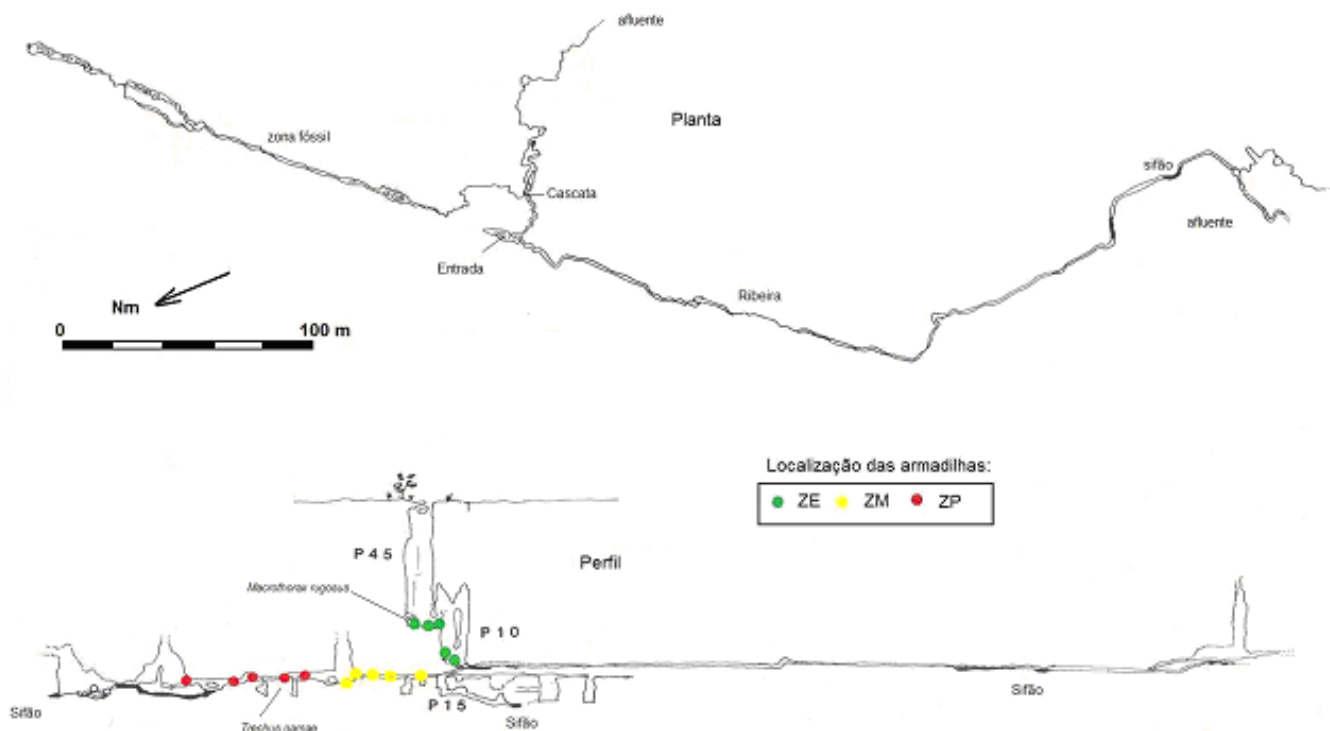


Figura 7. Representação topográfica do Algar da Arroteia, com indicação da localização das armadilhas. Topografia: modificada de C. Thomas, 1985.

4.2.3 Subunidade da Serra de Aire/ Planalto de São Mamede

Gruta dos Moinhos Velhos / Gruta da Contenda

A Gruta dos Moinhos Velhos (Fig. 8), possui um tramo de 300 m transformado para turismo, com cerca de 360.000 visitantes por ano. Não foram encontrados quaisquer coleópteros no seu interior, nem no tramo turístico, nem na zona fósil não sujeita a pressão turística. Tal facto, deve-se às profundas alterações induzidas pela transformação turística sofrida. Embora se verifique uma diferença na composição da fauna a nível de outras ordens como os colêmbolos e

os isópodes, cuja presença de exemplares hipógeos se verifica na zona não perturbada, em contraste com a presença de exemplares epígeos na zona turística.

A existência de um esgoto urbano, canalizado directamente para a zona do sifão das areias, põe em risco toda a fauna cavernícola, assim como a saúde pública.

A Gruta da Contenda (Fig. 9), cavidade integrante do sistema da Gruta dos Moinhos Velhos, é uma exurgência temporária que verte as suas águas no Polje de Mira-Minde. No seu interior verificou-se uma rápida colonização no período pós inundaçãõ. Uma semana após o *terminus* de emissão de água, a galeria inicial até ao primeiro sifão encontrava-se completamente recolonizada por organismos troglóbios terrestres de diversas ordens.

O coleóptero hipógeo *Trechus lunai* n. sp. foi capturado numa zona afastada da entrada e o coleóptero epígeo *Ocys harpaloides* Serville no início da galeria, numa zona de corrente de ar situada entre as duas entradas conhecidas. Tal como a Gruta dos Moinhos Velhos, esta cavidade apresentou uma temperatura elevada devido à baixa cota a que se desenvolve.

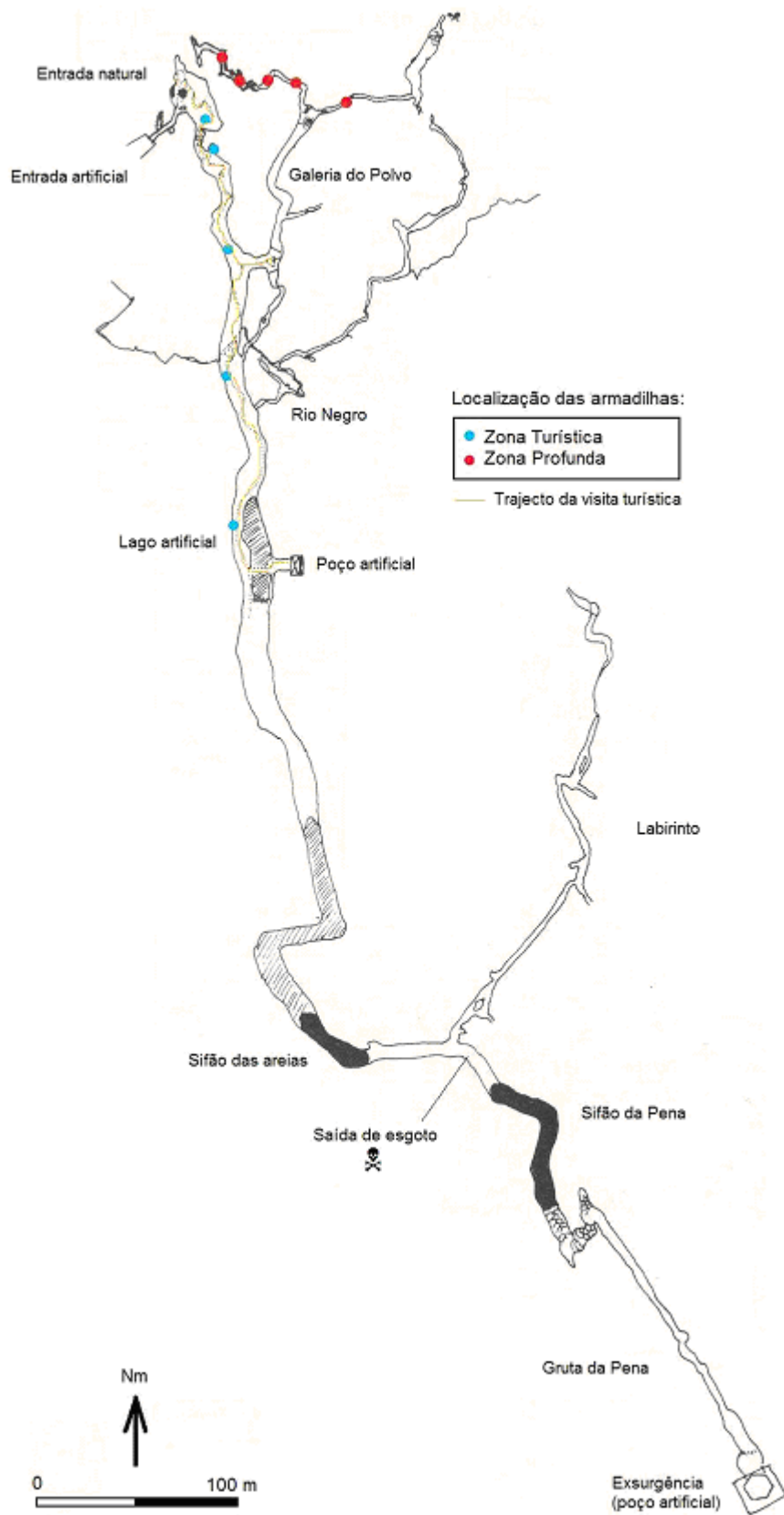


Figura 8. Representação topográfica da Gruta dos Moinhos Velhos, com indicação da localização dos pontos de amostragem. Topografia: modificada de C. Thomas, 1985.

