

Granitos Ornamentais do Norte de Portugal - Características, Potencialidades e Constrangimentos

Luís Sousa

*Departamento de Geologia e Pólo do Centro de Geociências (CGeo),
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta de Prados,
5000-801 Vila Real, Portugal*

Email: lsousa@utad.pt

Paulo Pita

*Direção Geral de Energia e Geologia, Divisão de Pedreiras do Norte,
Rua Direita do Viso nº 120, 4269-002 Porto, Portugal*

Email: paulo.pita@dgeg.pt

Jorge Carvalho

*Laboratório Nacional de Energia e Geologia, IP; Unidade de
Recursos Minerais e Geofísica, Estrada da Portela, Bairro do
Zambujal, Apartado 7586- Alfragide, 2610-999 Amadora, Portugal*

Email: jorge.carvalho@lneg.pt

José Lourenço

*Departamento de Geologia e Pólo do Centro de Geociências (CGeo),
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta de Prados,
5000-801 Vila Real, Portugal*

Email: martinho@utad.pt

Palavras Chave: Rochas ornamentais, granito, avaliação de reservas, ordenamento do território.

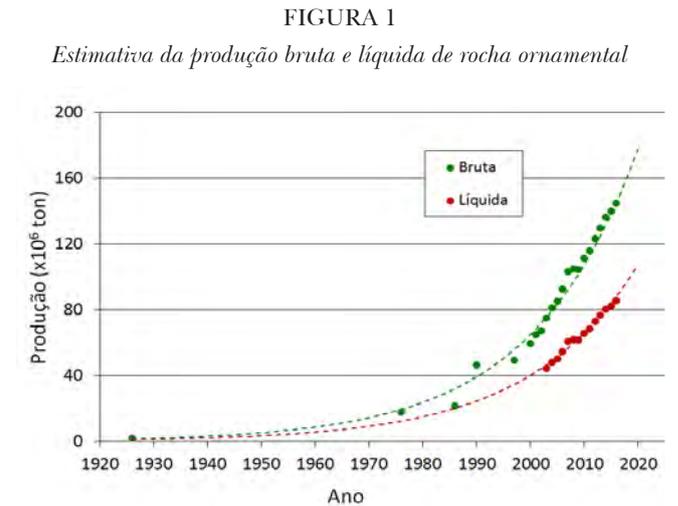
RESUMO

No norte de Portugal localizam-se os principais núcleos de pedreiras de granito ornamental. A evolução dos últimos anos alterou as perspetivas de crescimento que vinha sendo verificada, forçando as empresas a adaptarem-se a uma nova realidade. A reconversão de unidades extrativas, por ampliação e fusão, contrasta com a inatividade de muitas outras. Neste trabalho apresenta-se uma caracterização dos núcleos de pedreiras dos granitos de Monção-Valença, Ponte de Lima, Alpendurada-Penafiel, Mondim de Basto, serra da Falperra e Pedras Salgadas. São enumerados os principais problemas que afetam a extração, os intrínsecos ao material ou aos maciços, os derivados das condicionantes ao uso do território e também aqueles relacionados com a dimensão e estrutura das empresas. Apresentam-se propostas para melhorar o acesso e a gestão deste importante recurso natural.

1. INTRODUÇÃO

A produção de rocha ornamental constitui uma importante atividade económica em Portugal. A produção nacional encontra-se entre as dez mais importantes a nível mundial, apesar das constantes mudanças no *ranking* em virtude de existirem países com estádios de desenvolvimento diferentes de vários continentes que apresentam evoluções distintas (ANIET, 2017). Em 2017 o valor da produção das rochas ornamentais foi de 179,6 x 10⁶€, 46,9 x 10⁶€ dos quais relativos a granitos (DGEG, 2018). No mesmo ano as exportações de rocha ornamental totalizaram 386 x 10⁶€, maioritariamente constituídas por mármore e calcário. Prevê-se que esta atividade económica continue o seu crescimento observado nas últimas décadas (Fig. 1), afigurando-se importante que as empresas nacionais e as entidades com responsabilidade no setor contribuam para manter Portugal como importante *player* global.

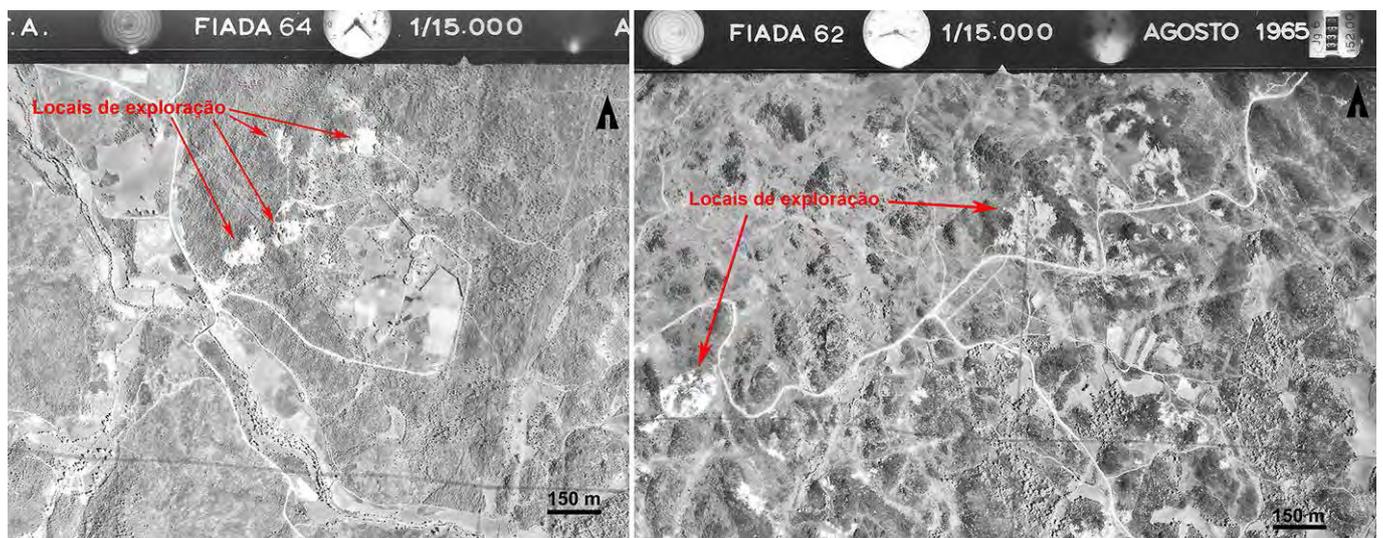
No norte do país localiza-se a maior percentagem de empresas do setor, sobretudo associadas à extração e transformação de granito, condicionada pela predominância dos afloramentos graníticos e existência de núcleos tradicionais de extração. Em 2017 encontravam-se em atividade 337 pedreiras de rocha ornamental em Portugal, 111 das quais de granito (DGEG, 2018) e na sua maioria localizadas no norte do país (Pita, 2017).



Baseado em Montani, 2017.

Nesta região, os núcleos principais de extração resultam da evolução das pequenas pedreiras que começaram a sua industrialização em meados do século passado. Em muitos locais há evidências das pequenas pedreiras artesanais (Fig. 2) cujos produtos eram utilizados nas povoações vizinhas, obrigando a que a atividade dos pedreiros estivesse dispersa pelo território de modo a satisfazer as necessidades da população.

FIGURA 2
Fotografias aéreas obtidas em 1965 onde é possível observar locais de extração de granito



Pedras Salgadas, Vila Pouca de Aguiar

S. Bento, Vila Real

Em consequência da crise que afetou as atividades produtivas em Portugal, com a diminuição rápida e acentuada da atividade do setor da construção civil, as empresas foram obrigadas a procurarem novos mercados no exterior. O setor da extração está hoje melhor apetrechado, sendo comum a utilização do fio diamantado, com o consequente aumento do aproveitamento das massas minerais e redução dos desperdícios. O setor da transformação também evoluiu, sendo cada vez menor a quantidade de matéria-prima vendida para o exterior na forma de bloco, aumentando as mais-valias na transformação. Este caminho, muitas vezes forçado pelas circunstâncias, fez-se com obstáculos e apenas as empresas com uma situação financeira sólida puderam resistir.

Se a atividade dos antigos núcleos extrativos evoluiu de acordo com a tecnologia de extração de transformação, a sua apetência para fornecer material de qualidade e em quantidade hoje é muito distinta do que era há 50 anos. A moderna indústria das rochas ornamentais exige elevados padrões de qualidade, pois o comportamento do material em obra deve seguir rigorosos padrões técnicos.

Assim, são vários os fatores que influenciam a capacidade do maciço para fornecer rocha ornamental de qualidade, tais como a composição mineralógica, textura, estrutura, grau de fraturação, espessura do material de cobertura sem interesse comercial, propriedades físico mecânicas, impacto ambiental e ordenamento do território. Estes fatores podem ser agrupados em três grandes grupos relativos ao material, às características do maciço e aos fatores de explorabilidade (Tabela 1). Os dois primeiros grupos englobam fatores intrínsecos da rocha e não são suscetíveis de alteração ao longo do tempo, enquanto os fatores de explorabilidade podem evoluir, facilitando ou dificultando a atividade extrativa. De nada valerá a existência de um maciço com boa aptidão para a produção de blocos se as características estéticas das rochas não tiverem aceitação no mercado ou se a sua exploração for interdita por questões de ordenamento de território. Assim, são os fatores de explorabilidade que ditam a possibilidade de instalar uma unidade extrativa num dado momento.

TABELA 1

Exemplos de fatores que condicionam a exploração e utilização de rochas ornamentais

Material	Afloramento	Explorabilidade
Mineralogia	Localização	Aceitação pelo mercado
Textura	Morfologia	Distância aos centros de consumo
Heterogeneidade (cor, textura, ...)	Terrenos de cobertura	Infraestruturas industriais
Meteorização	Estrutura (estratos, dobras)	Ordenamento do território
Propriedades físicas	Variação de fácies	Impactes ambientais
Propriedades mecânicas	Fraturação (tipo, densidade)	
	Volume disponível	

Adaptado de Carvalho *et al.*, 2008; Fort *et al.*, 2010; Sousa, 2010.

