

O IMPACTE DAS PEDREIRAS INACTIVAS NA FAUNA, FLORA E VEGETAÇÃO DA ZONA DOS MÁRMORES: PROBLEMA OU BENEFÍCIO?

David Germano¹, Luís Lopes^{1,2,3}, Carlos Pinto Gomes^{1,4,5},
António Pedro Santos^{1,4,5} & Ruben Martins^{1,2,6}

¹Universidade de Évora; ²Departamento de Geociências – Escola de Ciências e Tecnologia; ³ Centro de Geofísica de Évora (CGE); ⁴Departamento de Paisagem, Ambiente e Ordenamento – Escola de Ciências e Tecnologia; ⁵Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas (ICAAM); ⁶GeoBioTec – Universidade de Aveiro.

RESUMO

Nos concelhos de Vila Viçosa, Borba e Estremoz a indústria extrativa e transformadora do mármore desempenha um importante papel no desenvolvimento económico nesta região conhecida por Zona dos Mármore (ZM). É impossível visitar qualquer dessas localidades sem se reparar na presença das inúmeras pedreiras a céu aberto que marcam a paisagem. Na ZM os indícios de extração do mármore remontam à época romana, mas foi no início do século XX que se implementou e cresceu definitivamente. Como tal, não será difícil imaginar a forte proliferação de pedreiras que ocorreu desde então. Refletindo sobre os prós e contras que uma indústria desta dimensão traz para a região é expectável que, a certa altura, surjam as importantes e atuais questões relacionadas com o ambiente. É um facto que muitas das pedreiras abertas ao longo do tempo se encontram inativas há décadas, não se observando quaisquer tentativas de reabilitação ambiental das áreas ocupadas. Tendo em conta essa realidade, torna-se compreensível questionar acerca dos impactes sobre os habitats naturais e semi-naturais e respetiva biodiversidade existentes nessas áreas. No entanto, até há pouco tempo a informação acerca das comunidades faunísticas e florísticas presentes nesses locais era praticamente inexistente. O presente artigo dá a conhecer algumas das considerações e conclusões de um estudo recente que teve como objetivo avaliar a evolução da recuperação ecológica em várias pedreiras inativas distribuídas pelos concelhos de Estremoz, Borba e Vila Viçosa. Tal estudo centrou a atenção nas aves (avifauna), na flora e na vegetação, selecionadas como indicadores de resiliência em pedreiras inativas. Revela que as pedreiras inativas e a natureza envolvente formam uma paisagem em mosaico que beneficia e promove a diversidade da avifauna assim como o desenvolvimento de novos biótopos (distintas áreas dentro de um mesmo habitat), contribuindo ainda para uma maior variedade de comunidades vegetais, que podem ir desde a vegetação característica de habitats rochosos até às comunidades dependentes de habitats aquáticos ou higrófilos providenciados por várias dessas pedreiras. De acordo com o autor do estudo, a elevada diversidade paisagística poderá ser potenciada pelo desenvolvimento de projetos que apliquem medidas de reabilitação, gestão e monitorização adequadas.

ABSTRACT

The mining and processing of marble industry plays an important role in economic development in the Vila Viçosa, Borba and Estremoz counties, region known as the Marble Zone (MZ). It's impossible to visit any of these locations without noticing

the presence of numerous open quarries highlighting the landscape. The extraction of the marble back to Roman times, but it was only in the early twentieth century that was implemented and definitely grew. So, isn't difficult to imagine the strong proliferation of quarries that has occurred since then. Reflecting on the pros and cons that an industry of this size brings to the region is expected that, at some point arise the important and current issues related to the environment. It is a fact that many of the quarries over time lie dormant for decades, not observing any attempts or environmental rehabilitation of the affected areas. Given this reality, it becomes understandable the question about the habitats and biodiversity impacts existing in these areas. However, until recently the information about the floristic and faunistic communities present in these locations was virtually non-existent. This article sets forth some of the considerations and conclusions of a recent study that aimed to evaluate the evolution of ecological recovery in many inactive quarries distributed by counties Estremoz, Borba and Vila Viçosa. This study focused attention on the birds, flora and vegetation, selected as indicators of resilience in inactive quarries. Reveals that the inactive quarries and surrounding nature forming a landscape mosaic that benefits and promotes the diversity of birdlife as well as the development of new biotopes (distinct areas within a habitat), thus contributing to a greater variety of plant communities, which may range from the characteristic vegetation of rocky habitats to communities dependent on aquatic or hygrophilous habitats provided by several of these quarries. The high landscape diversity may be enhanced by the development of projects that implement rehabilitation, management and monitoring measures.

INTRODUÇÃO

O World Business Council for Sustainable Development (2011a), refere que a extração de matérias-primas da crosta terrestre provoca impactes inevitáveis sobre a natureza, uma vez que a remoção dos solos e as alterações na topografia afetam inevitavelmente os ecossistemas locais e as bacias hidrográficas. Também Oliveira (2008a) afirma que as atividades extrativas a céu aberto levam à destruição do solo, da vegetação e, conseqüentemente, da fauna. Segundo o mesmo autor, as superfícies rochosas de grande declive e sem solo dificultam a fixação de vegetação, prejudicando a sua regeneração espontânea. O clima mediterrânico, característico da região que acolhe a ZM, também contribui para o agravamento dos problemas referidos, já que a ele se associam constrangimentos ambientais tais como a escassez hídrica e as elevadas temperaturas estivais (Oliveira, 2008a).

A observação de uma pedreira ou qualquer outro local de exploração a céu aberto, permite perceber facilmente que tal atividade interfere com a qualidade dos meios físicos e ecológicos dos locais explorados. Segundo Moura *et al.* (2007), os principais impactes ocorrem ao nível:

- da geologia (impacte significativo e irreversível dada a finitude do recurso geológico, não renovável à escala humana);
- do solo (ao nível do uso, das características físico-químicas e biológicas, da organização das camadas, estrutura e textura);
- da hidrologia (alteração da drenagem superficial, possibilidade de contaminação por partículas sólidas e hidrocarbonetos, alteração dos caudais de águas subterrâneas, possível contaminação dos aquíferos por óleos e hidrocarbonetos);
- dos ecossistemas, da fauna e da flora (eliminação/alteração de biótopos, dispersão de comunidades faunísticas, alterações comportamentais da fauna,

- eliminação/redução do coberto vegetal, dificuldades na regeneração natural da vegetação);
- da paisagem (criação de escombrelras, depósitos de lamas, crateras e edificação de infraestruturas);
 - das poeiras, do ruído e das vibrações (contaminação temporária do ar por partículas sólidas, poeiras e gases; vibrações e poluição sonora que podem afetar a fauna residente).

Vários dos impactes acima descritos confirmam-se na ZM, já que uma primeira observação em diversos locais de extração aponta para efeitos consideráveis sobre os habitats e sobre a biodiversidade.

Um dos principais problemas decorrentes do abandono de pedreiras na ZM é a possível deterioração da qualidade da água devido à contaminação do aquífero Estremoz – Cano, que o Instituto da Água, IP (2001) inclui na classe de vulnerabilidade V1, correspondente a um “risco alto” de contaminação (Midões *et al.*, 2006). Outro problema que aparenta resultar do abandono de pedreiras na ZM é a ocupação, erosão e degradação dos solos, o que associado aos constrangimentos ambientais do clima mediterrânico pode contribuir para o declínio da vegetação e da fauna autóctones e dificultar o estabelecimento de nova vegetação, complicando a recuperação natural dos ecossistemas (Pascual *et al.*, 2000; Afonso, 2011). Aos problemas já mencionados junta-se o impacte visual e paisagístico causado pelas escombrelras e cavidades das pedreiras inactivas, formando relevos artificiais, respectivamente positivos e negativos, com flancos pronunciados e altamente contrastantes com a topografia regional.