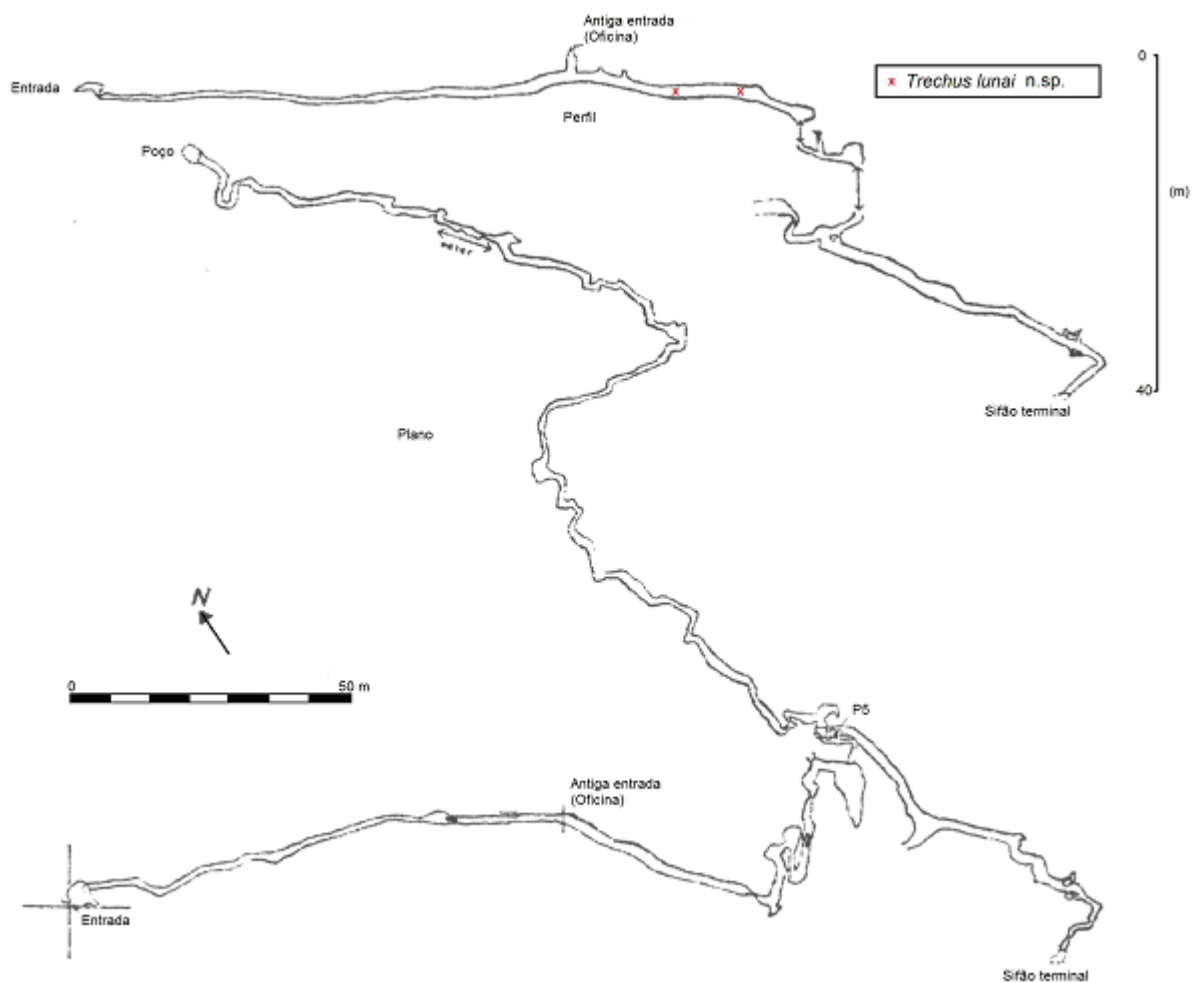


Figura 9. Representação topográfica da Contenda, com indicação dos locais de captura dos coleópteros. Topografia: modificada de “University of London Speleological Expedition to Portugal”, 1957.

Algar da Lomba

O Algar da Lomba, situado na Serra de Aire, tem a sua conexão hidrológica com a Gruta do Regatinho, no bordo do Polje de Mira-Minde. Os coleópteros encontrados foram os guanóbios *Atheta subcavicola* Brisout e *Pristonychus terricola* subsp. *reichenbachii* Schaufus e a espécie epígea *Macrothorax rugosus* Fabricius, recolhidos na base do poço de acesso, a 80 m de profundidade.

A ausência de coleópteros hipógeos dever-se-á, provalvemente, à forte circulação de ar que se faz sentir ao longo da galeria principal da cavidade, uma vez que as espécies hipógeas, devido à sua menor resistência à dessecação, tendem a não ocupar este tipo de galerias.

