

Rochas Ornamentais do Maciço Calcário Estremenho: Breve Caracterização dos Recursos, dos Centros de Produção e Delimitação Preliminar de Áreas Potenciais

Jorge M. F. Carvalho
José Vítor Lisboa

Cátia M. Prazeres
Rui J. Sardinha

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

*E-mail: jorge.carvalho@lneg.pt
E-mail: vitor.lisboa@lneg.pt*

*E-mail: catia.prazeres@lneg.pt
E-mail: rui.sardinha@lneg.pt*

Palavras-chave: Áreas Potenciais, Maciço Calcário Estremenho, Núcleos de Pedreiras, Rochas Ornamentais

RESUMO

O Maciço Calcário Estremenho é uma unidade geomorfológica do país onde afloram em grande extensão rochas de idade jurássica. Particularmente as do Jurássico Médio têm sido alvo de intensa exploração de blocos para fins ornamentais.

Tendo como base uma apresentação sucinta de todos os núcleos extrativos desta região do país, mas com ênfase nas particularidades respeitantes às unidades litostratigráficas alvo de exploração em cada um deles, apresenta-se uma demarcação preliminar de áreas potenciais para a produção deste tipo de recursos. Essas áreas, sendo de âmbito regional, servem de apoio à decisão política e estratégica de atuação no território e constituem base fundamental de trabalho a estudos de maior pormenor que visem determinar a sua efetiva aptidão a nível local.

INTRODUÇÃO

O Maciço Calcário Estremenho (MCE), definido por Martins, 1949, é uma região do território português com cerca de 900 km², na qual, desde o início da década de 80, tem decorrido uma intensa atividade extrativa de rochas para fins ornamentais (Figura 1). Estas compreendem os tradicionais blocos com volume de 3 a 5 metros cúbicos e que após transformação em chapas de espessura e área variadas, são utilizados em pavimentos e revestimentos diversos. Como rochas ornamentais devem também ser entendidas outras tipologias de materiais aqui exploradas, nomeadamente as lajes e a calçada, pois a principal razão inerente à sua utilização é a do embelezamento. As lajes são utilizadas, sobretudo, em revestimentos rústicos exteriores e a calçada é abundantemente utilizada em Portugal na pavimentação exterior, mas também em pavimentos interiores.

As lajes e a calçada têm como principal destino o mercado nacional da construção civil e obras públicas. Devido à baixa atividade que este mercado tem vindo a registar nos últimos anos, o consumo destes recursos tem vindo a diminuir consideravelmente, razão pela qual grande parte das explorações existentes se encontram inativas. Já no que respeita às pedreiras de blocos, a atividade atual é bastante intensa. A produção destina-se maioritariamente à exportação, em particular para a República Popular da China.

Grande parte do MCE encontra-se sujeito a um regime de conservação da natureza que se traduz pelo facto de aí ter sido implementado o Parque Natural das Serras d'Aire e Candeeiros (PNSAC). Este, por sua vez, tem correspondência com o Sítio de Importância Comunitária PTCO0015, da Rede Natura 2000.

FIGURA 1

Tipologias ornamentais produzidas no MCE



A- Lajes, B- Calçada e C- Blocos.

Tendo em vista a compatibilização da atividade extrativa com os pressupostos de conservação da natureza inerentes ao PNSAC, através da integração dessa atividade nos respectivos instrumentos de ordenamento do território, os primeiros passos foram dados no início da década de 90 com a realização de estudos geológicos de avaliação pormenorizada de alguns dos principais núcleos de extração de blocos, nomeadamente os núcleos de Moleanos, Pé da Pedreira e Alvados (Carvalho, 1996; 1997; 1998) e os de Cabeça Veada e do Codaçal (Quartau, 1998; 2000). Porém, só recentemente essa integração ficou preconizada pela publicação do novo Plano de Ordenamento do PNSAC (RCM, 2010), no qual se demarcaram áreas envolvendo os principais núcleos de exploração de rochas ornamentais, preconizando-se a realização de intervenções específicas que conduzam ao seu ordenamento e à compatibilização já mencionada. Contudo, a demarcação de tais áreas não teve em conta as necessidades de expansão a médio e longo prazo por parte do setor extrativo.

OBJETIVOS

O presente trabalho centra-se exclusivamente nos calcários ornamentais explorados sob a forma de blocos. Tem como objetivo apresentar uma demarcação preliminar de grandes áreas potenciais para a produção deste tipo de recursos minerais e que poderão servir a expansão da indústria extrativa, caso essa potencialidade venha a ser confirmada por estudos de maior detalhe.