Ainda assim, existe a possibilidade de que a inatividade prolongada de pedreiras na ZM tenha resultado em impactes positivos, tais como a criação de novos biótopos e habitats para espécies que habitualmente não se encontrariam nesses locais. De facto, muitos investigadores afirmam que as pedreiras não são, necessariamente, um fator limitante para a biodiversidade. Por exemplo para Lucas *et al.* (2011), a paisagem resultante de explorações como as pedreiras, pode providenciar uma variedade de oportunidades para a vida selvagem, mesmo nas áreas mais ativas.

Quanto aos impactes negativos mencionados anteriormente, na sua maioria podem ser mitigados através do desenvolvimento e execução de planos de recuperação/reabilitação que podem resultar em benefícios ambientais e sociais significativos, se aplicados com eficácia (WBCSD, 2011a) e após comprovação da sua viabilidade económica.

REABILITAÇÃO ECOLÓGICA DE PEDREIRAS INACTIVAS EM PAÍSES MEDITERRÂNICOS

Em Portugal, a reabilitação ambiental de pedreiras inativas é uma realidade pouco enraizada, ao contrário do que sucede em países como a Alemanha, a França, o Canadá ou a Nova Zelândia, para citar alguns dos mais experientes (consultar Brodtkom, 2000; WBCSD, 2009a; *Canadian Land Reclamation Association/Association Canadienne de Réhabilitation des Sites Dégradé*). Na verdade, esta é uma lacuna recorrente em grande parte dos países de clima mediterrânico, no entanto, no sentido de contrariar esta realidade tem-se desenvolvido e levado a cabo diversos estudos pioneiros. O projeto de “Eco-Recuperação de Pedreiras – um esquema integrado envolvendo a Extremadura e o Alentejo, realizado no longínquo ano de 1993, foi seguramente uma das primeiras abordagens aos problemas ambientais causados pela indústria extractiva de mármore no Alentejo e de granitos em Espanha. O referido estudo contou com a participação da

Universidade de Évora através do Departamento de Paisagem, Ambiente e Ordenamento e do Departamento de Geociências em colaboração com a Universidade da Extremadura. Na altura realizou-se uma plantação piloto no flanco SW de uma escombreira na zona das Cabanas, Vila Viçosa, de onde se concluiu que havia um elevado potencial de colonização de gramíneas como o talha-dente (*Piptatherum miliaceum*), palha-da-Guiné (*Hyparrhenia hirta*) e braquipódio (*Brachypodium phoenicoide*).

Já no Século XXI, o projeto ECOQUARRY, teve como principal objetivo a implementação à escala real das últimas novidades em restauração ambiental de pedreiras em condições mediterrânicas (Peiró & Calzada, 2006; Oliveira, 2008b; ECOQUARRY, 2004-2007).

No que diz respeito a parâmetros como a flora e vegetação já existem casos de sucesso em que foi possível integrar pedreiras na paisagem natural, quer a nível nacional quer internacional. Como exemplos apontam-se dois casos em Espanha, um na Catalunha (no âmbito do projeto ECOQUARRY), em que se conseguiu reabilitar 20% da área afetada através da revegetação com espécies autóctones e da promoção da sucessão natural da flora (WBCSD, 2010) e outro em Málaga, onde se conseguiu a restauração completa da floresta e dos matos típicos mediterrânicos através da revegetação com espécies autóctones (como a azinheira, o carrasco, a oliveira, o alecrim, o tomilho ou a esteva), o que possibilitou a recuperação de condições naturais, fator importante na promoção do aumento da biodiversidade e do valor ecológico (WBCSD, 2009b).

Relativamente à recuperação ou promoção da diversidade faunística, nomeadamente da avifauna, também existem casos em que através da recuperação ecológica de pedreiras se obtiveram bons resultados. Por exemplo, no sudeste de França a reabilitação de uma pedreira localizada numa área de migração com grande interesse ecológico conduziu à criação de um “ecopólo”, posteriormente constituído sítio Rede Natura 2000 (WBCSD, 2009c), e numa pedreira em Toledo (Espanha) criaram-se habitats específicos para a avifauna aquática, resultando num incremento considerável deste tipo de espécies (WBCSD, 2009d).

Também em Portugal se encontram casos de sucesso, como os que ocorreram em pedreiras localizadas no Parque Natural da Arrábida (dominado pela floresta mediterrânica), onde se procedeu à restauração da paisagem com o objetivo de se gerir e promover a ocupação da fauna, na qual se destacam espécies como a Felosa-do-mato (*Sylvia undata*), Melro-de-peito-branco (*Turdus torquatus*) ou Melro-azul (*Monticola solitarius*) (WBCSD, 2011b). À semelhança dos casos anteriores, também aqui se utilizaram espécies autóctones de modo a recriar os habitats mediterrânicos.

Todos os casos relatados anteriormente constituem exemplos muito úteis e importantes por ocorrerem em regiões que se assemelham bastante à ZM, tanto ao nível do clima como ao nível da vegetação.

O CASO DAS PEDREIRAS INACTIVAS DA ZONA DOS MÁRMORES

Para planear e executar um projeto que consiga retornar um ecossistema degradado à situação original, tendo em vista a sua recuperação, é essencial conhecer o real estado ecológico das zonas degradadas, tal como as condições de referência. Porém, o conhecimento acerca da real situação ecológica das pedreiras inativas da ZM é escasso e/ou desatualizado. O estudo desenvolvido por Germano (2013) constitui a base para o presente artigo. Este trabalho contribuiu para o aumento de informação sobre a situação ambiental e estado da biodiversidade nesses locais. Estes dados poderão ser

importantes para futuros projetos de recuperação/reabilitação ambiental. A investigação realizada em doze pedreiras inativas selecionadas na ZM (distribuídas pelos concelhos de Estremoz, Borba e Vila Viçosa), centrou-se em três parâmetros específicos que foram utilizados como indicadores do estado ecológico desses locais: a flora, as comunidades vegetais e a avifauna. Através da análise destes indicadores – a diversidade, a dinâmica e o potencial no caso da vegetação; a abundância e diversidade no caso da avifauna – pretenderam-se obter informações acerca do processo de recuperação ecológica natural nessas pedreiras.

CARACTERIZAÇÃO DAS PEDREIRAS ANALISADAS

Nas pedreiras escolhidas para análise da avifauna e vegetação, facilmente se distinguem duas áreas: uma zona de extração propriamente dita (cavidade) e uma zona periférica onde se situam as oficinas, instalações sociais e outras infraestruturas de apoio, que se mantêm erguidas na maior parte das pedreiras analisadas. Trata-se de explorações a céu aberto nas quais se optou pelo desmonte em poço, tal como é habitual na ZM.

A Tabela I apresenta uma descrição paisagística de cada uma das pedreiras, no que diz respeito ao tipo de biótipos e ao nível de perturbação antrópica, apenas baseada na observação direta.

Tabela I – Breve descrição paisagística das doze pedreiras inativas analisadas. É referida a tipologia de biótopos presentes e ponderado o nível de perturbação antrópica. Adaptado de Germano, 2013.

PEDREIRA	ÁREA ANALISADA (ha)	TIPO DE BIÓTIPO	NÍVEL DE PERTURBAÇÃO
1	≅ 7	Terrestre e aquático	Pouco perturbada
2	≅ 4	Terrestre e aquático	Pouco perturbada
3	≅ 4	Terrestre e aquático	Pouco perturbada
4	≅ 1	Maioritariamente aquático	Relativamente perturbada
5	≅ 1	Maioritariamente aquático	Relativamente perturbada
6	≅ 1	Maioritariamente aquático	Relativamente perturbada
7	≅ 3	Exclusivamente terrestre	Pouco Perturbada
8	≅ 7	Terrestre e aquático extenso	Pouco perturbada
9	≅ 5	Maioritariamente aquático	Perturbada
10	≅ 2	Exclusivamente terrestre	Sem perturbação (isolada)
11	≅ 5	Terrestre e aquático	Sem perturbação (isolada)
12	≅ 7	Terrestre e aquático extenso	Sem perturbação (isolada)

Quanto a efeitos resultantes de alguns impactes ambientais já referidos, observaram-se alterações estruturais na geologia e no solo, ocupação do solo e acumulação de resíduos sob a forma de material rochoso (escombrelas), maquinaria/engenhos ou infraestruturas de apoio, destruição, alteração e/ou criação de biótopos, redução do coberto vegetal e possível dificuldade na sua regeneração natural, alterações comportamentais da fauna e outros efeitos sobre a biodiversidade, e evidentemente, alterações no aspeto paisagístico (Fig. 1).