À luz destes fatores realiza-se uma avaliação dos principais núcleos de pedreiras de granito do norte de Portugal, nomeadamente dos localizados a norte do rio Douro, referindo os constrangimentos e as potencialidades. Serão considerados os centros de produção localizados em Monção-Valença, Ponte de Lima, Alpendurada-Penafiel, Mondim de Basto, serra da Falperra (Vila Pouca de Aguiar) e Pedras Salgadas. Para cada um dos granitos explorados referem-se os principais fatores condicionantes do seu aproveitamento como rocha ornamental e as ações que visam o ordenamento das zonas de exploração.

2. CARATERIZAÇÃO DOS NÚCLEOS DE EXTRAÇÃO

Nesta seção são enumeradas as características dos granitos e das respetivas pedreiras e são elencados os principais fatores que condicionam a atividade. Dos granitos selecionados, três possuem uma coloração amarelo-acastanhada (Ponte de Lima, Mondim de Basto e serra da Falperra) muito valorizada nas últimas décadas, dois são acinzentados (Alpendurada-Penafiel e Pedras Salgadas) e um possui tonalidade rosada (Monção-Valença) (Fig. 3). Localizam-se em manchas graníticas de diferentes dimensões e idades, com predomínio das pós-tectónicas (Fig 4).

FIGURA 3

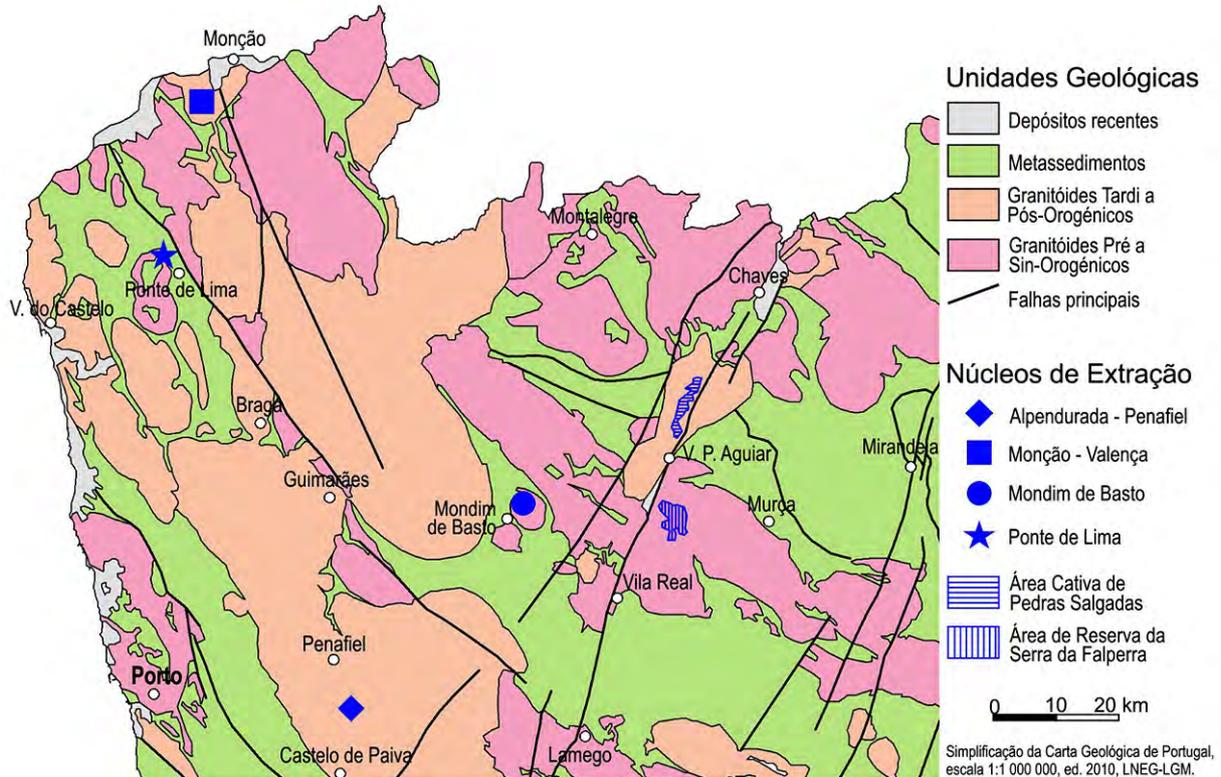
Aspeto macroscópico dos granitos e imagens das pedreiras



Sequência: Monção, Ponte de Lima, Alpendurada-Penafiel, Mondim de Basto, serra da Falperra e Pedras Salgadas; granitos - Leite e Moura (2013); pedreira de Monção-Rodrigues (2009); pedreira de Alpendurada-Penafiel - (<https://www.gradul.com/pt/pedreiras>).

FIGURA 4

Mapa geológico do norte de Portugal com indicação dos núcleos estudados



Monção-Valença

Nesta zona é explorado um granito de granuloso, porfiróide, predominantemente biotítico, com megacristais de feldspato potássico que apresentam uma tonalidade rosada e conferem ao granito uma coloração característica (Fig. 3) (Ribeiro e Moreira, 1986). Trata-se de uma rocha explorada num maciço granítico tardi a pós-tectónico que aflora na região de Monção-Valença e continua para a Galiza. O espaçamento das fraturas origina uma disjunção paralelepípedica, com formação de importantes caos de blocos (Moreira e Simões, 1988). Neste maciço, podem obter-se rochas com diferentes nuances dentro do tom rosado.

Os afloramentos deste granito apresentam pouca alteração, por vezes com saibro granítico com cerca de um metro de espessura, sendo frequentes grandes lajes e bolas de aspeto e coloração homogêneos. A presença de nódulos biotíticos, pouco frequentes, e de encraves metassedimentares, sobretudo perto do contacto com estas rochas (Moreira, 1992) pode prejudicar o seu aspeto. As pedreiras situam-se preferencialmente em

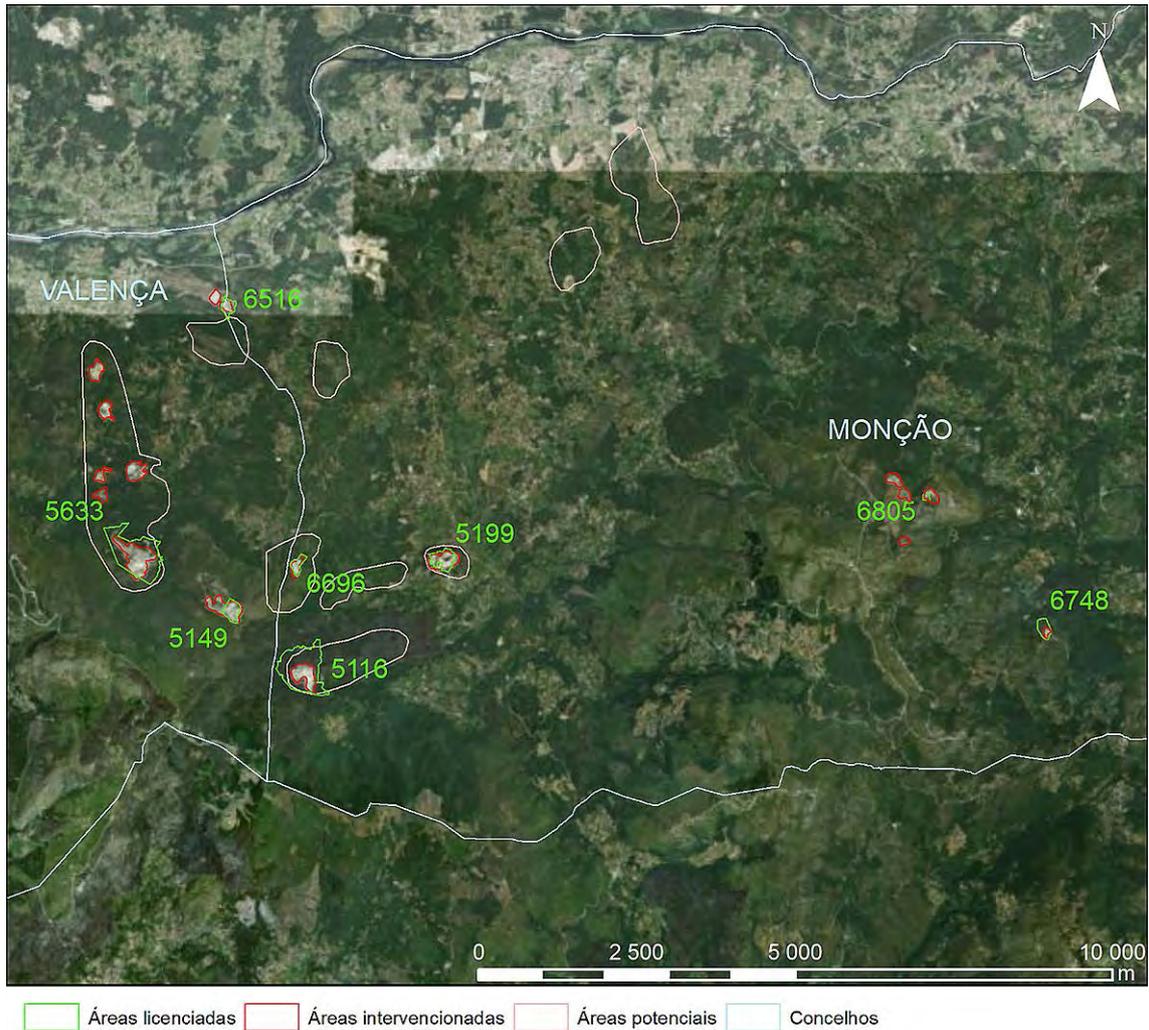
flanco de encosta. A fracturação é escassa e facilita a obtenção de blocos com as dimensões desejadas, apesar de nalguns locais mostrar uma densidade mais elevada. Moreira (1992) evidenciou as principais famílias de fratura observadas no maciço: N20°W-N10°E e N70°-90°W, sendo menos comuns as famílias N40°-50°E e N40°-50°W.