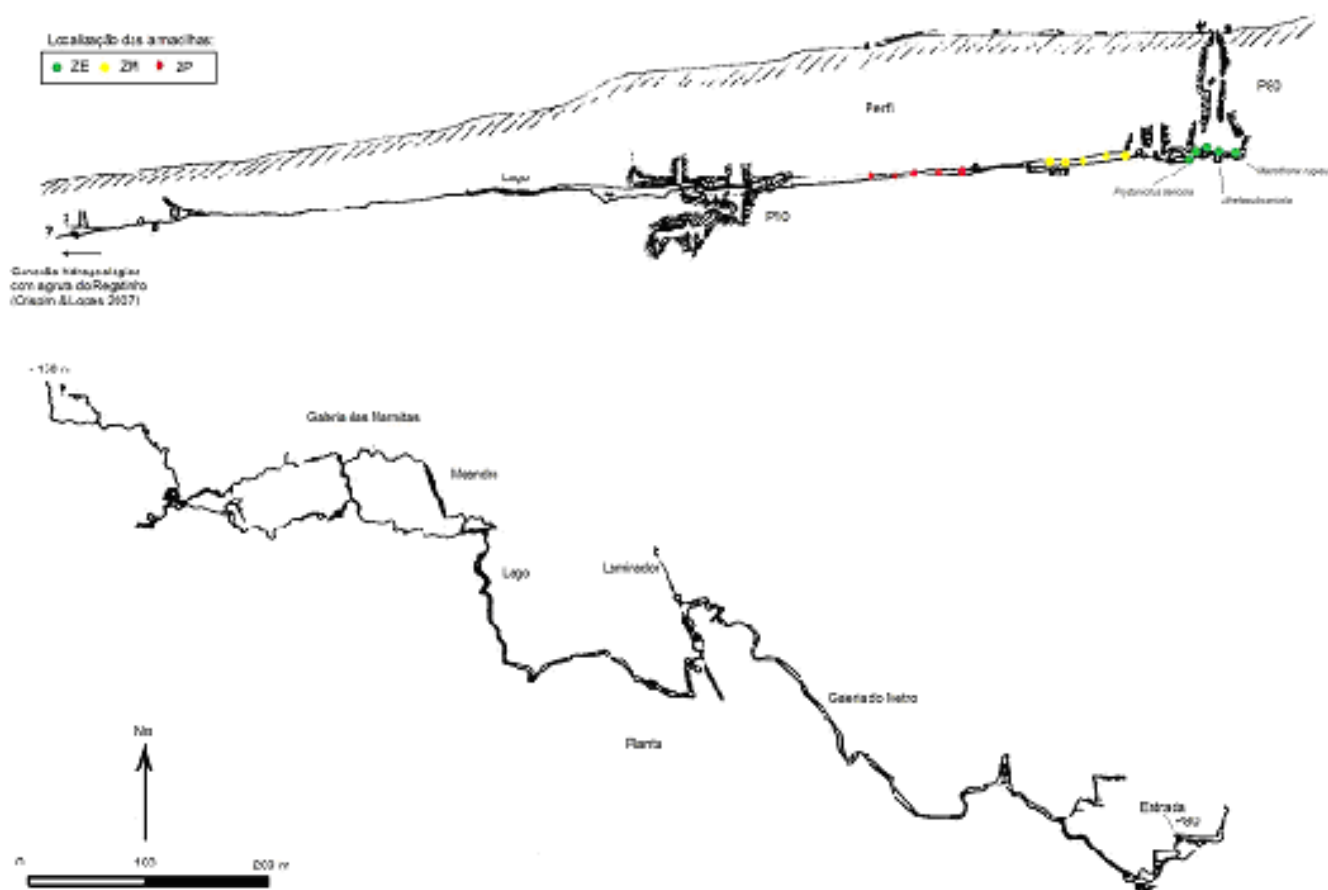


Figura 10. Representação topográfica do Algar da Lomba, com indicação da localização das armadilhas. Topografia: modificada de C. Thomas, 1985.

Gruta do Almonda

A Gruta do Almonda, encontra-se dividida em duas partes por um extenso sifão: Almonda Velho e Almonda Novo, às quais se acede por entradas distintas.

Na zona da cavidade do Almonda Velho, que foi amostrada através de busca activa, foi encontrado um exemplar do coleóptero hipógeo *Trechus lunai* n. sp..

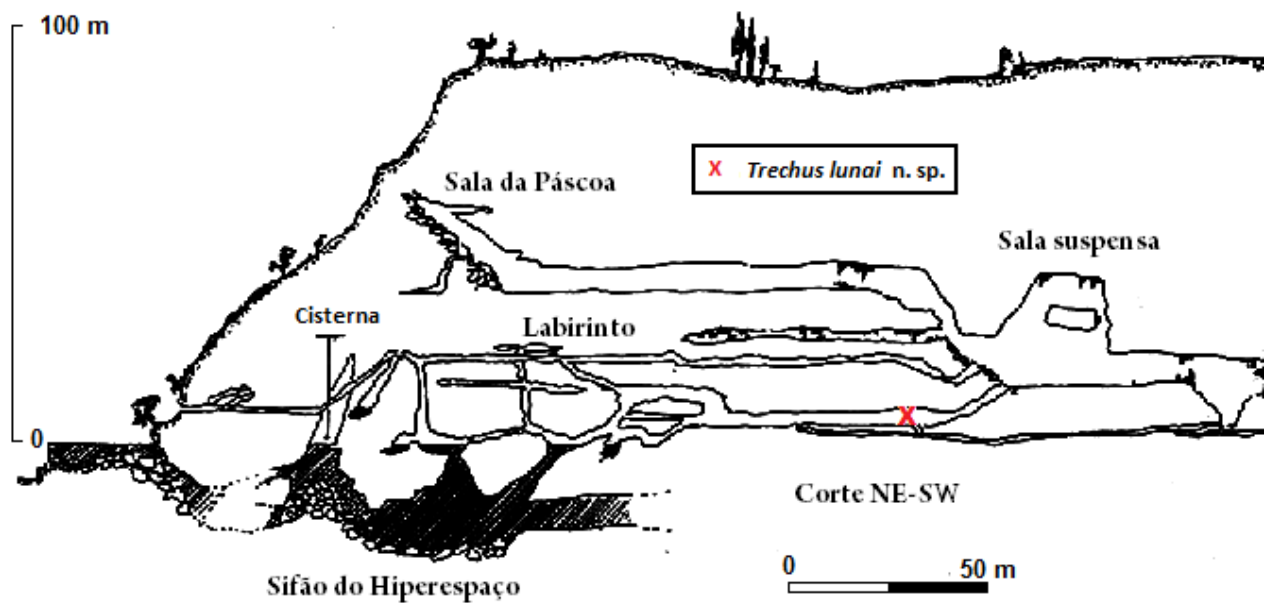


Figura 11. Representação topográfica da Gruta do Almonda Velho, com indicação dos locais de recolha dos coleópteros. Topografia: modificada de C. Thomas, 1985.

4.3 Variação da ocorrência de coleópteros

A variação temporal da ocorrência de coleópteros hipógeos apenas pode ser observada na espécie *Trechus gamae* n.sp., uma vez que as cavidades onde foi encontrado *Trechus lunai* n.sp., apenas foram monitorizadas através de busca activa, fora dos períodos de inundação.

A existência de um aumento do número de exemplares capturados, ao longo do período de amostragem, evidencia uma estreita relação com os níveis hídricos

das cavidades. A forte pluviosidade que assolou o MCE durante os meses de Inverno, provocou o aumento dos níveis de água nas cavidades amostradas, verificando-se a ausência da espécie *Trechus gamae* n.sp. na maior parte das cavidades. Os exemplares recolhidos, encontravam-se numa galeria fóssil e não sujeita a inundações e gotejo, a cerca de 70 m de profundidade no Algar de Gralhas VII.

Tabela 2. Variação temporal da ocorrência de exemplares de *Trechus gamae* n. sp. ao longo do período de amostragem. (Siglas: GVII – Algar de Gralhas VII, PN – Algar do Pena, CHR – Algar da Cheira, LDR – Algar do Ladoeiro, ART – Algar da Arroteia).

Meses/Cavidades	GVII	PN	MARII	ART	LDR
Dezembro	1	-	-	-	-
Janeiro	1	-	-	-	-
Fevereiro	3	-	-	-	-
Março	7	-	-	-	-
Abril	6	6	1	3	1
Maio	6	3	3	3	1

Parece não existir uma relação directa entre a ocorrência de espécies hipógeas. Analisando a presença da espécie hipógea *Trechus gamae* n. sp., esta parece não estar relacionada com a temperatura, uma vez que ocorre tanto nas cavidades mais quentes (17°C, Algar de Marradinhas II), como nas cavidades mais frias (13,5°C, Algar do Pena).

A profundidade parece ser um factor determinante na distribuição das espécies de coleópteros. As espécies epígeas têm a sua distribuição confinada a zonas próximas das entradas, onde se verificou a total ausência de espécies hipógeas.

Relativamente aos coleópteros, o meio subterrâneo profundo e aparentemente pobre em recursos alimentares, parece ser habitado apenas por espécies hipógeas com algum grau de troglomorfismo (redução ocular e despigmentação). Neste domínio verifica-se a total ausência de coleópteros

epígeos. Salienta-se a presença do coleóptero *Pristonychus terricola* subsp. *reichenbachii* Schaufus, em zonas intermédias das cavidades.

4.4 Descrição de duas novas espécies de coleópteros hipógeos

Two new species of cave dwelling *Trechus* Clairville 1806 of *fulvus* group (Coleoptera, Carabidae: Trechinae) from Portugal.

Reboleira, S.¹, Gonçalves, F.J.¹ & Serrano, A.R.M.²

¹ CESAM & Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro

² Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa

Abstract

Two new cave-dwelling ground beetle species, *Trechus gamae* n. sp. and *Trechus lunai* n. sp., from Portugal, are described. The work provides diagnostic characters and in particular the structure of male genitalia. The new species by their morphological characters are included in the *Trechus fulvus*-group.

An identification key to species of the *T. fulvus*-lineage in the Estremenho karstic massif is given and biogeographical comments are also included.

Keys-words: Coleoptera, Carabidae, *Trechus*, new species, Estremenho karstic massif, caves, Portugal.

Introduction

The genus *Trechus* Clairville includes more than 500 species (Casale *et al.* 1998), with world distribution in Holartic Region and East Africa. As a consequence of geophilic, lucifugous and hygrophilous affinities, this genus exhibits a large geographic range and is very successful in hypogean life. According to Jiménez-Valverde & Ortuño (2007) there are 49 known species, 13 of them exclusive from caves in the Iberian peninsula.