Esta demarcação não é inédita. Foi apresentada pelo primeiro autor sob a forma de pareceres diversos no âmbito da sua atividade profissional no LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia, IP e organismos precursores, para efeito das políticas públicas de ordenamento do território e estratégias de desenvolvimento, entre elas o Plano Setorial da Rede Natura 2000, em 2005, o Plano Regional de Ordenamento do Território do Oeste e Vale do Tejo, em 2008 e as discussões públicas associadas ao Plano de Ordenamento do PNSAC, em 2007 e 2009. Contudo, tal demarcação de áreas potenciais no MCE nunca foi alvo de divulgação pública, o mesmo se passando com os dados e metodologia que lhe serviram de suporte.

No atual contexto do país, em que se procura a retoma de alternativas de desenvolvimento há algum tempo postas de parte e estando consolidados os mecanismos

de controle e minimização de impacto ambiental, julga-se pertinente a presente divulgação de áreas potenciais para a produção de blocos de rochas ornamentais no MCE. A sua demarcação tem como base os conhecimentos geológicos existentes acerca dessa região e acerca dos núcleos produtores de rochas ornamentais, pelo que se apresenta uma caracterização sucinta de todos esses núcleos, enfatizando-se as suas particularidades litostratigráficas. Esta caracterização configura-se como um roteiro da indústria extrativa de blocos no MCE.

Visando a salvaguarda destes recursos minerais, pretende-se, simultaneamente, que o presente trabalho possa servir de referência às intervenções que se preconizam realizar nesta porção do território nacional.

O MACIÇO CALCÁRIO ESTREMENHO

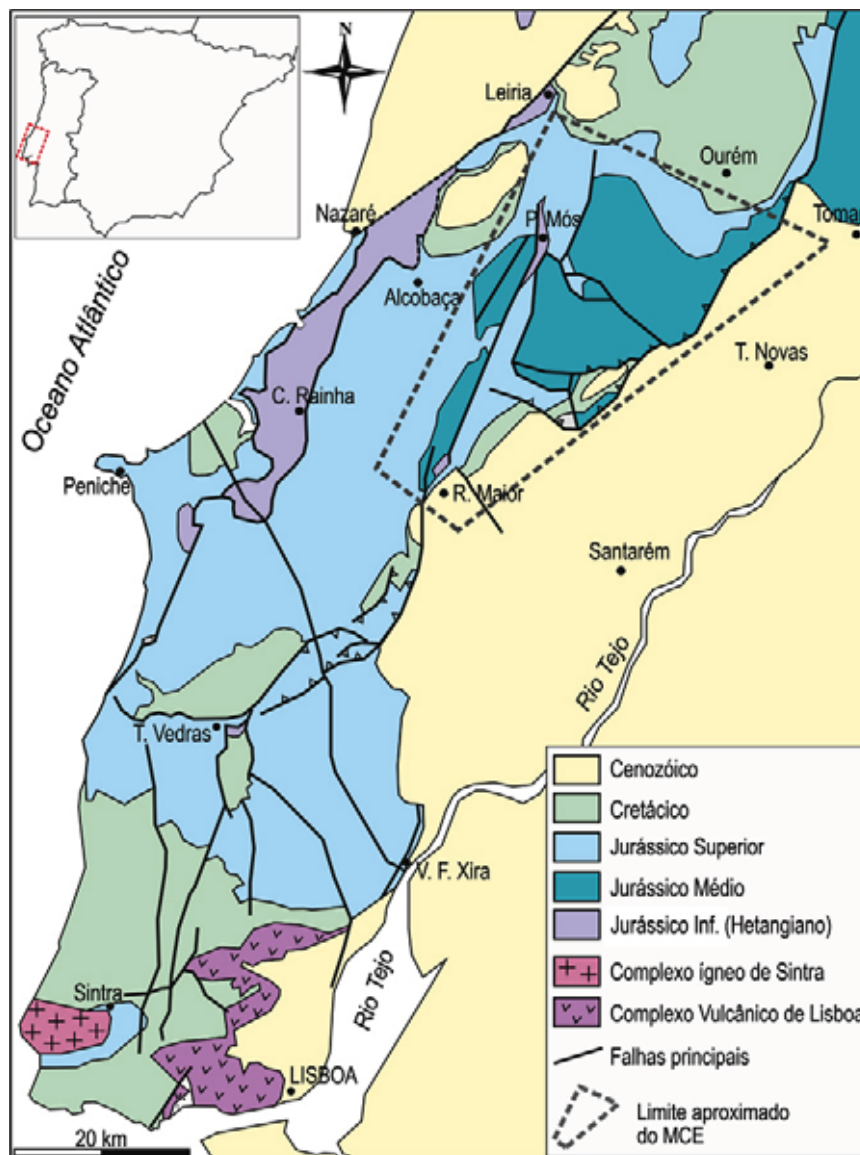
O MCE enquadra-se no contexto paleogeográfico da Orla Meso-Cenozóica Ocidental (Figura 2). Trata-se duma unidade geomorfológica sobrelevada relativamente às regiões circundantes por efeito de esforços tectónicos compressivos de idade cenozoica. Estes esforços conduziram à reativação de acidentes tectónicos antigos que o compartimentam e delimitam segundo três direções preferenciais: NNE-SSW, NE-SW e WNW-ESE. Para além destes acidentes, o MCE mostra-se afetado por dobramentos suaves, de fraca amplitude, e por uma rede de fracturação mais ou menos intensa que segue as três direções mencionadas.