Há 8 pedreiras licenciadas, embora seja possível observar outros espaços intervencionados (Fig. 5). A zona em questão possui amplas potencialidades para a exploração de rocha ornamental, de acordo com os dados obtidos por Moreira (1992) que delimitou as áreas potenciais representadas na Fig. 5. Os recursos estimados para essas áreas potenciais ascendem a $34,9 \times 10^6 \text{ m}^3$ (Carvalho *et al.*, 2013).

A utilização do granito nesta região marcou a arquitetura tradicional, com a utilização de pranchas de granitos colocadas ao alto, a *pasta*. As pequenas pedreiras foram evoluindo em função das necessidades e técnicas de extração e transformação.

FIGURA 5

Pedreiras licenciadas, zonas com índicos de exploração e áreas potenciais para o núcleo de extração de Monção-Valença



Ponte de Lima

O granito de Ponte de Lima possui granulado médio e grau variável de alteração meteórica que lhe confere um aspeto bandado ferruginoso secundário muito característico e apreciado pelos consumidores (Fig. 3) (Cevalor, 2014). As propriedades físico-mecânicas são variáveis em função do estado de meteorização, sendo recomendado o seu uso para alvenarias, cantarias e revestimentos, interiores e exteriores.

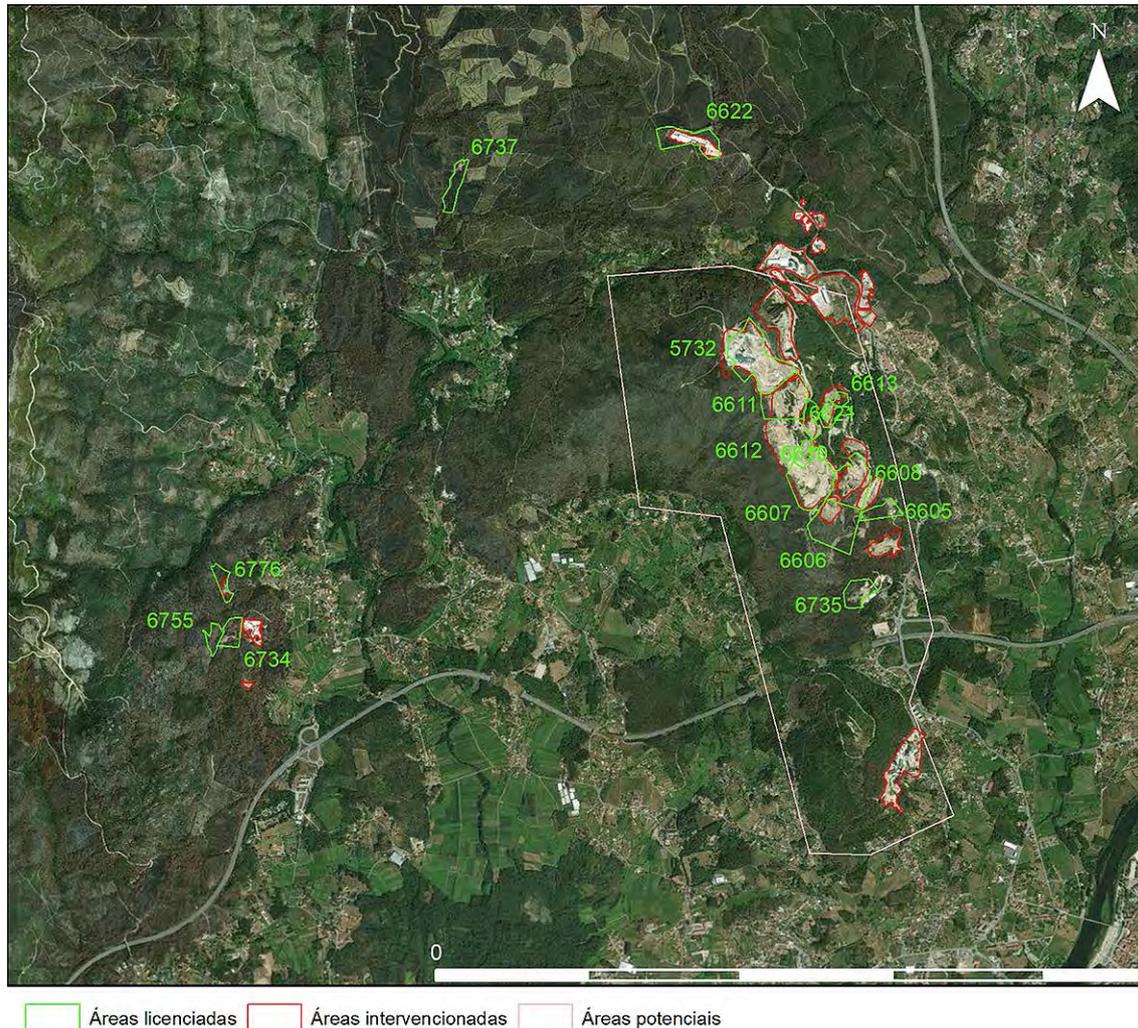
Os afloramentos deste granito mostram grande densidade de faturação, obrigando ao aproveitamento dos pequenos blocos para a obtenção de peças fendidas. Os recursos estimados para a área potencial delimitada na Fig. 6 ascendem a $2,3 \times 10^6 \text{m}^3$ (Carvalho *et al.*, 2013),

embora a exploração do granito são, em profundidade, permita aumentar o tempo de vida das explorações. As pedreiras localizam-se no flanco de uma encosta sobranceira ao vale do rio Lima e à autoestrada A3, constituindo importante impacto visual.

Há 14 pedreiras licenciadas, quase todas dedicadas à extração de rocha ornamental (Fig. 6). A Câmara Municipal de Ponte Lima, assumindo o relevo deste setor extrativo para o desenvolvimento socioeconómico do município e ciente da importância do ordenamento do território para a sustentabilidade do setor, implementou, no âmbito do respetivo Plano Diretor Municipal a Unidade Operativa de Planeamento e Gestão, UOPG 18 - Plano de Pormenor das Pedreiras das Pedras Finas – Exploração de Granito.

FIGURA 6

Pedreiras licenciadas, zonas com índicos de exploração e áreas potenciais para o núcleo de extração Ponte de Lima



As duas pedreiras localizadas mais a norte exploram xisto.

Alpendurada-Penafiel

Trata-se de um granito cinzento de duas micas, com granulado médio e alguns megacristais de feldspato (Fig. 3), apresentando foliação com direção N25°W (Ramos *et al.*, 1985). As várias pedreiras da região estão instaladas no bordo SW do grande maciço de granito calco-alcalino, tardi a post-tectónico e com orientação NW-SE, que se estende no NW de Portugal desde a região de Viana do Castelo até às proximidades de Castro Daire (Fig. 4).

A nível regional predominam as famílias de fraturas N35°E e N-S, sendo menos importante a família N30-60W, embora com variações locais em função da proximidade a falhas (Ramos *et al.*, 1985). Filões pegmatí-

ticos, encraves biotíticos de pequeno tamanho e filonetes de feldspato rosado constituem as heterogeneidades presentes (Ornabase). Os blocos explorados possuem dimensão média e os recursos estimados ascendem a $39,0 \times 10^6 \text{ m}^3$ para as áreas potenciais representadas na Fig. 7 (Carvalho *et al.*, 2013).

Nesta região a exploração de granito assume algum relevo económico CIMTS (2014). No concelho de Marco de Canavezes foram identificadas 38 pedreiras licenciadas e o novo PDM possui 510,5 ha de espaços afetos à exploração de recursos geológicos, contra 542,0 ha de espaços para indústrias extrativas consignados no anterior PDM (CMMC, 2015), o que é demonstrativo de maiores constrangimentos atuais no acesso ao território por parte deste setor industrial.

O número de pedreiras licenciadas nos concelhos de Marco de Canavezes, Penafiel e Cinfães é de 20, muitas das quais também com produção de agregados como forma de rentabilizar as zonas do maciço rochoso sem aptidão para a produção de blocos devido a fraturação intensa (Fig. 7). Há muitas zonas intervencionadas que não estão licenciadas.

A localização de unidades extrativas em zonas com uma grande densidade de núcleos urbanos implica alguma degradação ambiental e pode causar focos de atrito com as populações. Outras atividades económicas ou ocupações do território podem usar esta degradação ambiental como argumento em seu favor, como é caso do Plano de Ordenamento da Albufeira de Crestuma-Lever que menciona as pedreiras como “atividades geradoras de degradação e passivo ambiental, e assentam na exploração de recursos não renováveis e com baixo valor acrescentado para a região” POACL (2004). A