Figura 1 – Cavidade atualmente em exploração por duas empresas que em setembro de 2013 se encontra com oitenta e cinco metros de profundidade. Repare-se como no espaço onde se desenvolve regularmente a atividade extrativa não é possível a fixação de qualquer planta, no entanto nos patamares, ainda que de reduzidas dimensões, dos pisos já explorados é possível ver um coberto vegetal incipiente. Registe-se que no inverno de 2012/2013 a pedra mais profunda esteve com laboração suspensa e o nível freático subiu até quase atingir o patamar correspondente à pedra mais profunda. Nas pedreiras ativas são usuais e frequentes os bandos de Pombo-das-rochas (*Columba livia*) que aí encontram condições ótimas para nidificarem. Fotografia de Luís Lopes.

Apesar de existirem pedreiras ativas próximas da maior parte dos locais analisados, estes demonstraram ser pouco perturbados/afetados por ruídos, vibrações ou poeiras. Como o tempo de inatividade varia entre as pedreiras analisadas, estas foram organizadas em três grupos: no Grupo I reuniram-se pedreiras inativas há menos de 10 anos, no Grupo II reuniram-se pedreiras inativas num período entre 10 a 22 anos (inclusive) (Fig. 2), e no Grupo III reuniram-se pedreiras inativas há mais de 22 anos (Fig. 3).



Figura 2 – Uma das pedreiras analisadas, inativa num período entre 10 a 20 anos. Destaca-se a vegetação aquática, bem desenvolvida. No entanto, o coberto vegetal ainda se encontra pouco desenvolvido nas escarpas mais íngremes e zonas mais pedregosas. Fotografia de David Germano.



Figura 3 – Uma pedreira inativa há mais de 22 anos. A recuperação do coberto vegetal é bem visível, mesmo nas áreas mais pedregosas e nas escarpas mais íngremes. Este local proporciona um excelente biótopo aquático, quer para a avifauna, quer para as comunidades vegetais. Na fotografia podemos ver uma borrazeira-branca (branca (*Salix salviifolia* subsp. *australis*)), acompanhada por caniçais de caniços (*Phragmites australis*) e tábua-estreita (*Typha angustifolia*) e juncais representados pelo junco *Scirpoides holoschoenus*, dos quais se falará mais à frente. Fotografia de David Germano.

PRINCIPAIS CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES SOBRE OS RESULTADOS DO ESTUDO

A influência das pedreiras inativas na Avifauna

No que diz respeito às espécies identificadas, apesar de se poder dizer que são as esperadas para a região, tendo em conta o conjunto de biótopos e habitats disponíveis, ao que tudo indica, as pedreiras analisadas e as áreas envolventes parecem albergar uma grande diversidade de aves. Durante o estudo foram identificadas cinquenta e três espécies, das quais seis têm o estatuto de espécie quase ameaçada, de acordo com o Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal (2005). São elas a Águia-calçada (*Aquila pennata*), a Águia-cobreira (*Circaetus gallicus*), o Picanço-barreteiro (*Lanius senator*) (Fig. 4), o Andorinhão-real (*Apus melba*), o Papa-moscas-cinzento (*Muscicapa striata*) e o Rouxinol-do-mato (*Cercotrichas galactotes*). Uma, o Chasco-ruivo (*Oenanthe hispanica*), tem o estatuto de espécie vulnerável segundo o mesmo documento. Algumas dessas espécies, como a Águia-calçada e a Águia-cobreira são consideradas aves de interesse comunitário cuja conservação requer a designação de zonas de proteção especial, encontrando-se abrangidas pelo Anexo A-I da Diretiva Aves, juntamente com outras das espécies identificadas como o Guarda-rios (*Alcedo atthis*), a Cotovia-dos-bosques (*Lullula arborea*) e a Felosa-do-mato (*Sylvia undata*). Na verdade, a maioria das espécies do elenco é fauna estritamente protegida, de acordo com Anexo II da Convenção de Berna.

O elenco de aves identificadas é constituído por espécies características dos mais variados biótopos ou habitats, locais que, na maior parte das vezes, não se associam diretamente a áreas dominadas por pedreiras ou outros locais relacionados com a atividade extrativa. Por exemplo, do elenco fazem parte algumas espécies características de áreas agrícolas, o que não é surpreendente devido ao rápido desenvolvimento do estrato arbustivo ocorrido nas pedreiras inativas. À semelhança do descrito num estudo à avifauna nidificante em montados de sobro e azinho (Cardoso *et al.*, 2002), foram identificadas espécies de carácter residente como a Milheirinha (*Serinus serinus*), o Melro (*Turdus merula*), o Chapim-azul (*Parus caeruleus*) ou a Toutinegra (*Sylvia melanocephala*). Foram também identificadas espécies como a Carriça (*Troglodytes troglodytes*) ou o Rouxinol (*Luscinia megarhynchos*), que geralmente preferem áreas de matagal denso, galerias ribeirinhas ou manchas florestais com rios associados (Godinho *et al.*, 2010), e que encontram um bom habitat de substituição na conjugação de biótopos aquáticos e florestais proporcionados pelas pedreiras. A presença de espécies como a Alvéola-branca (*Motacilla alba*) (Fig. 5), o Rouxinol-do-mato (*Cercotrichas galactotes*), o Chasco-ruivo (já referido) ou o Melro-azul (*Monticola solitarius*) (Fig. 5), identificadas exclusivamente nas antigas zonas de extração de material rochoso e que, geralmente, são espécies associadas a leitos de rios e ribeiras dominados por rochas e escassa vegetação emergente enraizada (Godinho *et al.*, 2010), também encontraram nestas pedreiras um bom habitat alternativo.

Efetivamente, a riqueza demonstrada em termos de avifauna é uma indicação da existência de um processo de recuperação ecológica em decurso nestas pedreiras. Estes

locais aproximam-se progressivamente de uma situação menos perturbada, à medida que aumenta o seu período de inatividade, o que demonstra a resiliência do ecossistema uma vez cessada a atividade mineira. É claro que, para tal, tem contribuído o declínio da atividade humana. O facto de atualmente serem locais menos perturbados pelo homem, contribui para uma aproximação às condições ecológicas originais. Ainda assim, apesar de se verificar um ligeiro aumento da riqueza e da diversidade de aves nas pedreiras inativas há muito, o tempo de inatividade parece não ter tido influência significativa na avifauna residente.