As rochas aflorantes no MCE distribuem-se, em termos de idade, desde o Jurássico Inferior ao Cretácico. Contudo, a maior parte da sua extensão é ocupada por formações carbonatadas do Jurássico Médio e Superior cuja litostratigrafia está atualmente bem estabelecida (Figura 3).

A compartimentação tectónica atrás mencionada está traduzida por três blocos soerguidos separados por depressões segundo dois alinhamentos tectónicos principais. Nos blocos levantados, nomeadamente a Serra dos Candeeiros, o Planalto de Santo António e o Planalto de São Mamede e sua continuação pela Serra d’Aire, afloram sobretudo rochas do Jurássico Médio. Já nas regiões deprimidas afloram as rochas do Jurássico Superior. Essas regiões correspondem ao alinhamento definido pela Depressão da Mendiga e sua continuação pela Depressão de Alqueidão e ao alinhamento definido pelas Depressão de Alvados e Depressão de Minde.

FIGURA 2

Enquadramento do MCE no contexto da Orla Meso-Cenozóica Ocidental



(adaptação da Carta Geológica de Portugal à escala 1:1000000, ed. LNEG).

NÚCLEOS DE EXPLORAÇÃO DO MCE

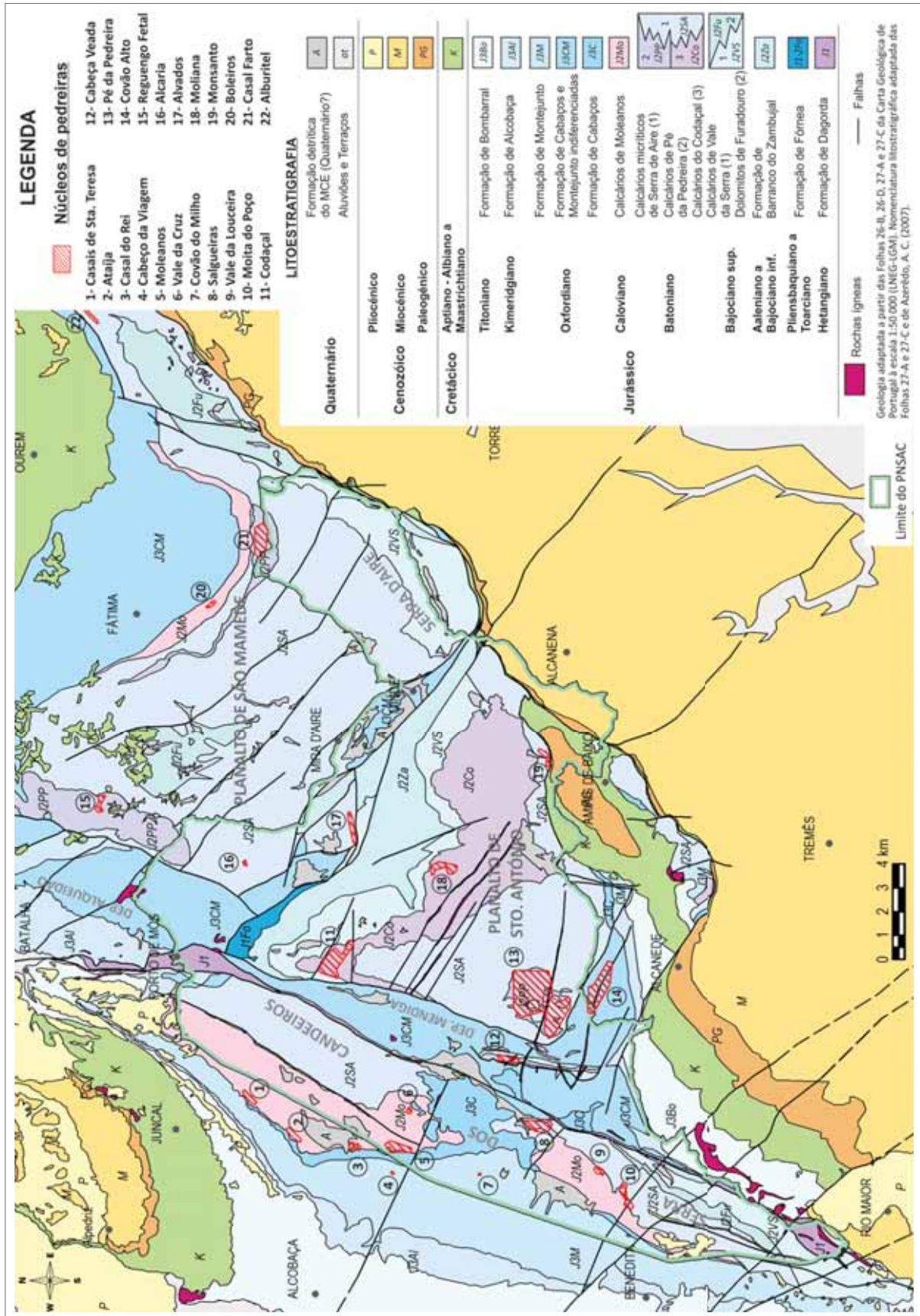
No mapa da Figura 3, sobre uma base litostratigráfica simplificada do MCE, estão representados todos os núcleos produtores de blocos de rochas ornamentais existentes nesta região. Englobam todas as pedreiras que se encontram ativas, ou que o estavam há bem pouco tempo. De todos eles, apenas 5 estão representados por uma única exploração, nomeadamente o núcleo de Alcaria, o de Vale da Cruz, o de Cabeço da Viagem, o de Covão do Milho e o de Boleiros. Os dois primeiros