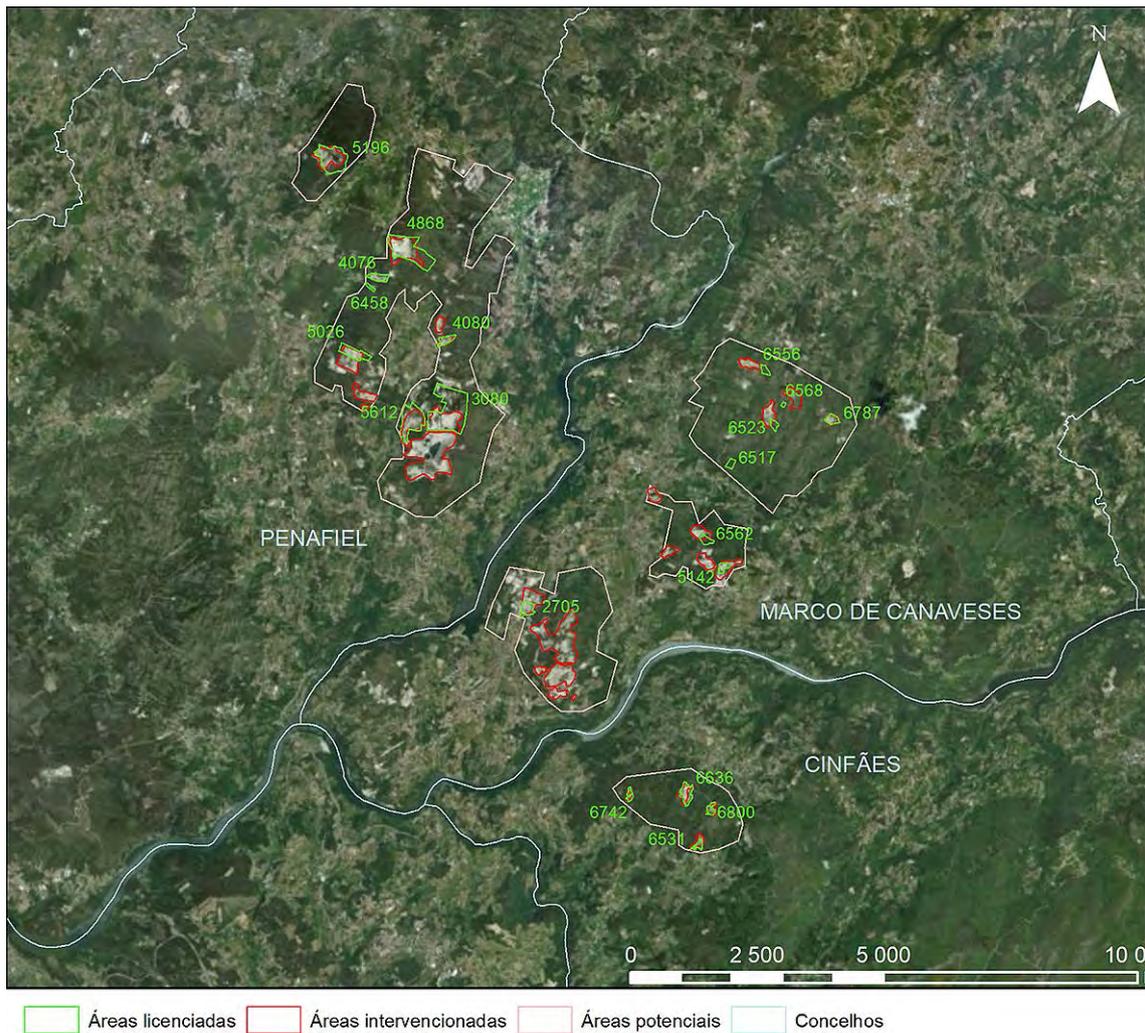
Comunidade Intermunicipal do Tâmega e Sousa, ciente desta problemática, pretende implementar um programa para a recuperação destes espaços, procurando reconstituir os ecossistemas pré-existentes sempre que possível CIMTS (2014).

Nesta região, como nas outras aqui mencionadas, coloca-se o problema da continuidade da atividade por falta de mão-de-obra. Cerqueira (2012) refere que 40% dos trabalhadores das pedreiras do concelho de Marco de Canavezes se encontram na faixa etária de 46-55 anos.

A existência de empresas de pequena dimensão, pouco resilientes a períodos de crise económica e com pouca adaptabilidade à evolução do mercado, origina flutuações associadas aos ciclos económicos. No concelho de Penafiel verificou-se uma diminuição do número de empresas relacionadas com a indústria extrativa de 40 para 21, entre 2008 e 2016 (CMP, 2018).

FIGURA 7

Pedreiras licenciadas, zonas com índicos de exploração e áreas potenciais para o núcleo de extração de Alpendurada-Penafiel



Mondim de Basto

O granito de Mondim de Basto é um granito de duas micas, de granularidade média, por vezes com megacristais de feldspato, com foliação aproximada NW-SE (Fig. 3). Como minerais principais, apresenta quartzo, microclina-pertite, microclina sódica, moscovite e biotite (Pereira, 1987). O afloramento deste granito possui forma circular e na sua zona central constitui uma elevação com forma peculiar - o Monte Farinha. A coloração característica deste granito, com tons amarelo-acastanhados, consequência da elevada meteorização nos níveis superiores do maciço, confere-lhe um elevado valor comercial.

As fraturas regionais N20°-30°E e N50°-60°E são as mais frequentes em todo o afloramento, com apreciável extensão, enquanto a família N-S tem maior representatividade no setor este do afloramento e a família N70°-80°W é mais frequente a noroeste do Monte Farinha (Alves, 2010). A análise do diaclasamento a nível de pedreira mostra o predomínio de duas famílias predominantes (N-S e E-W), embora havendo em todas

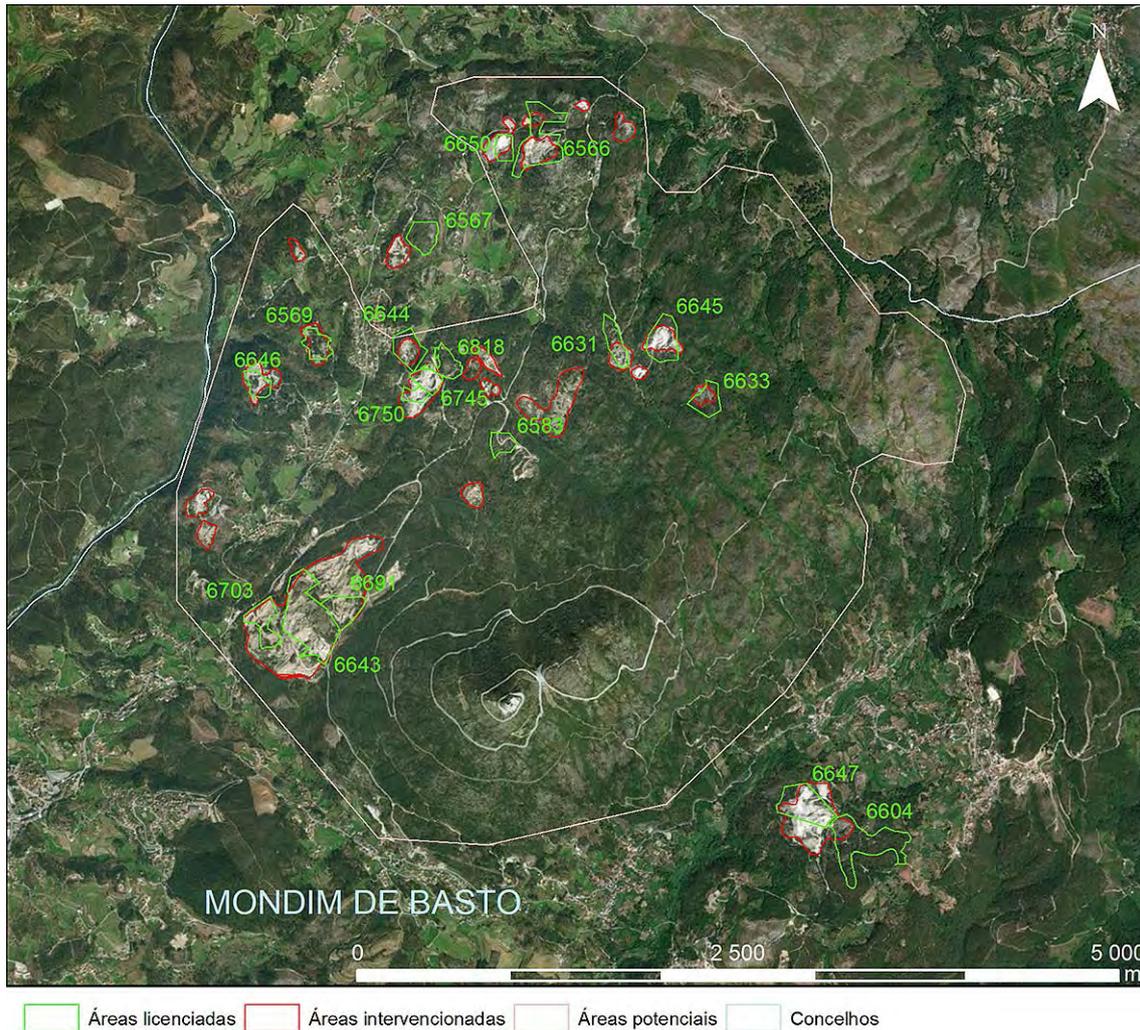
as direções um número significativo de diaclases (Alves, 2010). Esta variabilidade direcional da fraturação penaliza a obtenção de blocos com forma cúbica ou paralelepípedica, que associada ao baixo espaçamento médio das diaclases, 0,8m, dificulta a extração de grandes blocos para transformação. Assim, e de modo a assegurar a viabilidade económica das explorações, é necessário o aproveitamento dos blocos de pequena dimensão para obtenção de peças fendidas e serradas.

Há 18 pedreiras licenciadas e também aqui se verifica haver áreas intervencionadas sem licença de exploração (Fig. 8). Os recursos estimados ascendem a $7,5 \times 10^6 \text{m}^3$ (Carvalho *et al.*, 2013), que aumentam caso seja considerado também o granito são, explorado nos níveis inferiores das pedreiras.

Aumentar as mais-valias na produção é fundamental para diversificar mercados. Para tal, a Câmara Municipal de Mondim de Basto está a dinamizar a 1ª edição da Bienal do Granito, que decorreu entre maio e setembro de 2019 em Mondim de Basto. Esta iniciativa pretendeu envolver profissionais, estudantes e artistas na criação de novos produtos, de modo a favorecer o investimento de base inovadora e aumentar a diferenciação da produção.