Um facto interessante é os dados indicarem que, além de não afetar negativamente a avifauna residente, a existência de pedreiras parece desempenhar um papel muito importante na promoção da riqueza e diversidade da avifauna local. Quando analisadas de forma isolada, as pedreiras inativas apresentam índices de diversidade considerados normais, semelhantes aos obtidos em áreas naturais próximas que servem de referência enquanto locais isentos de atividade extrativa. São índices de diversidade semelhantes aos alcançados em estudos como o de Underhill (1992), que avaliou as comunidades de aves em pedreiras abandonadas do nordeste de Inglaterra. No entanto, o cenário altera-se quando estas pedreiras inativas são consideradas parte integrante de uma paisagem mais complexa e heterogénea, da qual também fazem parte as áreas naturais envolventes – as tais áreas ou locais de referência. No caso da ZM, a paisagem formada por essas duas componentes – paisagem em mosaico – parece beneficiar claramente a diversidade da avifauna. De facto, os valores de diversidade avifaunística (período de Primavera/Verão) registados nas áreas em mosaico (constituídas pelas pedreiras e natureza envolvente) encontram-se acima dos valores referidos para avifauna das florestas temperadas, situando-se mesmo, próximo de valores obtidos em estudos realizados em diversos ambientes tropicais (Mäder *et al.*, 2007; Barbosa & Almeida, 2008; Dario, 2008), nos quais também é destacada a influência do mosaico de ambientes. À semelhança do referido por Barbosa & Almeida (2008), a diversidade verificada na paisagem constituída pelas pedreiras inativas e natureza envolvente poderá estar relacionada com a função desempenhada pelo mosaico de ambientes, que proporciona diversas áreas de transição ambiental. Existem teorias defensoras de que a abundância de espécies é potenciada em habitats estruturalmente mais complexos e heterogéneos (e.g. manchas florestais alternadas com áreas abertas) (consultar Andren *et al.*, 1997). Para os defensores dessas teorias, esse tipo de habitats permite uma boa diversificação de áreas de refúgio, alimentação e nidificação, ao contrário de habitats exclusivamente homogéneos ou pouco heterogéneos.

Como tal, tudo aponta para que a paisagem em mosaico, constituída pelos novos biótopos gerados nas pedreiras e pela natureza envolvente, tenha viabilizado o aparecimento de novas espécies (especialmente nas áreas de extração), resultando no aumento da riqueza e diversidade da avifauna local. Podemos referir, como exemplo, o Pato-real (*Anas platyrhynchos*) (Fig. 5), a Galinha-d'água (*Gallinula chloropus*) ou o Guarda-rios (*Alcedo atthis*), espécies que ocorrem nas pedreiras estudadas devido à formação de biótopos aquáticos nas crateras das pedreiras (quer por retenção de águas freáticas ou por acumulação da água das chuvas). Enquanto sistemas aquáticos, estes locais podem suportar uma elevada diversidade de comunidades de aves aquáticas,

mesmo quando diminutos ou dispersos (Reino, 2000). Também o Pombo-das-rochas (*Columba livia*) ou o Melro-azul (*Monticola solitarius*) são bons exemplos de espécies que parecem ter aumentado a sua frequência pela mesma razão, uma vez que se tratam de espécies que demonstram preferência por biótopos rochosos e de encostas escarpadas, como os que se criaram nas antigas áreas de extração. Desta forma, dada a sua contribuição para a riqueza da avifauna local, torna-se evidente a influência das pedreiras enquanto parte integrante da paisagem em mosaico o que concorda com James & Wamer (1982) que afirmam que um meio mais heterogêneo, resultante da variedade de biótopos criados, promove a presença de certas espécies de aves com necessidades específicas de sobrevivência.



Figura 4 – Águia-calçada (*Aquila pennata*), Águia-cobreira (*Circaetus gallicus*) e Picanço-barreteiro (*Lanius senator*), três exemplares captados nas pedreiras analisadas com estatuto de espécie quase ameaçada (Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal, 2005). Fotografias de David Germano.



Figura 5 – Fêmea de Pato-real (*Anas platyrhynchos*), Alvéola-branca (*Motacilla alba*) e juvenil de Melro-azul (*Monticola solitarius*). Estes três exemplares captados nas pedreiras analisadas pertencem às espécies associadas a biótopos aquáticos. No caso da Alvéola-branca e do Melro-azul, são espécies que preferem zonas aquáticas dominadas por rochas e escassa vegetação emergente enraizada (Godinho *et al.*, 2010), tal como ocorre nestas pedreiras. Fotografias de David Germano.

Durante os trabalhos de campo identificaram-se ainda répteis, peixes, anfíbios e insectos representados nas figuras 6 e 7 e que demonstram a diversidade faunística que albergam os biótopos providenciados pelas pedreiras inativas.



Figura 6 – Dois exemplares de Cágado-mediterrânico (*Mauremys leprosa*), Cobra-de-água-viperina (*Natrix maura*) e Perca-sol (*Lepomis gibbosus*). Fotografias de David Germano.



Figura 7 – Rã-verde (*Rana perezi*), Lagartixa-do-mato ou Sardansca-algerina (*Psammodromus algirus*) e macho de Libélula-escarlate (*Crocothemis erythraea*). Fotografias de David Germano.

A influência das pedreiras inativas na Flora e Vegetação

Antes de mais é importante definir o conceito de *flora*. A flora de um território é, essencialmente, o conjunto total de espécies vegetais presentes nesse território. Esta é o resultado dos fatores ambientais atuais e do todo o processo histórico desenvolvido ao longo das épocas geológicas (Pérez, 2007). Então qual a diferença entre a flora de um território e a sua vegetação? Vegetação é referente às comunidades vegetais (agrupamentos entre as várias espécies) que cobrem as áreas estudadas. O coberto vegetal natural é resultado de vários fatores como o material geológico, o solo, o clima e a ação antrópica (Pinto-Gomes & Paiva-Ferreira, 2005). Para estudar a vegetação de um território é imprescindível o conhecimento da flora desse território (Pinto-Gomes & Paiva-Ferreira, 2005; Pérez, 2007). Já o conhecimento acerca da vegetação torna-se relevante dada a sua importância enquanto recurso natural e elemento chave para o equilíbrio do ecossistema. Tal conhecimento pode fornecer dados importantes sobre o estado ecológico em que se encontram as pedreiras inativas analisadas.

A identificação da flora e espécies vegetais nos terrenos das pedreiras analisadas permitiu a elaboração de elenco florístico composto por duzentas e catorze plantas. Entre elas, encontram-se espécies que têm um especial interesse ao nível da conservação dada a sua raridade ou vulnerabilidade no território nacional, e em alguns casos, até pela importância cultural e patrimonial que têm para a região, o que certamente contribui para a valorização dos locais em questão. Como exemplo temos a

malva-trilobada (*Lavatera triloba*), uma planta endémica do sul da Península Ibérica que apesar de ocorrer no Alentejo e Algarve, é uma espécie muito rara em território nacional, surgindo sempre com populações muito reduzidas nos locais onde vive (Pinto-Gomes e Paiva-Ferreira, 2005). Temos outro exemplo na presença do *Narcissus fernandesii*, um narciso endémico da Península Ibérica (abrangido pelos Anexos B-II e B-IV da Diretiva Habitats) que o Instituto de Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ICNB) inclui entre as espécies muito ameaçadas, e da qual existem registos em Samora Correia (provavelmente já extinta), na bacia do Sado e na zona de Vila Viçosa, em que a população se encontra ameaçada precisamente pela atividade extrativa. A borrazeira-branca (*Salix salviifolia* subsp. *australis*) é outra planta a ter em atenção, quer por se tratar de um endemismo lusitano (abrangido pelos Anexos B-II e B-IV da Diretiva Habitats), quer por ser um tipo de salgueiro que, segundo o ICNB, é mais vulnerável nas zonas ribeirinhas degradadas (biótopos semelhantes às margens das zonas alagadas nas pedreiras inativas onde foi identificada). Também se torna importante referir algumas espécies relevantes em termos da cultura local e até regional, como a bela-luz ou tomilho-vulgar (*Thymus mastichina*), um endemismo ibérico importante pela sua utilização como erva aromática, ou o orégão, que no caso particular das pedreiras analisadas se trata da espécie *Origanum macrostachyum*, endemismo exclusivo do SW da Península Ibérica (Franco, 1971-1984) e que não se encontra referido na maioria das floras. O orégão é muito utilizado como erva aromática no território estudado, sendo um dos símbolos da cozinha regional. Esta espécie torna-se importante dada a sua raridade a nível nacional, ao contrário do que ocorre com o orégão-comum (*Origanum virens*), espécie mais habitual.