Only one species of cave dweller beetle was known for Continental Portugal: *Trechus machadoi* Jeannel. It was described in 1942 based on two exemplars from Alcobertas cave, collected by António de Barros Machado (Jeannel 1942). In 1975, E. Vives gave a new location to this species (Contenda cave) but this work does not provide any morphological details on male genitalia. Vives (*op. cit.*) also refers that this is a rare beetle, close to *Trechus fulvus*, living in very humid caves.

Estremenho Karstic Massif, is the largest Portuguese limestone unit (Fig. 1). Located in the centre of the country, it is composed by three major geological

subunits, of middle Jurassic (Dogger) limestone, separated by two main depressions, one of them an active polje with periodical inundations (Martins 1949).

The aim of this work is to describe two new species of the genus *Trechus* Clairville from Portugal, both of the *T. fulvus* group. The species belonging to the *T. fulvus*-group are recognized by a combination of characters given by Jeannel (*op. cit.*). Representatives of this group are distributed throughout North Africa, the Iberian Peninsula and the North Atlantic coast of Europe. (Jeannel 1927).

We We also discuss the relationships between these species and their closest forms. Furthermore we give a key to the males of all known species of the *T. fulvus*-lineage found in Estremenho Karstic Massif.

Material and Methods

Field work was conducted in 8 caves within the three subunits of Estremenho Karstic Massif: Serra dos Candeeiros, Planalto de Santo António and Serra de Aire/Planalto de São Mamede (Figure 1). Each cave was monitored in three different zones, one near the entrance, another in the deep part and one more in a central zone. Monitorization was conducted to a maximum depth of -120m. Sets of five pitfalls traps (each trap: 5 cm radius, 6 cm depth, and 1 cm diameter tube fixed inside at the centre) were used in each selected zone of the caves during a period of 6 months. The traps were checked and material collected monthly, from November 2006 to May 2007. The traps were partly filled with 1,2-Propanodiol, and pig liver was used as attractive lure. The traps were covered with small stones to avoid the entrance of water and disturbance from small vertebrates. Active search has also been done.

The morphological study of adult specimens, including measurements and drawings of the new species, was performed with a Wild M5 stereoscopic microscope equipped with a dissecting microscope ocular micrometer and a drawing tube. The measurements done were body length (apex of labrum to apex of longer part of the elytron), head length (apex of labrum to the middle region between the posterior area of tempora), head width (measured across the head and between the eyes), eyes length (measured from anterior to posterior margin along middle region), eyes width (measured from basal margin to upper margin along middle region), pronotum length (measured from anterior to basal margin along midline), pronotum width (between the widest region of the lateral margins), elytron length (basal margin near scutellum to apex of the longer elytron) and elytra width (measured across the widest point of elytra).

The *Trechus machadoi* lectotype was studied. However the specimen did not have its genitalia and the legal depository of this lectotype (Muséum National d'Histoire Naturelle - Paris) gave us the information that the microscopic preparation with genitalia had been lost. Therefore our study was mainly based on the description and drawings of *T. machadoi* given by Jeannel (1942, p.10, Fig. 1). A specimen of *Trechus fulvus fulvus* from Santa Margarida da Serra (Serra de Grândola) was also observed (Fig. 2).

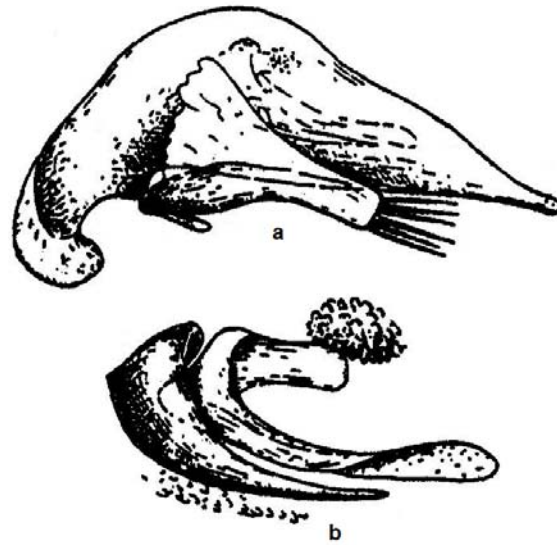


Figure 1 - *Trechus machadoi* n. sp., aedeagus. (a) Median lobe in left lateral view; (b) Copulating pieces. From: Jeannel, 1942.

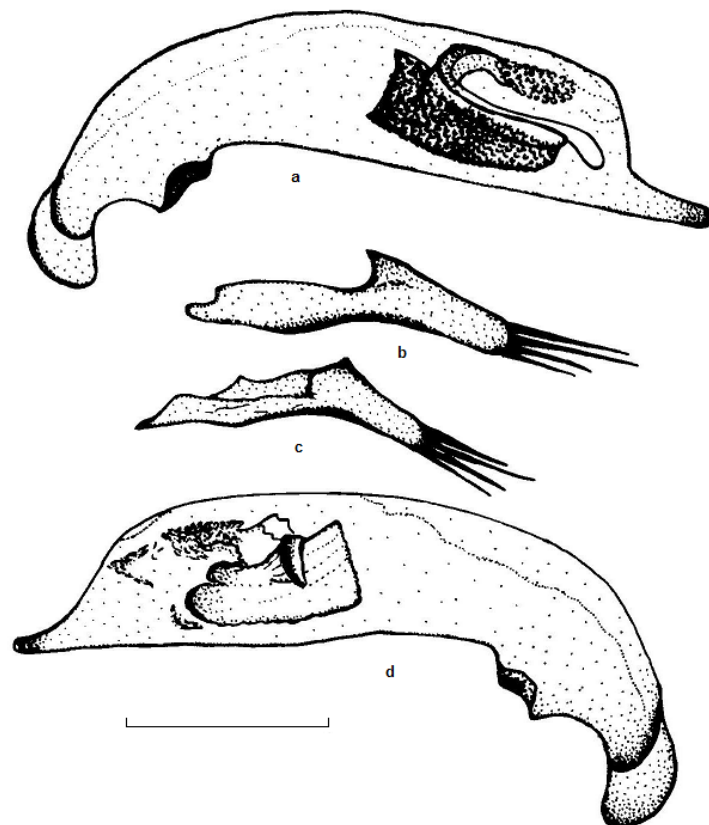


Figure 2. *Trechus fulvus*. (a) Median lobe in left lateral view; (b) left paramere (c) right paramere; (d) Median lobe in right lateral view. Scale bar: 0,25 mm.

Alcobertas cave, the type locality of *T. machadoi* was monitored during 6 months, but without success concerning this species. This is probably a

consequence of a strong anthropogenic intervention in the beginning of the 1970's, for tourism concerns. The aim of these anthropogenic actions had not been finished until nowadays and deep changes were introduced in the cave, like the opening of a second entrance almost in the end of the main gallery which changed drastically the cave environment.

Results

Trechus gamae Reboleira & Serrano n. sp.

Figure 3.

Holotype: ♂: Algar de Marradinhas II, 18.V.2007, S. Reboleira leg.

Paratypes: Algar de Gralhas VII: 1♀ 16.XII.2006, 1♀, 13.I.2007, 1♀, 1♂ 10.II.2007, 2♂♂, 6♀♀ 24.III.2007, S. Reboleira leg.; Algar do Pena, 1♂, 5♀♀ 11.IV.2007, 1♂, 1♀, 1♀, 9.V.2007, S. Reboleira leg.; Algar de Marradinhas II, 1♀, 04.II.2007, 1♀, 10.IV.2007, S. Reboleira leg.; Algar da Arroteia, 3♀♀, 18.III.2007, S. Reboleira leg.; Algar do Ladoeiro, 2♀♀, 17.III.2007, S. Reboleira leg. Holotype and paratypes in 1,2-Propanodiol, except 1♀ 9.V.2007 from Algar do Pena (dry prepared).

Diagnosis: Microphthalmous. Apterous. Light brown pigmentation. Pronotum transverse and slightly cordate. Elytra convex, protruding shoulder, with eight defined striae. Shoulder with a small tooth. Both sexes show similar external morphology, except for the first two segments of anterior tarsus, which are dilated in males. Recognised by the shape of the aedeagus. Median lobe of the aedeagus with apex strongly acuminate (Fig. 3).