FIGURA 8

Pedreiras licenciadas, zonas com indícios de exploração e áreas potenciais para o núcleo de extração de Mondim de Basto



Serra da Falperra

O granito extraído nesta região, com a designação comercial de Amarelo Real, possui grão médio ou médio a grosseiro, é de duas micas, com predominância da moscovite, e apresenta tendência porfiroide (Fig. 3). A composição mineralógica modal é a seguinte: quartzo (35,8%), feldspato potássico (23,6%), plagioclase (29,3%), biotite (3,3%), moscovite (7,9%) e apatite (0,1%), que o classifica como monzogranito (Sousa, 2007). A coloração amarelo-acastanhada é a característica deste granito mais valorizada pelo mercado.

Os lineamentos observados em fotografia aérea têm a direção preferencial N30-60W, ocorrendo ainda lineamentos de menor expressão com as direções N20-40E e N70-90E (Sousa, 2007). Com variações pontuais,

verifica-se uma estreita relação entre o diaclasamento observado nas pedreiras e a fraturação regional. No seu conjunto, as diaclases observadas nas pedreiras englobam-se em duas famílias principais: N30-50W e N20-60E (Santos *et al.*, 2018). Nos afloramentos do granito Amarelo Real foram obtidos, em quatro estudos diferentes, valores do espaçamento médio de 1,0 m a 1,5 m (Sousa, 2007; Santos *et al.*, 2018). Estes valores variam de acordo com a tipologia de locais estudados: pedreiras, áreas virgens ou áreas selecionadas de acordo com algumas condicionantes, no entanto os valores do espaçamento são baixos.

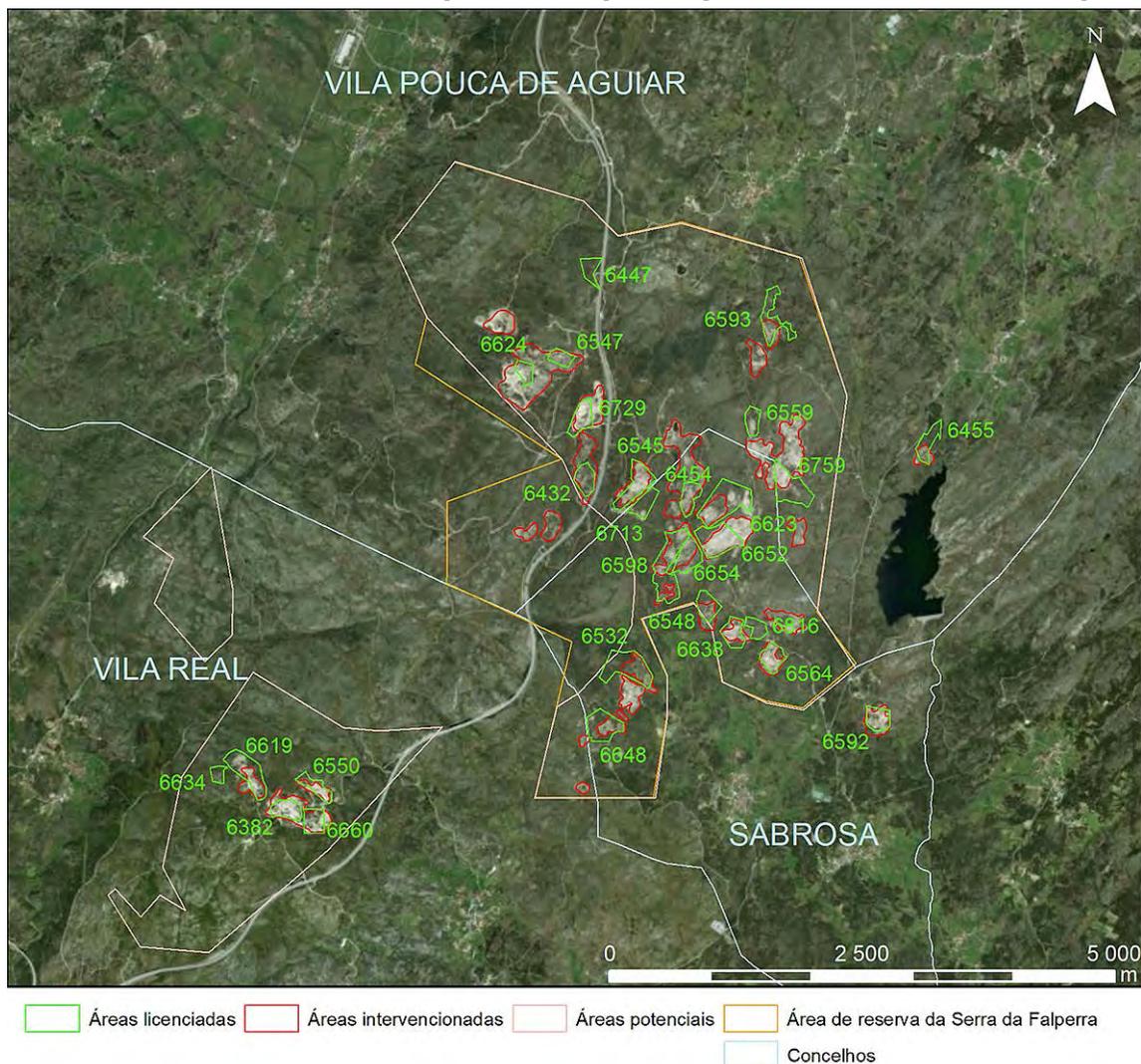
Na impossibilidade de obter granito com a coloração mais valorizada em profundidade, onde a menor meteorização confere uma tonalidade acinzentada, as pedreiras avançam lateralmente, ocupando áreas

assinaláveis. Apesar dos blocos de grande volume para a indústria transformadora serem o produto mais valorizado, o baixo rendimento de muitas pedreiras obriga ao aproveitamento dos blocos de menores dimensão para outros fins. O número de pedreiras em atividade, cerca de 10, é muito menor do que as licenciadas, 28 (Fig. 9), com algumas discrepâncias em relação às áreas intervencionadas. A crise da última década levou ao encerramento temporário de muitas unidades extrativas e à diminuição do volume extraído. Os recursos estimados ascendem a $8,9 \times 10^6 \text{m}^3$ (Carvalho *et al.*, 2013), tendo em consideração as áreas potenciais demarcadas na Fig.9. Perante as condicionantes legais e as características geológicas dos afloramentos, Santos *et al.* (2018) refere uma quantidade inferior, $2,7 \times 10^6 \text{m}^3$, considerando apenas a área de reserva. Também neste

caso as reservas serão muito maiores se considerado o granito menos meteorizado explorado em profundidade. O rápido crescimento da exploração deste granito levou à definição da Área de Reserva na serra da Falperra (Decreto Regulamentar nº6/2009, de 2 de abril), a primeira em Portugal para este tipo de rocha, com uma área de 1776 ha, englobando os concelhos de Vila Pouca de Aguiar, Sabrosa e Vila Real. De acordo com o PDM de Vila Pouca de Aguiar, a área de extração na área da Falperra deverá constituir uma Unidade Operativa de Planeamento e Gestão. Um plano de ordenamento e gestão para toda a área de reserva seria de toda a opção mais conveniente ao desenvolvimento harmonioso desta área industrial.

FIGURA 9

Pedreiras licenciadas, zonas com índicos de exploração e áreas potenciais para a área de Reserva da Serra da Falperra



Pedras Salgadas

Trata-se de um granito leucocrata, biotítico, com alguns megacristais de feldspato potássico; estas características, aliadas ao grão médio a fino, conferem-lhe propriedades ornamentais que o tornam um dos granitos portugueses mais procurados (Fig. 3). A composição mineralógica é a seguinte: quartzo (33,4%), feldspato potássico (28,4%), plagioclase (33,2%), biotite (4,3%) e moscovite (0,7%) (Sousa, 2000).

As pedreiras localizam-se no maciço granítico de Vila Pouca de Aguiar, pós-tectónico relativamente à terceira fase da orogenia Hercínica.

A fraturação regional é constituída por três famílias de falhas: N10°-30°E, N40°-50°W e N60°-80°E. Estas falhas têm faixas de alteração subparalelas e de largura variável, podendo atingir 50 metros no caso da primeira família, paralela ao importante acidente tectónico localizado 1000 m a este da área das pedreiras, a falha Penacova-Régua-Verín (Sousa, 2000). Moreira (1999) refere também as famílias E-W e N30°W. O diaclasamento é muito variável ao longo do maciço (Moreira, 1999; Sousa, 1995) e nem sempre coincide com a fraturação regional ao redor das áreas em exploração. Contudo, as principais famílias de fraturas identificadas na totalidade das pedreiras englobam-se nas três famílias atrás referidas (Sousa, 1995; 2000). O espaçamento das fraturas,

observado nas pedreiras em atividade e em áreas virgens, é muito variável, sendo referidos espaçamentos médios de 0,5m a 3,8m (Moreira, 1999; Sousa, 2007). Pese embora a obtenção da informação seja condicionada pela posição das frentes de trabalho, os dados mostram a dificuldade em obter blocos de grande dimensão em todas as pedreiras a todo o tempo (Sousa, 2007).