Entre a flora identificada nas pedreiras, encontram-se espécies representativas do clima que marca a ZM, que se situa nos andares climáticos Mesomediterrânico e Termomediterrânico do macroclima Mediterrâneo Pluviestacional Oceânico (Monteiro-Henriques, 2010; Rivas-Martinez, 2007). Podemos referir como exemplos, entre outras plantas, o espinheiro-preto (*Rhamnus oleoides*), o lentisco (*Pistacia lentiscus*) ou a murta (*Myrtus communis*), assim como algumas comunidades vegetais como os cardais *Galactito tomentosae-Cynaretum humilis*, os carrascais *Myrto-Quercetum cocciferae*, os juncais *Trifolio resupinati-Holoschoenetum*, os silvados *Lonicero hispanicae-Rubetum ulmifolii* ou os tojais-estevais *Ulici eriocladi-Cistetum ladaniferi*. Já a presença de espécies como o medronheiro (*Arbutus unedo*), o sobreiro (*Quercus suber*) e a giesta (*Cytisus baeticus*) são provas de uma influência mais húmida no ombrotipo deste território. Plantas como o espargo-bravo-maior (*Asparagus aphyllus*), o espargo-bravo-menor (*Asparagus acutifolius*), ou o tojo (*Ulex eriocladus*), são também muito características do clima marcadamente mediterrânico que se faz sentir na área analisada.

Se, por um lado, muitas das espécies identificadas espelham os aspetos climáticos do território estudado, também elas são um espelho da localização geográfica da ZM, e por isso se compreende que esta apresente uma flora tipicamente mediterrânica. A presença frequente da oliveira (*Olea europaea* var. *europaea*) em várias pedreiras analisadas é disso um bom exemplo. No caso particular da área estudada destacam-se ainda plantas características como a o estevão (*Cistus populifolius*), o sanganho (*Cistus psilosepalus*), a azinheira (*Quercus rotundifolia*), a borrazeira-branca (já referida) ou a

agrimónia-bastarda (*Sanguisorba hybrida*), tal como o espargo-bravo-menor, a giesta ou o sobreiro, já referidos anteriormente.

No que à vegetação diz respeito, foram identificadas nas pedreiras vinte e oito associações vegetais. Ora, a associação (vegetal) é uma unidade básica e fundamental utilizada na Fitosociologia, a ciência que estuda as comunidades vegetais. Na verdade, a associação trata-se de um tipo de comunidade vegetal que possui qualidades florísticas particulares (como espécies características), além de particularidades ecológicas, biogeográficas, sucessionais, históricas e antrópicas (Rivas-Martínez, 1996). Tal como ocorre com a flora, também as comunidades vegetais presentes nas pedreiras analisadas espelham o clima mediterrânico.

Na análise à flora e à vegetação verificou-se, por um lado, a existência de uma estreita relação entre as plantas e a natureza rochosa inerente às pedreiras, e por outro, uma relação direta entre a vegetação e a ação antrópica dessas superfícies, bem representada pela exploração do mármore. Também é possível distinguir um padrão evolutivo na vegetação observada nas pedreiras analisadas. O estudo aponta para uma colonização inicial por vegetação nitrófila (prefere solos ricos em nitratos), que em vários locais se deveu à ocorrência de pastoreio. Como exemplos temos os arrelvados dominados pelo pampilho-aquático (*Asteriscus aquaticus*) ou os arrelvados xerofíticos de arroz-dos-telhados (*Sedum album* var. *micranthum*), cuja constante presença nas pedreiras se deve à abundância de locais rochosos de natureza calcária. À medida que o tempo passou, desenvolveu-se o estrato herbáceo e pré-arbustivo, composto essencialmente por plantas como o alecrim-das-paredes (*Phagnalon saxatile*), o azedão (*Rumex induratus*), a táveda (*Dittrichia viscosa*), as perpétuas (*Helichrysum stoechas*), o talha-dente (*Piptatherum miliaceum*), assim como por arrelvados de panasco (*Dactylis hispanica* subsp. *lusitanica*), frequentemente acompanhados pelo funcho (*Foeniculum vulgare* subsp. *piperitum*) ou pelo orégão (no caso de solos mais húmidos, profundos e férteis). Nas pedreiras com zonas temporariamente encharcadas podemos encontrar vegetação anfíbia como o poejo (*Mentha pulegium*) ou o junco (*Scirpoides holoschoenus*), característica de biótopos mediterrânicos húmidos (Rivas-Martínez *et al.*, 2002; Costa *et al.*, 1998; Salazar & Valle, 2004; Pinto-Gomes & Paiva-Ferreira, 2005; Costa, 2006; Pérez, 2007). Nos locais permanentemente encharcados encontram-se fragmentos de salgueirais de borrazeira-branca ou tamargais de tamargueira-africana (*Tamarix africana*), frequentemente acompanhados de caniçais dominados pelos caniços (*Phragmites australis*) e pela tábua-estreita (*Typha angustifolia*), dos quais se falará mais à frente.

O decorrer dos anos e a baixa perturbação humana possibilitaram o desenvolvimento de comunidades arbustivas e pré-florestais, tais como os silvados de silva (*Rubus ulmifolius*), frequentes nos locais mais húmidos, os matos fragmentados de roselha (*Cistus crispus*) e sanganho-mouro (*Cistus salviifolius*) (Fig. 8), ou até os matagais pré-florestais formados por plantas como o espargo-bravo-menor, o zambujeiro (*Olea europaea* var. *sylvestris*), o lentisco (*Pistacia lentiscus*), a cornalheira (*Pistacia terebinthus*), a azinheira, o sanguinho-das-sebes (*Rhamnus alaternus*) ou a salsaparrilha (*Smilax aspera*), para citar algumas das espécies mais características. Também estas são comunidades vegetais típicas de ecossistemas mediterrânicos (Costa

et al., 1998; Rivas-Martínez *et al.*, 2002; Pinto-Gomes & Paiva-Ferreira, 2005; Costa, 2006; Pérez, 2007; Pereira, 2009).

Como seria de esperar, nas áreas naturais que circundam as pedreiras encontram-se fragmentos dos bosques de azinho ou de sobro, assim como carrascais da associação *Myrto-Quercetum cocciferae*, que nas zonas abertas cedem a posição aos matos atrás referidos, aos arrelvados dominados pelo panasco ou a comunidades dominadas pelo pampilho-aquático.

Apesar das áreas analisadas ainda se encontrarem afastadas do clímax ecológico, torna-se evidente que o potencial da vegetação nas zonas mais secas são os bosques de azinho pertencentes à associação designada por *Rhamno laderoi-Quercetum rotundifoliae*, enquanto o potencial nas zonas mais húmidas parece corresponder aos bosques de sobro pertencentes à associação *Asparago aphylli-Quercetum suberis*.

Outra das conclusões alcançadas no estudo foi que o tipo de associações vegetais que se desenvolvem nas pedreiras depende do período de inatividade em que a pedra se encontra e da natureza dos biótopos que cada pedra proporciona. Por exemplo, no cimo das escombrelas mais antigas e com solos pouco profundos (pedreiras dos Grupos II e III) é onde os arrelvados de panasco e as comunidades de talha-dente acompanhadas pelo funcho ocorrem com mais frequência. No entanto, se existir muita rocha exposta, como nas pedreiras mais recentes (Grupo I), essas comunidades surgem acompanhadas por uma associação mediterrânica, tipicamente colonizadora de locais muito pedregosos (denominada *Phagnalo saxatilis-Rumicetum indurati*) que nas superfícies analisadas se encontram dominadas pelo azedão, sendo uma associação pouco presente nas pedreiras inativas há mais tempo (Grupo III e algumas do Grupo II) devido à pouca rocha exposta. Ainda assim, pode surgir em qualquer pedra com escombrelas rochosas de frente escarpadas e rochas fissuradas. É também nas escombrelas das pedreiras inativas há menos tempo (Grupo I) que se verifica a dominância da comunidade representada pela táveda e pelo talha-dente (denominada *Inulo viscosae-Piptatheretum miliacei*) que alterna com comunidades dominadas pelo asterisco-da-água (denominadas *Velezio rigidae-Astericetum aquaticae*). Nas pedreiras, a presença destas comunidades justifica-se porque a maioria destas associações é típica de substratos rochosos (consultar Rivas-Martínez *et al.*, 2002; Pinto-Gomes e Paiva-Ferreira, 2005; Costa, 2006). O arroz-dos-telhados, por exemplo, encontra-se frequentemente em áreas onde repousam blocos poeirentos de rocha descoberta, sendo muito comum na maioria das pedreiras.