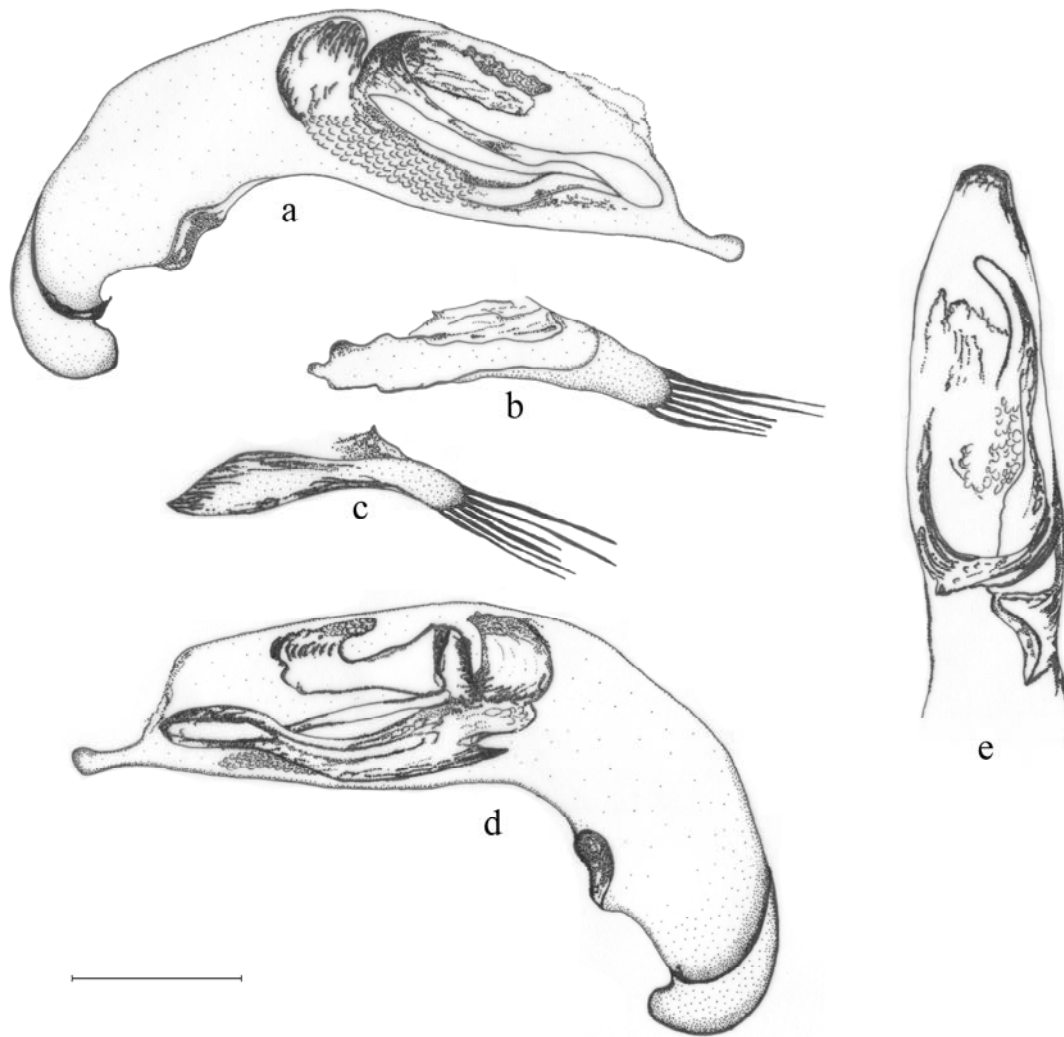


Figure 3. *Trechus gamae* n. sp., aedeagus. (a) Median lobe in left lateral view; (b) left paramere (c) right paramere; (d) median lobe in right lateral view; (e) median lobe in dorsal view. Scale 0,25 mm.

Description: Holotype: length: 4,83 mm width: 1,86 mm. Paratypes: length: 3,94 – 5,44 mm (females) 4,83 – 5,38 (males) width: 1,47 – 2,11 mm (females) 1,82 – 2,05 mm (males).

Head about 1,1 times wider than long [length: 0,67 – 1,12 mm (females) 0,77 – 1,06 mm (males), width: 0,80 – 1,09 mm (females) 0,96 – 1,06 mm (males)]. Eyes reduced, about 1,3 times wider than long.

Pronotum slightly cordiform, convex and transverse, about 1,2 times wider than long [length: 0,83 – 1,12 mm (females) 0,99–1,09 mm (males) width: 1,02 – 1,41 mm (females) 1,25 – 1,41 mm (males)].

Elytra: Oblong, [length: 2,43 – 3,23 mm (females) 3,04 – 3,23 mm (males) width: 1,47 – 2,11 mm 1,82 – 2,05 mm]. Apterous.

Chetotaxy: Elytral setae as in *Trechus fulvus*. Umbilical series normal (4+2+2).

Legs: As the nominal *Trechus fulvus*.

Aedeagus: Median lobe of the aedeagus with apex strongly acuminate. Sclerites of the internal sac and the dorsal scale plate well developed.

Etymology: This species is dedicated to the portuguese entomologist Maria Manuela da Gama, a world eminent expert on Collembola, who had greatly contributed to the taxonomic and faunistic knowledge of the cave fauna.

Ecological features

The localities studied are all caves belonging to the Planalto de Santo António, the central subunit of Estremenho karstic massif.

T. gamae n. sp. appears in the deep parts of the caves (from -30m to -100 m), where food resources are apparently poor. In these sites of the caves the air humidity levels are very high (above 98%) and temperature ranges from 13,5°C (Algar do Pena) to 16,5°C (Algar de Marradinhas II).

This new species was the only hypogean beetle sampled in those caves during the 6 months period analysed. However, beyond some species of other orders like Araneae, Chilopoda, Symphyla, Collembola, Diplura, Psocoptera, Isopoda, we also found the troglophile ground beetle *Pristonychus terricola reichenbachi* Schaufuss.

***Trechus lunai* Reboleira & Serrano n. sp.**

Figure 4.

Holotype: ♂ Gruta do Almonda Velho, 01.I.1991 F. Regala & R. Mergulho leg., Gruta do Almonda. Deposited in coll. A.Serrano, Fac. Cien. Univ. Lisboa.

Paratypes: Gruta do Almonda Velho, 1♀, 30.IV.2007, S. Reboleira leg., 1♂ 01.I.1991, F. Regala & R. Mergulho leg.; Gruta da Contenda, 1♂ (51-CTD), 27.I.2007, S. Reboleira leg. (in 1,2-Propanodiol) Deposited in the collection of the senior author, Department of Animal Biology (Lisbon).

Diagnosis: Microphthalmous. Apterous. Light brown pigmentation. Integument microreticulate in the head. Pronotum transverse and slightly cordate. Elytra convex, protruding shoulders. Both sexes show similar external morphology, except for the first two anterior tarsomeres, which are dilated in males. Median lobe of the aedeagus with basal margin strongly arcuate outwards, absence of the dorsal scales plate of the inner sac (Fig. 4).