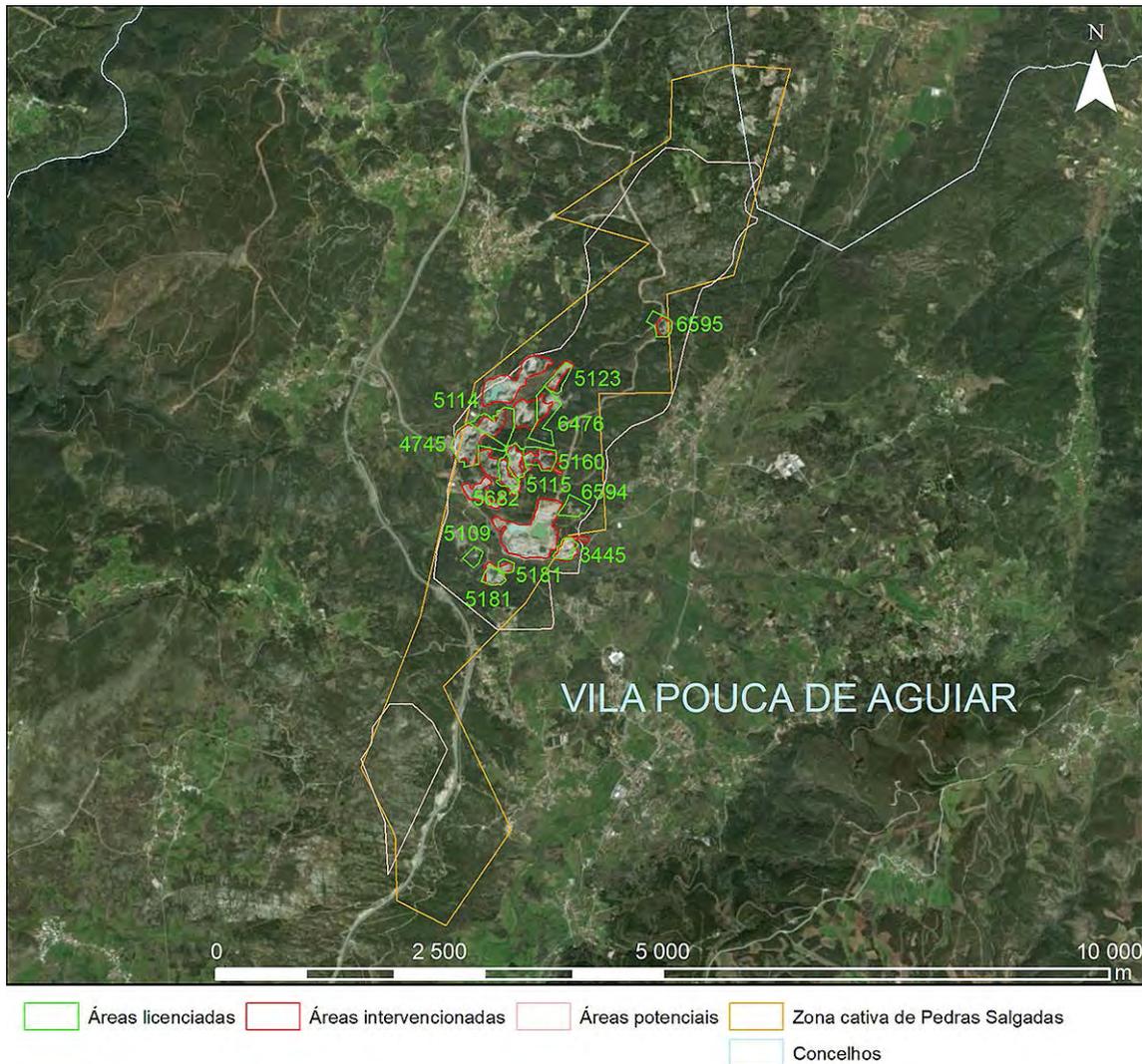
A parte superior do maciço apresenta uma fraturação e meteorização muito elevada, em especial devido à descompressão, inviabilizando a obtenção de blocos comerciais nos primeiros 10 metros de profundidade (Moreira, 1999; Sousa, 2000). As pedreiras desenvolvem-se em flanco de encosta, na fase inicial da extração, e em profundidade, onde a qualidade do maciço permite obter mais rendimento.

Há 13 pedreiras licenciadas, embora nem todas em atividade. Também aqui há áreas intervencionadas que não se encontram com licença de exploração atribuída. Os recursos estimados ascendem a $36,7 \times 10^6 \text{ m}^3$ (Carvalho *et al.*, 2013) e foram calculadas em função das áreas potenciais delimitadas na Fig. 10.

Dada a importância deste núcleo produtor, foi estabelecida a Área Cativa de Pedras Salgadas ([Portaria nº766/94, de 23 de agosto](#)), a primeira em Portugal para este tipo de rocha, com uma área de 1254 ha. De acordo com o PDM de Vila Pouca de Aguiar, a área de extração na área da Falperra deverá constituir uma Unidade Operativa de Planeamento e Gestão.

FIGURA 10

Pedreiras licenciadas, zonas com índices de exploração e áreas potenciais para a área Cativa de Pedras Salgadas



3. AVALIAÇÃO GLOBAL E PROPOSTAS DE ATUAÇÃO

A exploração dos diferentes granitos é condicionada pelas condições dos afloramentos, em especial o padrão de fraturação e o espaçamento das fraturas. Os afloramentos dos granitos mais meteorizados (Ponte de Lima, Mondim de Basto e serra da Falperra) apresentam uma maior densidade de fraturação, resultando daqui um menor aproveitamento nas pedreiras e consequentemente maior acumulação de resíduos. Estas condicionantes, aliadas à necessidade de explorar o granito em níveis superficiais, levam à evolução das pedreiras dos granitos amarelos em área e não em profundidade. No entanto, tal expansão nem sempre é possível, limitando a área disponível para explorar e consequentemente o volume de reservas. São

estes granitos os que possuem um menor volume de recursos, de acordo com a avaliação de Carvalho *et al.* (2013).

Mesmo nos afloramentos dos restantes granitos a densidade de fraturação limita a extração de grandes blocos. Este condicionalismo obriga as empresas a efetuarem o máximo aproveitamento do granito extraído, nomeadamente para a produção de peças fendidas e serradas, as quais podem ser obtidas a partir de blocos irregulares e/ou de pequena dimensão. Assim, a capacidade de transformação nas pedreiras tem aumentado de modo a permitir a sua viabilidade económica. Não faz sentido, para o caso dos granitos em apreço, falar de pedreiras viáveis apenas com a produção de blocos para comercialização. O máximo de mais-valias deve ser obtido em unidades de transformação

localizadas nas pedreiras ou a ela associadas. As empresas mais resilientes são as que possuem uma capacidade de transformação instalada que lhes permita suprir a eventual inconstância na extração da pedreira e adaptar-se aos ciclos económicos.

A diminuição da atividade económica desde 2008 levou ao encerramento de muitas unidades, maioritariamente por incapacidade das empresas procurarem novos mercados. Alguns estudos setoriais, como por exemplo AEP (2015) e ANIET (2017), demonstram a necessidade de investimento, inovação e internacionalização, os quais apenas poderão ser conseguidos através de uma cooperação efetiva entre empresas, à semelhança do que aconteceu em muitas ações realizadas no âmbito do *cluster* da pedra natural com continuidade no *cluster* dos recursos minerais. A reduzida dimensão da maioria das empresas, com uma capacidade de extração/transformação limitada, não permite o seu posicionamento no mercado por falta de capacidade de resposta. A efetiva cooperação poderá ajudar a colmatar muitas das lacunas, mas este caminho nem sempre é fácil de percorrer.

Um aspeto crucial para o desenvolvimento futuro destes núcleos de extração de granito ornamental são as condicionantes impostas ao nível do ordenamento do território. A escassez “artificial” de matéria-prima por questões de uso do solo/ordenamento do território é uma nova problemática que afeta as empresas na tentativa de expansão dos seus negócios junto dos mercados externos. Com efeito, a contribuição deste setor para o desenvolvimento económico e social apenas poderá ter continuidade caso tenha acesso aos locais onde ocorrem os recursos passíveis de exploração económica.

Mateus *et al.* (2017) desenvolveram uma metodologia para a identificação e delimitação dos espaços para os quais importa a salvaguarda dos recursos minerais nos instrumentos de ordenamento do território, a fim de que a esses locais não sejam atribuídos usos ou ocupações que desnecessariamente inviabilizem a futura exploração dos recursos minerais. Com base nessa metodologia, assente no grau de conhecimento existente a diversas escalas sobre os recursos, Carvalho *et al.* (2018) mostram que dos 6 núcleos aqui apresentados, apenas para a Área Cativa de Pedras Salgadas e para a Área de Reserva da Falperra existe conhecimento suficiente para justificar a sua inclusão nos instrumentos de ordenamento do território, o que aliás está inerente à implementação

dessas mesmas áreas, pois elas constituem servidões administrativas em sede de ordenamento do território. Porém, para os restantes núcleos e respetivas áreas de potencial expansão, a justificação para a salvaguarda dos recursos aí existentes só poderá ser alcançada através de um aumento do conhecimento específico sobre esses mesmos recursos, o que demonstra a necessidade de um esforço conjunto entre entidades públicas e privadas que conduza à aquisição desse conhecimento.

Se é certo que as tecnologias inovadoras que têm vindo a ser implementadas ao nível da extração e transformação têm contribuído para o aumento da rendibilidade das pedreiras, também é certo que não poderão suprir por completo a necessidade de matéria-prima e como tal é necessário manter o acesso aos locais onde os recursos existem.

Os impactes ambientais associados à atividade extrativa devem ser acautelados de modo a evitar a degradação do meio ambiente até níveis irrecuperáveis. A localização de pedreiras junto de núcleos urbanos (Fig. 11) aumenta a perceção destes problemas e potenciais conflitos devem ser evitados. A avaliação dos impactes ambientais, obrigatória em muitas situações, permite um controlo da atividade extrativa. A consulta da base de dados da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) (http://siaia.apambiente.pt/AIA_Consulta.aspx) permite verificar o elevado número de pedreiras sujeitas a controlo ambiental no âmbito do processo de avaliação de impacte ambiental, incluindo novas pedreiras e ampliações das já existentes. De acordo com a informação disponibilizada pela APA, indicam-se de seguida o número de pedreiras com parecer favorável condicionado e o ano do processo mais antigo para os concelhos onde se localizam as pedreiras em análise: Monção 4 (2004); Valença 2 (2014); Marco de Canavezes 1 (2008); Vila Real 1 (2009); Sabrosa 13 (2005); Vila Pouca de Aguiar 19 (1998); Mondim de Basto 14 (2006); Penafiel 2 (2011). Os dados apresentados incluem também um número residual de pedreiras dedicadas à extração de inertes. Cumpridas as medidas de minimização de impactes ambientais e os planos de monitorização, estão reunidas as condições para evolução do estado do ambiente dentro dos limites estabelecidos aquando do licenciamento. No caso das pedreiras localizadas em núcleos de extração, com várias unidades próximas entre si, poderá haver benefícios em realizar a recuperação ambiental e a monitorização de modo integrado. No entanto, para que tal seja possível, deverão ocorrer alterações no processo de avaliação ambiental.