Independentemente do período de inatividade em que a pedra se encontra, se existirem áreas mais húmidas, como ocorre em algumas escombrelas ou taludes terrosos, é normal encontrarem-se fragmentos de silvados de *Rubus ulmifolius*, acompanhados pelas comunidades de orégão. É também nas áreas mais terrosas e húmidas que crescem, de forma espontânea, matagais onde se destacam arbustos como o carrasco (*Quercus coccifera*) ou pequenas árvores como o zambujeiro, por exemplo. Na verdade, estes matagais são uma etapa de evolução ecológica, cujo percurso aponta na direção dos bosques de sobro e azinho, anteriormente referidos.

As zonas aquáticas existentes na maioria das pedreiras também influenciam o tipo de associações vegetais encontradas. Por exemplo, os charcos permanentes que se formaram nas cavidades ou noutras áreas conduziram ao crescimento de vegetação

aquática, como comunidades de algas dominadas por *Chara vulgaris* (Fig. 9). É nas margens desses charcos (zonas anfíbias) que se encontram, com frequência, os fragmentos dos salgueirais de borrazeira-branca acompanhados pelas comunidades secundárias de tamargueira-africana, pelos caniçais de tábua-estreita e caniços, ou pontualmente, por juncais representados pelo junco *Scirpoides holoschoenus*.



Figura 8 – Três exemplares do género *Cistus*, plantas arbustivas típicas dos matos mediterrânicos presentes nas pedreiras analisadas. Da esquerda para a direita temos a flor de sanganho-mouro ou estevinha (*Cistus salviifolius*), a flor de esteva (*Cistus ladanifer*) e a flor de roselha (*Cistus crispus*). Fotografias de David Germano.



Figura 9 – A imagem da esquerda mostra a comunidade de algas da espécie *Chara vulgaris*, presentes em todas as pedreiras analisadas com zonas alagadas. A imagem da direita espelha a beleza do matagal mediterrânico, bem representado numa das pedreiras inativas há mais de 22 anos. Prevê-se que, por sucessão ecológica, estes matagais cedam o lugar aos bosques de sobro ou azinho. Fotografias de David Germano.

Após a análise efetuada à dinâmica da vegetação, prevê-se que a tendência seja a substituição da maioria destas comunidades e consequente evolução para os pré-bosques e bosques de sobro e azinho, tal como foi anteriormente referido. Isto, se a baixa perturbação humana se mantiver.

O estudo da vegetação também permite tecer algumas considerações acerca dos habitats que se desenvolveram, parcial ou totalmente, nas áreas ocupadas pelas pedreiras inativas. Torna-se importante realizar uma apreciação dos habitats naturais e semi-naturais desenvolvidos porque a preservação da biodiversidade depende da conservação e manutenção da variedade de habitats existentes (Alves *et al.*, 1998; Pereira, 2009). Tal como já foi referido, o “abandono” a que estas pedreiras foram sujeitas possibilitou o desenvolvimento de habitats diferentes daqueles que originalmente se podiam encontrar. Para a identificação desses habitats, o estudo baseou-se na Diretiva Habitats, respeitante à conservação dos habitats de interesse

comunitário, da flora e da fauna selvagens, que resultou na constituição de uma rede ecológica de zonas especiais de conservação, conhecida como Rede Natura 2000¹.

Tendo em conta o referido, seguem-se alguns habitats identificados (consultar Associação Lusitana de Fitossociologia, 2004), cujo desenvolvimento beneficiou da existência de pedreiras que se encontram sujeitas a uma paragem prolongada da atividade extrativa:

- habitats de água doce com comunidades de *Chara* sp. pl., proporcionados pelas cavidades alagadas das pedreiras analisadas;
- fragmentos de pradarias húmidas mediterrâneas de ervas altas da *Molinio-Holoschoenion*, desenvolvidos em zonas temporariamente encharcadas de várias pedreiras analisadas;
- comunidades derivadas de *Sedum album*, desenvolvidas nas escombrelas, frentes escarpadas e blocos rochosos, e que ocorrem após a exploração do mármore;
- fragmentos de prados rupícolas calcários da *Alysso-Sedion albi* (prioritários para a conservação), que ocorrem nos terrenos pedregosos destas pedreiras;
- fragmentos de prados secos seminaturais e fácies arbustivas em substrato calcário (*Festuco-Brometalia*) que ocorrem nas áreas com algum solo, sendo prioritários para a conservação dada a sua importância como habitats de orquídeas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pedreiras inativas analisadas, enquanto componentes essenciais da paisagem em mosaico, contribuirão para o aumento da biodiversidade em vários locais da ZM. Sabendo que a diversidade da avifauna depende de vários fatores como a disponibilidade de alimento e de locais adequados para nidificação ou refúgio, percebe-se que a recuperação natural da vegetação verificada nestas pedreiras tem sido muito importante. É esta recuperação que permite a formação de diversos habitats, ricos em áreas de nidificação, alimentação e refúgio, indispensáveis para a avifauna residente.

Tudo indica que a monitorização e gestão das pedreiras inativas pode beneficiar enormemente a conservação da avifauna, ainda mais, se se tiver em conta a grande quantidade de pedreiras em idênticas condições existentes na ZM, e o seu potencial enquanto habitat para diversas espécies. Segundo Underhill (1992), uma boa pedreira para aves é a que potencia a diversidade geral da comunidade avifaunística através do aumento da riqueza de espécies e sua abundância relativa, tal como ocorre nas pedreiras analisadas.

Tendo em conta os resultados divulgados relativos à avifauna, torna-se importante que se desenvolvam estudos semelhantes que abordem outras classes faunísticas. De

¹ De acordo com o Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P., o Plano Sectorial da Rede Natura 2000 é “um instrumento de gestão territorial para salvaguarda e valorização dos Sítios e ZPE do continente e a manutenção das espécies e habitats num estado de conservação favorável” (in <http://www.icnf.pt/portal/naturaclas/rn2000/plan-set/P-setor-RN>).

facto as áreas ocupadas por pedreiras inativas podem suportar uma grande diversidade de fauna, albergando inúmeras espécies de anfíbios, répteis, mamíferos, insetos e, inclusive, peixes. O conhecimento mais completo da fauna residente poderá ser muito importante na compreensão da dinâmica ecológica e do valor natural real destes locais, além de contribuir para o escasso conhecimento que existe em Portugal acerca dos habitats proporcionados por pedreiras inativas. Para já, e no que à ZM diz respeito, fica a ideia de que as pedreiras analisadas seriam excelentes candidatas à transformação em zonas de interesse ecológico, como polos para a observação da avifauna natural ou locais de educação ambiental e promoção da biodiversidade.

Como resposta à questão inicial, formulada no título deste artigo, pode-se afirmar que o impacto das pedreiras inativas na fauna, flora e vegetação da ZM não é um problema tão grande como se poderia inicialmente pensar. Segundo os dados do estudo, os benefícios decorrentes da existência de pedreiras inativas são visíveis tanto na diversidade da avifauna como na diversidade da vegetação. Tal como defendem Lucas *et al.* (2011), as pedreiras não têm de ser, necessariamente, um fator limitante para a biodiversidade, pois a paisagem resultante pode facultar um leque de oportunidades para a vida selvagem, até nas áreas mais ativas.

Apesar de tudo, é importante referir que os locais analisados só teriam a beneficiar com o desmantelamento ou remoção de infraestruturas de apoio, maquinaria e outros engenhos, que permanecem em algumas áreas florestais ou aquáticas de várias pedreiras. A execução de medidas de reabilitação da vegetação, assim como a monitorização e gestão ambiental desses locais, trariam benefícios como a promoção da biodiversidade, a harmonização entre as pedreiras e a vida selvagem e a valorização do aspeto paisagístico. Tudo em prol do património natural da região.