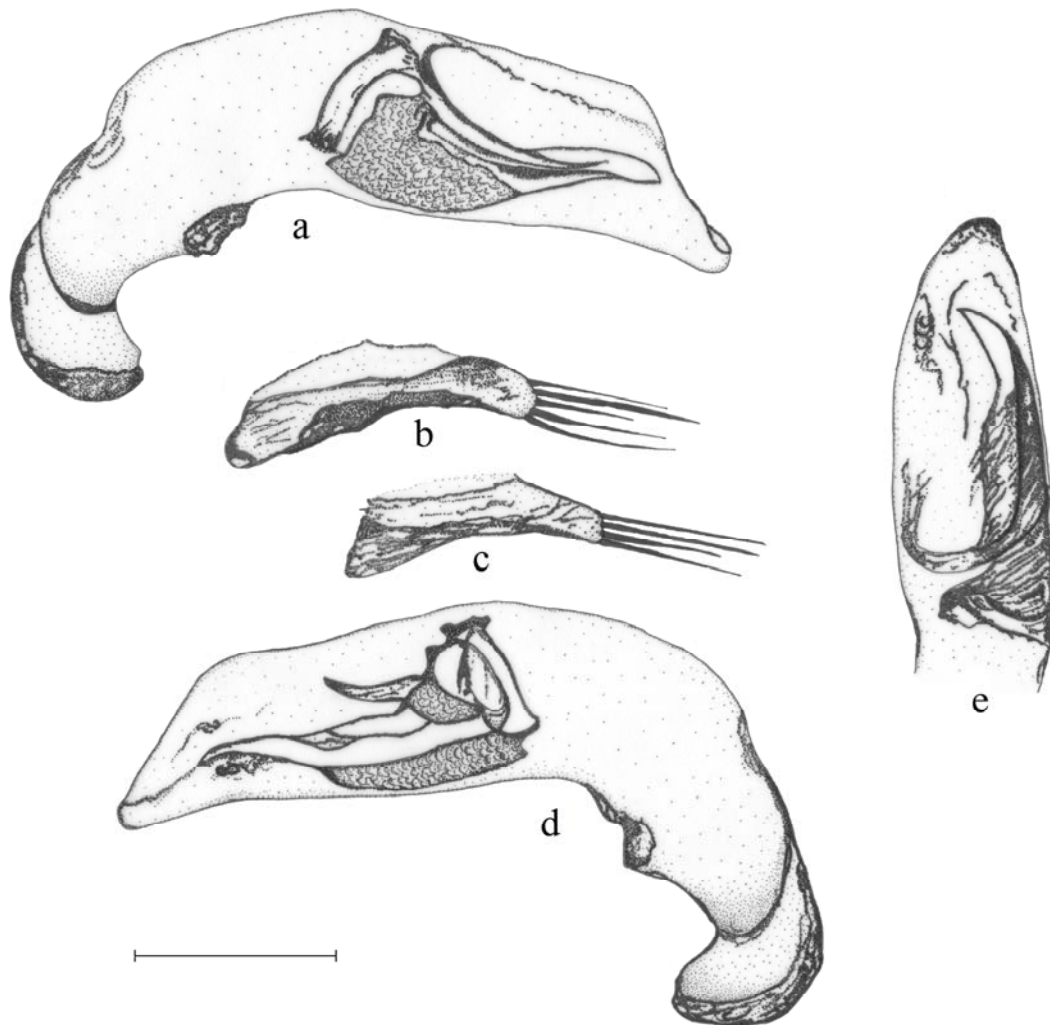


Figure 4. *Trechus lunai* n. sp., aedeagus. (a) Median lobe in left lateral view; (b) left paramere (c) right paramere; (d) Median lobe in right lateral view; (e) median lobe in ventral view. Scale bar: 0,25 mm.

Description: Holotype: length: 4,42 mm, width: 1,73 mm . Paratypes: length: 3.55 – 4,73 mm width: 1,76 – 1,92 mm (males and females).

Head: Wider than long [length: 0,74 – 0,88 mm width: 0,86 – 0,96 mm (males and females)] . Reduced eyes which are also wider than long.

Pronotum: Transverse [length: 0,9 – 0,97 mm width: 1,15 – 1,22 mm (males and females)] about 0,76x longer than wide.

Elytra: Oblong [length: 2,72 – 2,88 mm width: 1,73 – 1,92 mm]

Apterous. Shoulder with a small tooth.

Chetotaxy: Elytral setae as in *Trechus fulvus*. Umbilical series normal (4+2+2).

Legs: As the nominal *Trechus fulvus*.

Aedeagus: Median lobe of the aedeagus with basal margin strongly arcuate outwards, absence of the dorsal scales plate of the inner sac.

Etymology: In a modest homage to his memory, this species is dedicated to the Portuguese entomologist Eduardo Luna de Carvalho, a world eminent expert on Coleoptera Paussinae and Strepsiptera.

Ecological features

Trechus lunai n. sp. is known from two caves in the west and in the south limit of Serra de Aire/Planalto de São Mamede subunit in the east part of Estremenho karstic massif. It was collected by active search, due to the seasonal flooding of those caves, 2 to 3 months during the sampling period. This species appears in the interior parts of caves, with high humidity (above to 98%) and and temperature near 17°C. This was also the only hypogean beetle registered in those caves. *Pristonychus terricola reichenbachii* is also the only troglophile beetle that occurs.

Taxonomic position and biogeographical comments

In a similar manner to *T. machadoi* and taking into account the morphological features proposed by Jeannel (1927), *T. gamae* n. sp., and *T. lunai* n. sp. must be included in the *T. fulvus*-group.

The external morphology of all these species is very similar. The best features to differentiate them are the shape of the median lobe of aedeagus and the development of sclerites of the internal sac. The eye size is also a useful feature to differentiate *T. fulvus* from the three supracited remaining species. While *T. fulvus* exhibits well developed eyes, the three latter species present reduced eyes.

Trechus gamae n. sp. is very close to *T. machadoi* taking into account the development of the sclerites of the internal sac and of the dorsal scales plate. Nevertheless, the shapes of their median lobes in lateral view are quite different (*cf.* Figs. 1 and 3). On the other hand *T. lunai* n. sp. can be easily discriminated from *T. gamae* n. sp. and *T. machadoi* by the form of the median lobe of aedeagus and also by the minor development of the sclerites of the internal sac and the absence of the dorsal scales plate in the same structure (*cf.* Figs. 4 and 2). This last feature segregates also *T. lunai* n. sp. from *T. fulvus*.

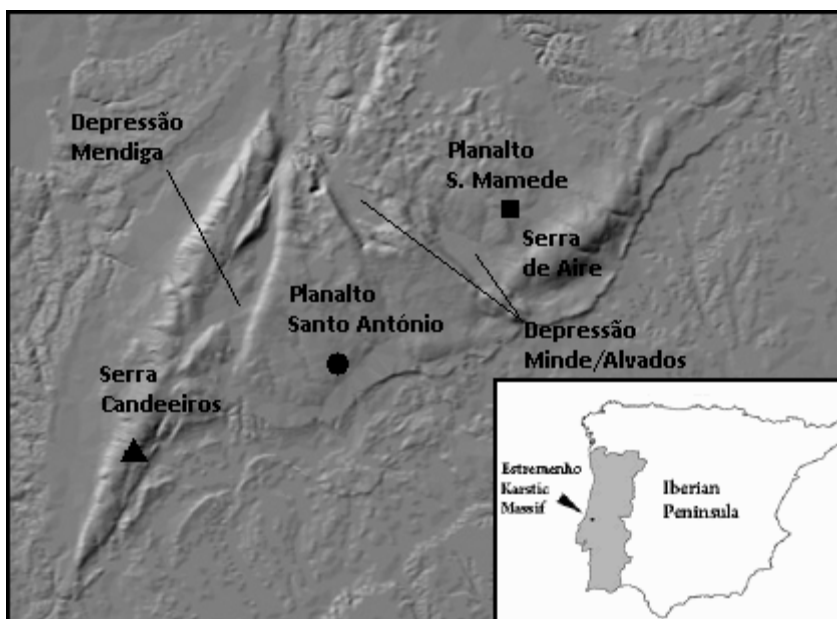


Figure 5. Geographic distribution of the *Trechus* species of the *fulvus*-group in the Estremenho karstic massif: *Trechus machadoi* (triangle), *Trechus gamae* (circle) and *Trechus lunai* (square).

The status of new species for these two assemblages of specimens is reinforced by their geographic isolation (*T. gamae* n. sp. was exclusively found in Planalto de Santo António and *T. lunai* n. sp. was only found in Serra de Aire/Planalto de S. Mamede). On the other hand, each assemblage presents stable morphological features concerning the aedeagus and the size of the eyes. Vives (1975) recorded *T. machadoi* for Contenda cave in the subunit Serra de Aire/Planalto de S. Mamede. However, after our results we think that Vives' specimens (*op cit.*) probably belong to *T. lunai* n.sp.. Therefore, *T. machadoi* is probably confined to the subunit of Serra dos Candeeiros. *Trechus machadoi* and the new species are of rather recent origin, radiating from epigeal *T. fulvus*. As a consequence of this we are facing a group of sibling species isolated in different hypogean subunit blocks within the same massif, functioning like islands. There are many examples of these speciation pattern in other hypogean *Trechus* of the Iberian Peninsula (Ortuño & Arillo 2005).