FIGURA 11

Concentração de pedreiras junto a núcleos urbanos

Apresentam-se de seguida os pontos fortes, pontos fracos, oportunidades e ameaças para os principais núcleos produtores de granitos ornamentais no norte de Portugal. Dadas as diferenças entre os diferentes núcleos, apresentam-se os principais pontos em comum com base na avaliação antes efetuada por AEP (2015), ANIET (2017) e BES (2014), tendo em consideração também as unidades de transformação associadas à extração.

PONTOS FORTES

A importância do setor para a economia nacional e regional - Esta importância advém do emprego, da criação de riqueza e aproveitamento dos recursos naturais locais, em áreas por vezes em risco de despovoamento. A existência de matéria-prima diversificada e com características reconhecidas pelo mercado, facilita o aproveitamento dos vários granitos. Os municípios reconhecem a importância desta atividade.

O reconhecimento da qualidade dos produtos - A tradição na exploração/transformação do granito é uma imagem de marca do norte de Portugal. Poucos são os países com operários qualificados capazes de trabalhar tão bem a pedra como os portugueses.

A integração nas fileiras dos recursos minerais e da construção civil - Os produtos da produção/transformação criam dinâmicas de desenvolvimento nas fileiras de outros setores, quer a montante quer a jusante. Deve

referir-se também as atividades económicas indiretamente associadas ao setor, em especial os serviços, que assumem maior importância em zonas frágeis do ponto de vista económico e social.

A capacidade de ajustamento das empresas às alterações do mercado e a internacionalização - É particularmente importante nos períodos de menor atividade económica para as empresas de maior dimensão.

PONTOS FRACOS

Ausência de cooperação empresarial – Devido à reduzida dimensão das empresas, é urgente que a cooperação seja efetiva de modo a promover vantagens competitivas, através do efeito de escala e pela complementaridade da oferta. Também na internacionalização, a ausência de cooperação limita o crescimento nos mercados internacionais e leva a ações redundantes por parte de várias empresas e sem o efeito desejado.

Falta de investimento na inovação - Sem uma aposta na investigação torna-se mais difícil a criação de valor na oferta. Há alguma dificuldade em incorporar *design* na transformação da pedra, desperdiçando o *know-how* existente. A inovação também pode e deve englobar ações relativas às ações de minimização dos impactos ambientais, em especial nas zonas onde há uma pressão maior sobre o meio ambiente devido à densidade de unidades produtoras.

Acesso aos mercados internacionais - A reduzida dimensão da maioria das empresas e a falta de informação e/ou impreparação, determinam uma incapacidade de realizar uma internacionalização bem-sucedida. A dependência de determinados clientes e/ou mercados, torna a internacionalização frágil e sem capacidade de adaptação à evolução mercado.

A dimensão das empresas - A reduzida dimensão da maioria das empresas é muitas vezes um entrave para a promoção do investimento e do crescimento estrutural. Quando dependentes de capitais alheios as empresas mostram fragilidades que impedem o seu crescimento para enfrentarem os desafios de um mercado cada vez mais exigente.

O envelhecimento dos recursos humanos - A forte tendência para a diminuição do número de efetivos e seu envelhecimento contribuem para a perda de qualificação empresarial no saber trabalhar a pedra durante o processo extrativo e, sobretudo, durante o processo de transformação.

OPORTUNIDADES

Aproveitar a oferta integrada do setor das rochas ornamentais - O setor português das rochas ornamentais apresenta no seu todo uma imagem internacional forte, devendo as empresas usar essa imagem positiva. Por outro lado, a cooperação entre empresas permitirá tirar partido da complementaridade da oferta.

O aumento da procura global - A utilização da pedra natural mantém uma trajetória de crescimento, existindo, portanto, oportunidades de crescimento nos mercados internacionais. As oportunidades de crescimento, sobretudo nos países mais desenvolvidos e com maiores exigências em termos de produtos certificados, onde a pedra natural portuguesa mantém uma imagem de qualidade, devem ser aproveitadas.

Aproveitar as vantagens da economia digital - As facilidades oferecidas pelos meios digitais, quer para os contactos comerciais quer para o *marketing*, devem ser aproveitadas pelas empresas. As ferramentas digitais potenciam o contacto e a promoção da atividade da empresa, a divulgação dos produtos, o acompanhamento personalizado das obras em curso e os serviços pós-venda.

AMEAÇAS

Concorrência internacional - Nas últimas décadas a produção aumentou em países terceiros, sobretudo baseada numa política de preços baixos difícil de combater. As empresas portuguesas devem colocar os seus produtos baseados na qualidade, em produtos inovadores e numa política comercial mais agressiva.

Instabilidade financeira - Os períodos de instabilidade financeira mundial não permitem criar um ambiente adequado à recuperação económica e ao investimento no mercado da construção imobiliária e em obras públicas.

Produtos substitutos - As pedras naturais têm concorrência feroz de outros substitutos, em especial os produtos cerâmicos.

À semelhança das típicas análises às cadeias de valor de sistemas produtivos, os estudos antes referidos e nos quais se baseia esta caracterização da fileira dos granitos, tomam como certo o pressuposto da existência infinita de recursos, olvidando que os recursos minerais são finitos e não renováveis. Se para o presente caso da fileira dos granitos, a questão não se coloca tanto ao nível da disponibilidade de recursos, ela coloca-se ao nível das condições de acessibilidade ao território, tal como antes referido. Nesse sentido, a presente análise carece, ao nível das ameaças ao setor, da referência aos constrangimentos decorrentes do ordenamento do território.

A resolução de muitos problemas atrás enumerados dependem das empresas e da sua capacidade de resposta a um mercado cada vez mais exigente. As propostas que se seguem dizem respeito a questões de ordenamento da atividade e de política de aproveitamento dos recursos geológicos, transversais, portanto, a todos os núcleos de extração.

Os núcleos de extração e respetivas áreas de expansão devem ser alvo de estudos que permitam um aumento do conhecimento sobre os recursos existentes de tal modo que permitam justificar adequadamente a sua integração em sede de planeamento territorial, em contraponto às justificações para outros usos e ocupações do território que inviabilizem a sua exploração. Por outro lado, os núcleos de extração mais importantes deverão ser eles próprios objeto de ordenamento de pormenor através das figuras legais existentes para o efeito, nomeadamente os Planos de Intervenção em Espaço Rural. Este ordenamento deverá considerar não só as valências geológicas, mas também considerar as valências ambientais e sociais. Devido à sua vocação marcadamente

industrial, estas áreas devem ser consideradas como uma unidade autónoma para efeitos de ordenamento do território. Tal como já efetuado para outros locais (e.g. Falé *et al.* 2006, Carvalho *et al.*, 2014, Carvalho *et al.*, neste volume), a sua demarcação deverá ser suportada por estudos de âmbito geológico, ambiental e social que permitam a elaboração de propostas de ordenamento baseadas na aptidão geológica do território e sua ponderação com os fatores ambientais e sociais.

Assim, os núcleos onde se verifica uma concentração de unidades extrativas deverão ser considerados como Unidades Operativas de Planeamento e Gestão, tal como já se verifica nalguns municípios, devendo o respetivo ordenamento ter os seguintes objetivos gerais, adaptados a cada caso: a integração e articulação das diferentes entidades de modo a compatibilizar os diferentes interesses em presença; a valorização da matéria-prima e a otimização da sua exploração de modo racional; a valorização e requalificação ambiental; a criação de pequenas áreas com capacidade edificatória e redes de infraestruturas que sirvam as indústrias aí localizadas; a elaboração de uma estratégia integrada de recuperação das áreas já exploradas, onde se deve proceder à recuperação paisagística e ambiental; a definição de orientações para futuros licenciamentos.

O estabelecimento de áreas com valências específicas para a exploração de recursos geológicos, neste caso granito ornamental, poderá ser equacionada em alguns destes núcleos, à semelhança do que acontece nas áreas onde exploram o granito de Pedras Salgadas (Área Cativa de Pedras Salgadas - [Portaria nº 766/94, de 23 de agosto](#)) e o granito da serra da Falperra (Área de Reserva na serra da Falperra ([Decreto Regulamentar nº6/2009, de 2 de abril](#))). O processo de definição destas áreas classificadas para a exploração de recursos geológicos deveria, *ad initium*, considerar as outras valências do território e os valores ambientais a defender, delimitando as áreas suscetíveis de serem exploradas e evitando posteriores incompatibilidades identificados na fase de licenciamento. Não tendo isso sido feito, mais se realça a necessidade da implementação das Unidades Operativas de Planeamento e Gestão e respetivos planos de ordenamento de pormenor.

A comparação dos dados relativos às pedreiras com licença de exploração e do número de pedreiras em atividade mostra uma diferença assinalável. Deverá o recurso geológico estar “reservado” até que haja uma

decisão de exploração por parte de quem possui os direitos para tal, ou ser introduzido um mecanismo de salvaguardada para tal situação? Pensamos que este assunto merece uma discussão entre as entidades com responsabilidade nesta temática.

O conhecimento da realidade no terreno, com dados estatísticos que dependem da boa vontade das empresas em fornecer dados fidedignos, está longe de ser a perfeita. A falta de colaboração pró-ativa dos agentes económicos obriga a que novas soluções sejam consideradas, com utilização das tecnologias de informação presentemente disponíveis para cruzamento de dados e informações relativos à produção/transformação/exportação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No norte de Portugal são explorados granitos com características texturais e cromáticas distintas. Nas últimas décadas o número de unidades extrativas nos granitos amarelos, Ponte de Lima, Mondim de Basto e serra da Falperra, aumentou de forma significativa. Estes granitos, conjuntamente com os granitos de Monção, Alpendurada-Penafiel e Pedras Salgadas, constituem os principais núcleos de extração de granitos do norte de Portugal, tendo sido identificadas um total 101 pedreiras licenciadas. A quase totalidade das pedreiras dedica-se à produção de rocha ornamental, desde blocos para posterior transformação até às peças fendidas.