No entanto, há que ter sempre em conta que qualquer projeto de reabilitação ecológica deverá respeitar certas premissas decisivas para o sucesso da recuperação. Por exemplo, a recuperação das áreas inundadas deverá assentar na conservação dos biótopos/habitats aquáticos e na preservação do equilíbrio ecológico; a revegetação deverá ser sempre com espécies autóctones (WBCSD, 2010, 2009b, 2011b); o solo deverá ser melhorado, enriquecido e provir de áreas próximas com vegetação similar de modo a evitar a introdução de espécies alóctones (WBCSD, 2009b, 2010). Isto para citar alguns dos princípios mais importantes, tendo em conta que o ideal será sempre uma reabilitação autossustentável, com pouca intervenção humana, que promova a sucessão natural e que respeite a natureza dos ecossistemas locais.

De acordo com Bastos & Silva (2005), este tipo de reabilitação de espaços afetados pela atividade extrativa contribui para a conceção de soluções inovadoras com mais-valias económicas, ambientais ou socioculturais, que podem passar por estratégias variadas como o desenvolvimento de projetos ecoturísticos, a criação de sítios de valor ecológico e cultural, de educação ambiental ou de recreio e lazer.

AGRADECIMENTOS

Ao Rui Machado e ao Sérgio Godinho aqui ficam os agradecimentos pelo crucial contributo nos trabalhos de campo sem o qual a monitorização e identificação da avifauna teriam sido bem mais difíceis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, A. (2011). *Estudo da microbiologia dos solos em pedreiras revegetadas: caso de estudo da pedreira da Secil, no Outão*. Tese de Doutoramento em Biologia (Microbiologia). Departamento de Biologia Vegetal, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa. 164pp.
- ALVES, J.; Espírito-Santo, M.; COSTA, J.; GONÇALVES, J.; & LOUSÃ, M. (1998). *Habitats naturais e seminaturais de Portugal continental. Tipos de habitats mais significativos e agrupamentos vegetais característicos*. Instituto da Conservação da Natureza (ICN), Lisboa. 167 pp.
- ANDREN, H.; DELIN, A.; & SEILER, A. (1997). Population responses to landscape changes depends on specialization to different landscape elements. *Oikos*, 80 (1): 193-196.
- Associação Lusitana de Fitossociologia – ALFA (2004). Tipos de habitat naturais e semi-naturais do Anexo I da Directiva 92/43/CEE (Portugal continental): Fichas de caracterização ecológica e de gestão para o Plano Sectorial da Rede Natura 2000. Relatório. Lisboa. Disponível em <http://www.icnf.pt/portal/naturaclas/rn2000/plan-set/hab-1a9>
- BARBOSA, A. F.; & ALMEIDA, A. F. (2008). Levantamento quantitativo da avifauna em uma mata de Araucaria e Podocarpus, no Parque Estadual de Campos do Jordão, SP. *IF Série Registros*, 33: 13-37.
- BASTOS, M.; & SILVA, I. (2005). Restauração, reabilitação e reconversão na recuperação paisagística de minas e pedreiras. Artigos e Publicações, VISA Consultores. Disponível em http://www.visaconsultores.com/htm/artigos_publicacoes.htm
- BRODKOM, F. (2000). *As boas práticas ambientais na indústria extrativa: um guia de referência*. Divisão de Minas e Pedreiras, Instituto Geológico e Mineiro. Disponível http://www.ineg.pt/CienciaParaTodos/edicoes_online/diversos/praticas_ambientais
- CABRAL, M. (coord.); ALMEIDA, J.; ALMEIDA, P.; DELINGER, T.; FERRAND de ALMEIDA, N.; OLIVEIRA, M.; PALMEIRIM, J.; QUEIROZ, A.; ROGADO, L.; & SANTOS-REIS, M. (eds) (2005). *Livro vermelho dos vertebrados de Portugal*. Instituto da Conservação da Natureza (ICN), Lisboa. 660 pp.
- Canadian Land Reclamation Association/Association canadienne de réhabilitation des sites dégradés – CLRA/ACRS. Reclamation Stories [on-line]. Sítio na internet da CLRA/ACRS. Disponível em <http://www.clra.ca/reclamation%20stories.html>
- CARDOSO, M.; QUINTA-NOVA, L. C.; & MONTEIRO, F. Q. (2002). Caracterização das comunidades de aves nidificantes em montados de sobre e azinho a Oeste de Évora. Poster. In I *Colóquio sobre Flora e Fauna dos Montados*, Grândola, 27-29 Setembro.
- Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats (Convenção de Berna). *Appendix II: Strictly protected fauna Species*. Disponível em <http://conventions.coe.int/Treaty/FR/Treaties/Html/104-2.htm>
- COSTA J.C., NETO C., AGUIAR C., CAPELO J., ESPÍRITO SANTO M.D., HONRADO J., PINTO-GOMES C., MONTEIRO-HENRIQUES T., SEQUEIRA M. & LOUSA M., (2013). Vascular plant communities in Portugal (Continental, the Azores and Madeira). *Global Geobotany*, 2: 1-180.
- COSTA, J.; AGUIAR, C.; CAPELO, J.; LOUSÃ, M.; & NETO, C. (1998). Biogeografia de Portugal Continental. *Quercetia*, 0: 5-56.
- DARIO, F. R. (2008). Estrutura trófica da avifauna em fragmentos florestais na Amazônia Oriental. *ConScientiae Saúde*, 7 (2): 169-179.