These two new species are confined to deep cave areas, with apparently poor food resources. They were never found near cave entrances, nor areas with accumulated organic material like bat guano. Furthermore their microphthalmic characters lead us to believe that they are true troglobites.

Key to the species of the *T. fulvus*-lineage in the Estremenho Karstic Massif

1. Eyes well developed; aedeagus as in Fig. 2 *T. fulvus*
 Eyes reduced; aedeagus different from above 2

2. Dorsal scales plate absent; aedeagus as in Fig. 4..... *T. lunai* n. sp.
 Dorsal scale plate present; aedeagus not like Fig. 4. 3
3. Median lobe of aedeagus (lateral view) strongly enlarged in the middle region;
 Apical region of the median lobe (lateral view) with dorsal margin slightly downing
 toward apex (Fig. 1)..... *T. machadoi*
 Median lobe of aedeagus (lateral view) not enlarged in the middle region; Apical
 region of the median lobe (lateral view) with dorsal margin abruptly downing before
 apex (Fig. 3)..... *T. gamae* n. sp.

Aknowledgments

We want to express our gratitude to Azadeh Taghavian from Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris for sending *T. machadoi* lectotype for studying purposes. We also want to thank to all the Portuguese caving groups for their support in the field work (CEAE-LPN, NEUA, GPS, NEL, AES and ECLER) and to Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (PNSAC) for all the logistic support in the field work.

References

- Casale A, Vigna-Taglianti A, Juberthie Ch. 1998. Coleoptera Carabida, pp. 1047–1081. In: “*Encyclopaedia biospéologica*”. Juberthie C, Decu V, editors, Volume 2, Moulis (France), Société de Biospéologie.
- Jeanne C. & Zaballos JP. 1986. Catalogue des Coléoptères Carabiques de la Péninsule Ibérique. *Supplément au Bulletin de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 1–200.
- Jeannel R. 1927. Monographie des Trechinae 2. Morphologie comparée et distribution géographique d'un groupe de Coléoptères. *L'Abeille*, 33:1–592.
- Jeannel, R. 1941. Premières explorations des grottes du Portugal par A. de B. Machado. Coléoptères. *Annals da Faculdade de Ciências do Porto*, 26 (2): 5-15.
- Jiménez-Valverde, A. & Ortuño, V.M. 2007. The history of endemic Iberian ground beetle description (Insecta, Coleoptera, Carabidae): which species were described first? *Acta Oecologica*, 31: 13-31.
- Martins, A.F. 1949. *Maciço Cálcario Estremenho. Contribuição para um estudo de geografia física*. Oficinas da impressão de Coimbra.

- Ortuño, V. & Arillo, A. 2005. Description of a new hypogean species of the genus *Trechus* Clairville, 1806 from eastern Spain and comments on the *Trechus martinezi*-lineage (Coleoptera: Adephaga: Carabidae). *Journal of Natural History*, 39(40): 3483–3500.
- Serrano, A.R.M. & Borges, P.A.V. 1995. A new subspecies of *Trechus fulvus* Dejean, 1831 (*Trechus fulvus madeirensis* n. ssp.) from the Madeira Island with some biogeographical comments. *Bol. Mus. Mun. Funchal*, 4:663-670.
- Serrano J. 2003. Catálogo de los Carabidae (Coleoptera) de la Península Ibérica. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa, 130 p. (Monografías S.E.A.; 9).
- Vives, 1972. Coleópteros cavernícolas nuevos o interesantes de la Península Ibérica y Baleares. *Speleon*, 22: 159-169.
- Zaballos JP, Jeanne C. 1994. Nuevo catálogo de los carábidos (Coleoptera) de la Península Ibérica. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa, 159 p. (Monografías S.E.A.; 1).

Considerações finais

Com base na realização dos objectivos propostos, a presente dissertação contribuiu para um melhor conhecimento da biodiversidade dos coleópteros cavernícolas do Maciço Calcário Estremenho. Este estudo permitiu verificar que a distribuição dos coleópteros hipógeos se encontra confinada às partes profundas das cavidades e aparentemente pobres em recursos alimentares. A diversidade coleopterológica, verificada nas cavidades do MCE, continua a ser muito baixa, ideia que vem reforçar as teorias existentes nos trabalhos anteriores.

Este trabalho resultou na publicação da descrição de duas novas espécies de *Trechus* Clairville 1806 cavernícolas, do grupo *fulvus*.

A compartimentação do MCE em três subunidades, permitiu o isolamento geográfico das três espécies conhecidas actualmente. Desta forma, pensamos que o *Trechus lunai* n. sp. está confinado ao domínio hipógeo da subunidade composta pela Serra de Aire/Planalto de São Mamede, o *T. gamae* n. sp. ao Planalto de Santo António e o *T. machadoi* Jeannel à Serra dos Candeeiros.

O *Trechus machadoi* e as novas espécies constituem especiações recentes, provenientes de uma adaptação recente do epígeo *Trechus fulvus* Dejean.

À semelhança de outros exemplos deste padrão de especiação em espécies hipógeas de *Trechus* Clairville na Península Ibérica, estamos perante um grupo de espécies irmãs, isoladas no meio hipógeo de diferentes subunidades, dentro do mesmo maciço, que funcionam como ilhas.

O conhecimento da diversidade das espécies troglóbias constitui um pequeno passo no caminho da sua conservação. Este património endémico e extremamente sensível, encontra-se permanentemente em risco, face às

agressões diárias a que se encontra sujeita toda a área de drenagem hipógea deste Maciço.

Referências Bibliográficas

- Alho, J.M. 1997. *Guia do Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros*. Adsaica, IPAMB.
- Behrens, H., Beims, U., Dieter, H., Dietze, G., Eikmann, T., Grummt, T., Hanisch, H., Henseling, H., Käß, W., Kerndorff, H., Leibundgut, C., Müller-Wegener, U., Rönnefahrt, I., Scharenberg, B., Schleyer, R., Schloz, W., and Tilkes, F. 2001. Toxicological and ecotoxicological assessment of water tracers. *Hydrogeology Journal*, **9**: 321-325
- Bellés, X. 1987. *Fauna cavernícola i intersticial de la península ibèrica i les illes Balears*. Editorial Moll, Mallorca.
- Canais, F. & Fernandes, J. 1999. *Lapas e Algares da Serra de Santo António*. Subterra Grupo de Espeleologia. Torres Novas.
- Cigna., A.A., 2002. Monitoring of caves. *Acta carsologica*, **31** (1): 175-177.
- Coiffait, H. 1962. Voyage au Portugal du Dr. K. Lindberg. Resultats zoologiques. 4. Coléoptères cavernicoles. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais*, **9** (24): 77-85.
- Cons, D. 1959. The Caves of Serra de Aire Massif, Central Portugal. *The Transactions of the Cave Research Group of Great Britain*, **5** (2): 61-105.
- Costa, J.C., Aguiar, C., Capelo, J., Lousã, M. & Neto, C., 1998 - Biogeografia de Portugal Continental. *Quercetea* 0:5-56. 0 : 5-56.
- Culver, D.C. 2001. Subterranean Ecosystems, pp. 527-540. In *“Encyclopedia of Biodiversity”*, Academic Press, Volume 5.
- Curl, R. 1964. On the definition of a cave. *National Speleological Society, Bulletin* **26**: 1-6.
- Erwin, T.E. 1997. Biodiversity at its Utmost: Tropical Forest Beetles, Chap.4, pp. 27-40. In *“Biodiversity II. Understanding and Protecting our Biological Resources”*.M. L. Reaka-Kudla, Don E. Wilson & E. O. Wilson Eds, Joseph Henry Press, Washington, 551 pp.
- Fleury, E. 1925. *Portugal Subterrâneo – ensaio de espeleologia portuguesa*. Colecção Natura, Lisboa.
- Gama, M.M. da & Afonso, O. 1994. Portugal,. pp. 771-778. In *“Encyclopaedia Biospeologica”*., C. Juberthie, & Decu Eds, V. Tome I.