O setor da extração e transformação dos granitos constitui uma importante atividade económica, em regiões em risco de despovoamento. A tradição na exploração e transformação do granito é uma imagem de marca do norte de Portugal, no entanto a falta de atratividade desta atividade leva que muitas empresas sintam dificuldades em contratar mão-de-obra. Esta situação tenderá a agravar-se rapidamente, pois é muito alta a faixa etária dos trabalhadores no ativo.

O número de pedreiras ativas é muito inferior ao das que possuem licença de exploração, embora esta avaliação resulte da realidade observada nos núcleos de extração, não havendo um registo fidedigno das áreas em exploração ativa. Refira-se que os dados oficiais apontam para um total de 111 pedreiras de granito ativas em Portugal (DGEG, 2018), logo as 101 identificadas nos núcleos agora estudados não poderão estar todas ativas. A crise económica que de forma mais

evidente marcou a última década, levou à inatividade de muitas pedreiras, cujo retoma se assegura difícil. O controlo da atividade nas pedreiras, avaliada em termos de volume extraídos nas frentes de lavra e depositado nas escombrelas poderá ser facilmente realizado com o recurso a meios aerofotogramétricos (p.ex. drones), com a vantagem de muitas pedreiras se localizarem contiguamente ou próximas umas das outras. Poderá, assim, haver uma avaliação em tempo real dos volumes extraídos, da legalidade das áreas intervencionadas e da situação das pedreiras.

Os núcleos de extração e áreas de expansão deverão ser alvo de estudos para obtenção de conhecimento que justifique a demarcação das áreas de aptidão geológica e a sua integração em ordenamento do território. Essa integração deverá ser alcançada através de Unidades Operativas de Planeamento e Gestão (UOPG) e respetivo plano de ordenamento. Este, adaptado a cada caso, deverá considerar a compatibilização das diferentes valências do território e a valorização e requalificação ambiental das áreas degradadas, entre outras julgadas pertinentes.

As áreas potenciais de exploração de granito avaliadas em trabalhos publicados recentemente pecam por falta de rigor devido à insuficiência dos dados geológicos disponíveis (Carvalho *et al.*, 2013, 2018). Por essa razão, essas áreas esbarram com limitações decorrentes de condicionantes ao uso do território (Santos *et al.*, 2018). Pretende-se continuar esta primeira avaliação dos granitos do norte de Portugal com uma análise dessas condicionantes para os seis núcleos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEP (2015) – *Granito – Criação de valor e tendências*. COMPETE2020.
- ALVES I.M.C – (2010). *Exploração de granito em Mondim de Basto: caracterização e potencialidades didáticas*. Tese de Mestrado. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- ANIET (2017) – *Diagnóstico Competitivo sobre o Setor da Extração e Transformação da Pedra Natural*. Projeto GAP - Ganhar a aposta na Pedra Natural. COMPETE2020. http://www.aniet.pt/fotos/editor2/internacionalizacao/diagnostico_competitivo_setor.pdf
- BES (2014) – *Produção de Rochas Ornamentais. Análise setorial*. Banco Espírito Santo. <https://www.novobanco.pt/site/cms.aspx?plg=bce069e9-8e48-439b-bf21-406dd37b7750> (consulta em 5 maio 2019).
- CÂMARA MUNICIPAL DE PENAFIEL (2018) – *Relatório sobre o estado do ordenamento do território*. (<https://www.cm-penafiel.pt/wp-content/uploads/2018/11/REOT-Penafiel.pdf>).
- CARVALHO J.M.F., SAMPAIO J., MACHADO S., MIDÕES C., PRAZERES C., SARDINHA R. (2014) – *Caraterização e valorização da área de intervenção específica do Codaçal. Relatório interno do Cluster da Pedra Natural - COMPETE/QREN*. Projeto Âncora 2 - Sustentabilidade Ambiental da Indústria Extrativa. LNEG e Cevalor, Lisboa, 159 p.
- CARVALHO J.M.F., CANCELA J., MARTINS C., PIRES D., MALVEIRO S. (neste volume). *Exploração sustentável de recursos no Maciço Calcário Estremenho*.
- CARVALHO J., LOPES C., MATEUS A., MARTINS L., GOULÃO M. (2018) – *Planning the future exploitation of ornamental stones in Portugal using a weighed multi-dimensional approach*. ResourcesPolicy, 59: 298-317.
- CARVALHO J.F., HENRIQUES P., FALÉ P., LUÍS G. (2008) – *Decision criteria for the exploration of ornamental-stone deposits: Application to the marbles of the Portuguese Estremoz Anticline*. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 45(8):1306-1319.
- CARVALHO J.M.F., LISBOA J.V., MOURA A.C., CARVALHO C., SOUSA L.M.O., LEITE M.M. (2013) – *Evaluation of the Portuguese ornamental stone resources*. Key Engineering Materials, 548:3-9. doi:10.4028/www.scientific.net/KEM.548.3.
- CERQUEIRA C.M.M. (2012) – *Análise às condições de segurança e saúde no trabalho em pedreiras*. Mestrado em Gestão Integrada da Qualidade, Ambiente e Segurança. Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Politécnico do Porto.
- CEVALOR (2014) – *Exportar, exportar, exportar - A experiência dos principais clusters regionais*. Cluster da Pedra Natural. Granito de pedras finas. Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Viana do Castelo, 11 de Fevereiro de 2014.
- CIM TÂMEGA e SOUSA (2014) – *Plano estratégico de desenvolvimento intermunicipal do Tâmega e Sousa*. Relatório final. Maio 2014.
- CMMC (2015) – *Relatório de avaliação ambiental do PDM de Marco de Canaveses*. Câmara Municipal de Marco de Canaveses.
- DECRETO REGULAMENTAR nº 6/2009. Diário da República, 1.ª série, N.º 65, 2 de Abril de 2009, pp. 2050-2052.
- DGEG (2018) – *Informação Estatística, nº 20*. Direção de Serviços de Estratégia e Fomento dos Recursos Geológicos.
- FALÉ P., HENRIQUES P., MIDÕES C., CARVALHO J. (2006) – *O Reordenamento da Actividade Extractiva como Instrumento para o Planeamento Regional*. Vila Viçosa, Portugal. Boletín Geológico y Minero 117(2):277-288.
- FORT R., BUERGO M.A., PEREZ-MONSERRAT E., VARAS M. J. (2010) – *Characterisation of monzogranitic batholiths as a supply source for heritage construction in the northwest of Madrid*. Engineering Geology, 115(3-4):149-157.
- LEITE M.R.M., MOURA A.C. (2013) – *Rochas Ornamentais Portuguesas*. ORNABASE - <http://rop.ineti.pt/rop/> (acedido em 16 maio de 2019).
- MATEUS A., LOPES C., MARTINS L., CARVALHO J. (2017) – *Towards a multi-dimensional methodology supporting a safeguarding decision on the future access to mineral resources*. Mineral Economics, 30(3): 229-355. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13563-017-0114-y>.
- MONTANI, C. (2017) – *XXVIII report marble and stones in the world 2016*. Ed. Aldus, Carrara, Italy.

MOREIRA A. (1992) – *Maciço granítico de Monção: definição de áreas com potencialidades para a produção de granito ornamental*, Boletim de Minas, 29(4):339-366.

MOREIRA A. (1999) – *Reconhecimento geológico do maciço granítico de Pedras Salgadas* (Vila Pouca de Aguiar). Boletim de Minas, 36(2):147-169.

MOREIRA A., SIMÕES M (1988) – *Carta Geológica de Portugal à escala 1:50000*. Notícia explicativa da folha 1-D (Arcos de Valdevez). Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa 48p.

PEREIRA E. (1987) – *Estudo geológico-estrutural da região de Celorico de Basto e a sua interpretação geodinâmica*. Dissertação de Doutoramento. Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.

PITA P. (2017) – *O granito como recurso natural: a importância económica do granito*. Comunicação apresentada na The Beginning Conference, Internacional Granite Fair.

POACL (2004) – *Plano de ordenamento da albufeira de Crestuma-Lever*. Estudos de base, volume 5 - Síntese de caracterização e diagnóstico.

PORTARIA nº 766/94, de 23 de Agosto de 1994., Diário da República, 1ª série-B, nº 194.

RAMOS J.F., MOURA A.C., GRADE J. (1985) – *Análise sumária da fracturação em rochas ígneas ornamentais*. Bol. Soc. Geol. Portugal, 24:313-327.

RIBEIRO M.L., MOREIRA A. (1986) – *Carta Geológica de Portugal à escala 1:50000*. Notícia explicativa da folha 1-B (Monção). Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa 46p.

RODRIGUES M.S.F. (2009) – *Património geológico do vale do Minho e sua valorização geoturística*. Tese de mestrado. Universidade do Minho.

SANTOS I., SOUSA L., LOURENÇO J. (2018) – *Granite resources evaluation - example of an extraction area in North of Portugal*. J. Environ Earth Sci 77: 608. <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7780-0>.

SOUSA L.M.O. (1995) – *O granito de Pedras Salgadas como recurso. Contribuição para a sua valorização e gestão integrada*. Tese de mestrado. Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra.

SOUSA L.M.O. (2000) – *Estudo da fracturação e das características físico-mecânicas de granitos da região de Trás-os-Montes com vista à sua utilização como rocha ornamental*. Tese de Doutoramento, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

SOUSA L.M.O. (2007) – *Granito Amarelo Real: características gerais e contribuição para o ordenamento da exploração na serra da Falperra*. Boletim de Minas, 41(2):161-174.

SOUSA L.M.O. (2010) – *Evaluation of joints in granitic outcrops for dimension stone exploitation*. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology, 43:85-94.