encontram-se inativos e o último resulta da junção de duas pedreiras pré-existentes. Também inativo está o núcleo de Reguengo do Fetal.

Uma observação expedita da Figura 3 permite de imediato constatar que dos 22 núcleos de exploração referenciados, a maioria, no total de 13, está localizada sobre duas principais unidades litostratigráficas, a saber, 8 sobre os Calcários de Moleanos e 5 sobre os Calcários de Pé da Pedreira. Dos restantes núcleos, 2 exploram os Calcários do Codaçal, 4 exploram os Calcários Micríticos da Serra d'Aire e 3 exploram calcários da Formação de Montejuento.

FIGURA 3

Mapa litostratigráfico do MCE e localização dos núcleos de exploração de calcários ornamentais



Núcleos de Pedreiras nos Calcários de Moleanos

Os afloramentos da unidade Calcários de Moleanos (ou Membro Moleanos segundo Azerêdo, 2007) distribuem-se no MCE por 3 grandes manchas. Uma no sopé da Serra dos Candeeiros, no seu troço mais setentrional, outra na vertente ocidental da mesma serra, mas no seu troço meridional, onde também ocupa parte do seu sopé, e a terceira na região de Fátima.

Esta unidade é constituída por corpos maciços de calcários calciclásticos (bioclásticos, litoclásticos, pelóidicos, oncolíticos e oolíticos) mais ou menos grosseiros (*rudstones* e *grainstones* a *packstones*), sendo comum a ocorrência de laminações sedimentares variadas que se apresentam organizadas em feixes centimétricos a métricos (Azerêdo, 2007). A cor é creme mas, em profundidade, é comum a ocorrência de grandes massas de cor cinzenta azulada (Carvalho, 1996).