- Gibert, J. & Deharveng, L. 2002. Subterranean Ecosystems: A Truncated Funcional Biodiversity. *BioScience*, **52** (6): 473-481.
- Jeannel, R. 1941. Premières explorations des grottes du Portugal par A. de B. Machado. Coléoptères. *Annaes da Faculdade de Ciências do Porto*, **26** (2): 5-15.
- Juberthie, C. 1992. *Les Habitats souterrains et leur protection*. Laboratoire Souterrain du CNRS, Moulis.
- Kranj, A. & Opara B. 2002. Temperature Monitoring in Skocjanske caves. *Acta carsologica*, **31** (1): 85-96.
- Lawrence, J.F. & Newton, A.F. 1995. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names), pp. 779-1092. In "Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera. Papers celebrating the 80th Birthday of Roy A. Crowson". J. Pakaluk & S. A. Slipinski Eds, Museum i Instytut Zoologii PAN, Warszawa, 1092 pp.
- Lindberg, K. 1962. 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.
- Machado, A. B. 1945. Instruções para a exploração biológica de cavernas. *Brotéria, série Cienc. Nat.*, **14** (3): 97-111.
- Machado, A. B. & Machado, B. 1942. Inventário das cavernas calcárias de Portugal. *Actas do I Congresso Nacional de Ciências Naturais. Boletim da Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais*, **13** (3): 444-473.
- Manuppella, G., Moreira, J. B., Costa, J. G., and Crispim, J. A. (1985). Calcários e dolomitos do Maciço Calcário Estremenho. *Est. Notas e Trab. do Serv. Fom. Mineiro*, **27**: 3-48. Lisboa.
- Martins, A.F. 1949. *Maciço Calcário Estremenho. Contribuição para um estudo de geografia física*. Oficinas da impressão de Coimbra.
- Racovitza, E. 1907. Essai sur les problèmes biospéologiques. *Archives de zoologie expérimentale et générale*,. Serie 4, **6** : 371-488.
- Ribera, C. 1988. Descripción del macho de *Nesticus lusitanicus* Fage 1931. (Araneae, Nesticidae). *Publicaciones del Departamento de Zoología de Barcelona*, **14**: 37-42.

- Ribera, C. 1993. *Dysdera caeca* n.sp. y *Harpactea stalitoides* n.sp. (Araneae), dos nuevas especies cavernícolas de Marruecos y Portugal . *Revue Arachnologique*, **10**: 1-7.
- Sket, B., 1999. The nature of biodiversity in hypogean waters and how it is endangered. *Biodiversity & Conservation*, **8** (10): 1319 -1338.
- Spate, A. and Hamilton-Smith, E., 1991. 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.
- Putzeys, J., 1870. *Trechorum oculatorum Monographia*. Stettin. *Entomologische Zeitschrift.*, **31**: 7-48.
- Thomas, C. 1985. *Grottes et Algares du Portugal*. Comunicar, Lda. Lisboa.
- Jiménez-Valverde, A. & Ortuño, V.M. 2007. The history of endemic Iberian ground beetle description (Insecta, Coleoptera, Carabidae): which species were described first? *Acta Oecologica*, 31: 13-31.
- Vandel, A., 1965. *Biospeleology, The biology of cavernicolous animals*. Pergamon Press, London.

ANEXO I

Dados dos espécimes estudados para comparação

Espécimes examinados

Trechus machadoi Jeannel 1942

Lectotipo: ♂ Gruta das Alcobertas, 6.I.1938, B.Machado leg.

Comprimento: 4,85 mm.

Pronoto: Convexo e transverse, aproximadamente 0,74x comprido como largo.

Élitros: length 2,98 mm with 1,87 mm

Trechus fulvus Dejean 1831

St^a Margarida da Serra, 02.V.2007, A. Serrano leg. A. Serrano det.

ANEXO II

Tabela 1. Dados métricos do tipos de *Trechus gamae* n. sp.. Unidade métrica: mm, CT - comprimento total, CC – comprimento da cabeça, LC – largura da cabeça, CP – comprimento do pronoto, LP – largura do pronoto, CE – comprimento dos élitros, LE – Largura dos élitros, Colh – comprimento dos olhos, Lolh – Largura dos olhos.

Exemplar	Sexo	CT	CC	LC	CP	LP	CE	LE	Colh	Lolh
29-GVII	M	5,38	1,06	1,06	1,09	1,41	3,23	2,05	0,13	0,18
9-GVII	M	4,93	0,90	0,99	0,99	1,34	3,04	1,92	0,13	0,18
48-MARII	M	4,83	0,86	0,99	0,99	1,25	2,98	1,86	0,13	0,16
19-PN	M	4,83	0,77	0,96	0,99	1,28	3,07	1,82	0,11	0,19
57-PN	M	5,15	0,86	1,02	1,06	1,34	3,23	1,98	0,14	0,19
27-GVII	F	4,98	0,88	1,04	1,00	1,34	3,10	1,92	0,14	0,21
6-GVII	F	4,96	0,86	1,02	1,02	1,34	3,07	1,92	0,10	0,13
26-GVII	F	4,83	0,90	0,99	1,02	1,28	2,91	1,86	0,14	0,21
13-GVII	F	5,31	1,02	1,06	1,06	1,41	3,23	1,98	0,16	0,19
5-GVII	F	4,70	0,77	1,02	0,96	1,25	2,98	1,82	0,13	0,16
8-GVII	F	4,83	0,80	0,96	0,99	1,25	3,04	1,95	0,13	0,16
7-GVII	F	5,15	0,93	1,02	1,06	1,34	3,17	1,98	0,13	0,18
25-GVII	F	5,12	0,93	0,99	0,96	1,31	3,23	1,98	0,14	0,19
24-GVII	F	5,25	0,96	1,06	1,06	1,41	3,23	2,11	0,11	0,11
28-GVII	F	4,90	0,96	0,99	0,93	1,28	3,01	1,86	0,13	0,14
45-MARII	F	3,94	0,67	0,80	0,83	1,02	2,43	1,47	0,10	0,11
44-MARII	F	4,42	0,77	0,90	0,93	1,12	2,72	1,63	0,10	0,13
36-LDR	F	4,77	0,83	0,99	0,99	1,25	2,94	1,79	0,13	0,16
35-LDR	F	4,29	0,83	0,90	0,90	1,22	2,56	1,70	0,11	0,16
39-ART	F	4,70	0,90	1,02	0,93	1,34	2,88	1,79	0,14	0,18
41-ART	F	4,35	0,80	0,91	0,83	1,15	2,72	1,63	0,10	0,11
40-ART	F	4,74	0,80	1,06	0,96	1,28	2,98	1,79	0,13	0,18
30-PN	F	5,02	0,96	1,06	0,99	1,38	3,07	1,98	0,16	0,19
20-PN	F	5,15	0,93	1,02	1,02	1,34	3,20	2,05	0,13	0,21
21-PN	F	5,15	0,86	1,02	1,06	1,34	3,23	1,95	0,13	0,18
31-PN	F	5,44	1,12	1,09	1,12	1,41	3,20	2,02	0,14	0,18
22-PN	F	5,09	0,96	1,02	1,02	1,28	3,10	1,79	0,16	0,22
58-PN	F	5,18	0,96	1,09	1,06	1,41	3,17	1,95	0,16	0,21

Tabela 2. Dados métricos do tipos de *Trechus lunai* n. sp.. Unidade métrica: mm, CT- comprimento total, CC – comprimento da cabeça, LC – largura da cabeça, CP – comprimento do pronoto, LP – largura do pronoto, CE – comprimento dos élitros, LE – Largura dos élitros, Colh – comprimento dos olhos, Lolh – Largura dos olhos.

Exemplar	Sexo	CT	CC	LC	CP	LP	CE	LE	Colh	Lolh
ALMD 1	M	4,42	0,8	0,86	0,9	1,22	2,72	1,73	0,11	0,14
51-CTD	M	3,55	0,74	0,90	0,83	1,18	2,78	1,86	0,08	0,10
ALMD 2	M	4,48	0,8	0,88	0,93	1,18	2,75	1,76	0,13	0,19
ALM	F	4,73	0,88	0,96	0,97	1,15	2,88	1,92	0,19	0,22