- Ecotecnología medioambiental para la restauración de canteras de caliza – ECOQUARRY (2004-2007). Departament de Fisiologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona (coord. gen.). Barcelona. Disponível em <http://www2.ub.edu/ecoquarry/index.htm>
- FRANCO, J. (1971-1984). *Nova Flora de Portugal (Continente e Açores)*. Vol. 1 e 2. Edição do Autor, Lisboa.
- GERMANO, D. L. C. (2013). *Análise da evolução da recuperação ecológica em pedreiras de mármore inativas no anticlinal de Estremoz: Avifauna, Flora e Vegetação*. Tese de Mestrado em Qualidade e Gestão do Ambiente (especialidade em Ecologia e Gestão Ambiental). Universidade de Évora, Évora. 169 pp.
- GODINHO, C.; RABAÇA, J. E.; & SEGURADO, P. (2010). Breeding bird assemblages in riparian galleries of the Guadiana River basin: the effect of spatial structure and habitat variables. *Ecological Research*, 25 (2): 283-294.
- Instituto da Água, I. P. – INAG (2001). Plano nacional da água (PNA). Vol. 1, 546 pp.
- Instituto de Conservação da Natureza e da Biodiversidade – ICNB (s.d.). *Narcissus fernandesii*. Fichas de caracterização e gestão das espécies constantes no Anexo II da Diretiva habitats – Flora. Disponível em <http://www.icnf.pt/portal/naturaclas/rn2000/resource/rn-plan-set/flora/narcissus-fernandesii>
- Instituto de Conservação da Natureza e da Biodiversidade – ICNB (s.d.). *Salix salvifolia* subsp. *australis*. Fichas de caracterização e gestão das espécies constantes no Anexo II da Diretiva habitats – Flora. Disponível em <http://www.icnf.pt/portal/naturaclas/rn2000/resource/rn-plan-set/flora/salix-salvifolia-ssp-australis>
- JAMES, F. C.; & WAMER, N. O. (1982). Relationships between temperate forest birds communities and vegetation structure. *Ecology* 63: 159-71.
- LUCAS, G.; MICHELL, P.; & WILLIAMS, N. (2011). It's Official: Quarrying Adds to Biodiversity. *Agg-Net.com*, pp. 25-29.
- MÄDER, A.; SANDER, M.; Casa Jr., G. E.; Almeida, R. G.; & Leitão, P. (2007). Diversidade de aves costeiras como ferramenta no monitoramento de densidade demográfica litorânea e seus impactos ambientais. Xi Rabu, São Leopoldo. *Livro de Resumos* (Cd). 1 pp.
- MIDÕES, C.; Falé, P.; Henriques, P.; & Vintém, C. (2006). Alguns indicadores geológicos e ambientais indispensáveis ao reordenamento da atividade extrativa: o caso do Anticlinal de Estremoz. *Actas do VIII Congresso Nacional da Água*, Figueira da Foz, Portugal, 13-17 Março. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos.
- Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território (2005). Anexo A-I: Espécies de aves de interesse comunitário cuja conservação requer a designação de zonas de proteção especial. In Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de Fevereiro. *Diário da República*, n.º 39 – 1ª Série-A, pp. 1687-1689. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Lisboa.
- Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território (2005). Anexo B-II: Espécies animais e vegetais de interesse comunitário cuja conservação exige a designação de zonas especiais de conservação. In Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de Fevereiro. *Diário da República*, n.º 39 – 1ª Série-A, pp. 1692-1701. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Lisboa.
- Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território (2005). Anexo B-IV: Espécies animais e vegetais de interesse comunitário que exigem uma proteção rigorosa. In Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de Fevereiro. *Diário da República*, n.º 39 – 1ª Série-A, pp. 1701-1705. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Lisboa.
- MONTEIRO-HENRIQUES, T. (2010). *Fitossociologia e paisagem da bacia hidrográfica do rio Paiva e das bacias contíguas da margem esquerda do rio Douro, desde o Paiva ao rio Tejo (Portugal)*. Tese de doutoramento em Arquitectura Paisagista. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. 306 pp.
- MOURA, A. (coord.); CARVALHO, C.; ALMEIDA, I.; SAÚDE, J.; RAMOS, J.; AUGUSTO, J.; *et al.* (2007). *Mármore e calcários ornamentais de Portugal*, [S.l.], 383 pp.
- OLIVEIRA, G. (2008a). *Recuperação ecológica de pedreiras – um caso de estudo na Serra da Arrábida*. Disponível em http://natura-link.sapo.pt/Investigacao/Projectos/content/Recuperacao-Ecologica-de-Pedreiras--um-caso-de-estudo-na-Serra-da-Arrabida?bl=1&viewall=true#Go_1

- OLIVEIRA, G. (2008b). *O projeto Ecoquarry – ecotecnologia para a restauração ambiental de pedreiras calcárias*. Disponível em http://naturlink.sapo.pt/Investigacao/Projectos/content/O-projecto-ECOQUARRY--Ecotecnologia-para-a-Restauracao-Ambiental-de-Pedreiras-Calcarias?bl=1&viewall=true#Go_1
- PASCUAL, J.; GARCIA, C.; HERNANDEZ, T.; MORENO, J.; ROS, M. (2000). Soil microbial activity as a biomarker of degradation and remediation processes. *Soil Biology & Biochemistry*, 32 (13): 1877-1883.
- PEIRÓ, M. J.; & CALZADA, R. V. (2006). La restauración ecológica en minería: el proyecto Ecoquarry. *Cemento Hormigón*, 891: 16-23.
- PEREIRA, M. (2009). A Flora e Vegetação da Serra de Monfurado (Alto Alentejo-Portugal). *Guineana*, 15: 1-316.
- PÉREZ, M. A. (2007). *Estudio de flora y vegetación del oeste del entorno de Doñana*. Tesis Doctoral. Departamento de Biología Ambiental y Salud Pública, Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Huelva. Huelva. 540 pp.
- PINTO-GOMES, C.; & PAIVA-FERREIRA, R. (2005). *Flora e vegetação do Barrocal Algarvio (Tavira-Portimão)*. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Algarve (CCDRA), Faro. 354 pp.
- REINO, L. M. (2000). Diversidade da Avifauna Invernante do Baixo Alentejo. *Silva Lusitana*, 8 (2): 229-238.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1996). Geobotánica Y Climatología. Discurso de posse Dr. H.C., Universidad de Granada. Serv. Publ. Universidad de Granada. Granada.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (2007). Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España. [Memoria del mapa de vegetación potencial de España]. *Itinera Geobotanica*, 17: 5-436.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; DÍAZ, T.; FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F.; IZCO, J.; LOIDI, J.; LOUSÃ, M.; & PENAS, Á. (2002). Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. *Itinera Geobotanica*, 15 (1-2): 5-922.
- SALAZAR, C.; & VALLE, F. (coord.) (2004). *Series de vegetación edafohigrófila de Andalucía*. Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Sevilla. 179 pp.
- Underhill, M. (1992). *The bird communities of three disused quarries on the Magnesian limestone of Durham county*. Masters thesis in Advanced Ecology. Durham theses, Durham University.
- World Business Council for Sustainable Development – WBCSD (2009a). *Quarry rehabilitation: The Holcim experience. 20 years of rehabilitation in New Zealand*. Cement Sustainability Initiative (CSI). Quarry Rehabilitation: Case Studies, Other case studies. 3 pp. Disponível em <http://wbcsdcement.org/index.php/quarry-rehabilitation/quarry-rehabilitation-case-studies>
- World Business Council for Sustainable Development – WBCSD (2009b). *Italcementi: Rehabilitation in a Mediterranean climate*. Cement Sustainability Initiative (CSI). Quarry Rehabilitation: Case Studies, Other case studies. 5 pp. Disponível em <http://wbcsdcement.org/index.php/quarry-rehabilitation/quarry-rehabilitation-case-studies>
- World Business Council for Sustainable Development – WBCSD (2009c). *Quarry rehabilitation: a CEMEX experience. Learning while rehabilitating*. Cement Sustainability Initiative (CSI). Quarry Rehabilitation: Case Studies, Other case studies. 3 pp. Disponível em <http://wbcsdcement.org/index.php/quarry-rehabilitation/quarry-rehabilitation-case-studies>
- World Business Council for Sustainable Development – WBCSD (2009d). *Quarry rehabilitation: The Holcim Spain experience. Biodiversity conservation during active operation*. Cement Sustainability Initiative (CSI). 3 pp. Disponível em <http://oldwww.wbcsd.org/Plugins/DocSearch/details.asp?DocTypeId=24&ObjectId=MzU1NzQ&URLBack=%2Ftemplates%2FTemplateWBCSD2%2FLayout.asp%3Ftype%3Dp%26MenuId%3DMjQ5%26doOpen%3D1%26ClickMenu%3DLeftMenu>
- World Business Council for Sustainable Development – WBCSD (2010). *Quarry Rehabilitation: a CEMEX experience. Ecological rehabilitation in Mediterranean conditions*. Cement Sustainability Initiative (CSI). Quarry Rehabilitation: Case Studies, Case studies in the CSI Guidelines on Quarry Rehabilitation document. 4 pp. Disponível em <http://wbcsdcement.org/index.php/quarry-rehabilitation/quarry-rehabilitation-case-studies>

World Business Council for Sustainable Development – WBCSD (2011a). *Guidelines on quarry rehabilitation*. Cement Sustainability Initiative (CSI), WBCSD, Conches-Geneva, Switzerland. 32 pp. Disponível em [http://wbcscement.org/pdf/CSI%20Guidelines%20on%20Quarry%20Rehabilitation%20\(English\)_Dec%202011.pdf](http://wbcscement.org/pdf/CSI%20Guidelines%20on%20Quarry%20Rehabilitation%20(English)_Dec%202011.pdf)

World Business Council for Sustainable Development – WBCSD (2011b). *Quarry Rehabilitation: a SECIL experience. Valorization of biodiversity*. Cement Sustainability Initiative (CSI). Quarry Rehabilitation: Case Studies, Case studies in the CSI Guidelines on Quarry Rehabilitation document. 4 pp. Disponível em <http://wbcscement.org/index.php/quarry-rehabilitation/quarry-rehabilitation-case-studie>.