A espessura destes corpos calcários é de difícil avaliação, raramente se identificando superfícies de estratificação. A possança total ronda os 150 m. Azerêdo, 2007, descreve ainda a ocorrência de níveis de calcários compactos pelbiomicroclásticos no interior desta unidade.

O **núcleo de Moleanos** é o mais importante dos que exploram os calcários desta unidade. Existem 3 cortas principais em poço, cuja profundidade já alcançada estará próxima dos 60 m (Figura 4). Tendo em conta a orientação geral dos feixes de laminação sedimentar, admite-se que as bancadas se apresentam orientadas em torno de N20E, com pendores de 15 a 20° para oeste.

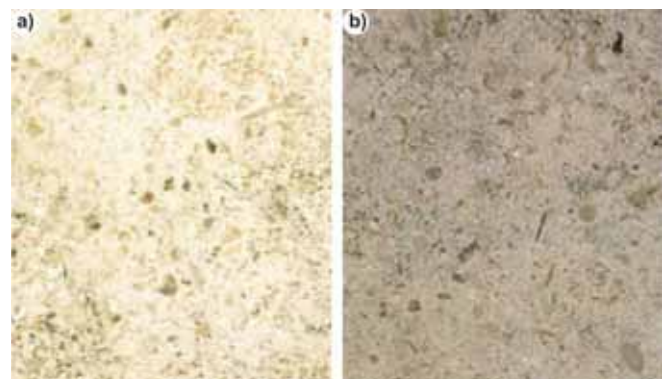
FIGURA 4
Pedreira no núcleo de Moleanos



(ao fundo, a Serra dos Candeeiros)

As variedades ornamentais com proveniência deste núcleo são conhecidas genericamente pelo nome de Vidraço de Moleanos (Figura 5) e são obtidas por corte paralelo às laminações sedimentares, dizendo-se, então, que é um corte “a favor”. As massas de cor cinzenta azulada apresentam-se mais compactas, mais “rijas” e dão origem à variedade Azul de Moleanos (ou Vidraço de Moleanos Azul).

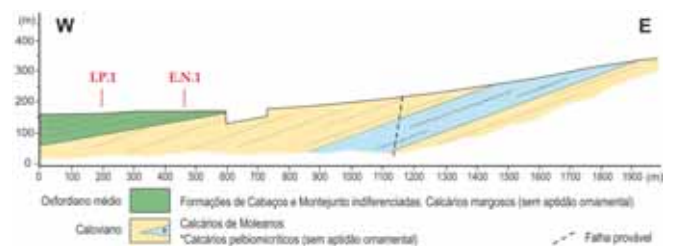
FIGURA 5
Principais variedades ornamentais do núcleo de Moleanos



a) Vidraço de Moleanos, b) Vidraço de Moleanos Azul.

Perante a elevada possança da unidade Calcários de Moleanos, os recursos são avultados, como se depreende do corte geológico representativo que se apresenta na Figura 6. Contudo, a exploração neste núcleo está seriamente ameaçada pelo facto das pedreiras se localizarem no interior da povoação de Moleanos, paredes meias com arruamentos e casas. Assim, a expansão lateral das explorações está extremamente condicionada e, conseqüentemente, também a sua progressão em profundidade o está.

FIGURA 6
Corte geológico no núcleo de Moleanos



A leste do núcleo de Moleanos, já na vertente ocidental da Serra de Candeeiros, desenvolve-se o **núcleo de Vale da Cruz**. É constituído por uma única pedreira de

grandes dimensões que atualmente está inativa. As fácies exploradas são semelhantes mas com granulometria tendencialmente mais fina.

Imediatamente a norte do núcleo de Moleanos localiza-se um outro, recente, denominado núcleo de **Casal do Rei**. Exploram-se os mesmos calcários que em Moleanos, em duas pedreiras de pequenas dimensões e que se encontram ainda muito desorganizadas (Figura 7).

FIGURA 7

Pedreira recente no núcleo de Casal do Rei



Ainda mais a norte, a cerca de 5 km do núcleo de Moleanos, localiza-se o **núcleo de Ataija**, um dos mais tradicionais, no que respeita à exploração de calcários ornamentais nesta região do país. Está representado por duas cortas cuja profundidade máxima ronda os 40 m e que também se desenvolvem em poço (Figura 8). Embora não estejam representadas no mapa da Figura 3, neste núcleo podem ainda inserir-se duas pequenas cortas situadas cerca de 1 km a sudoeste e que mostram sinais de abandono há longo tempo.

FIGURA 8

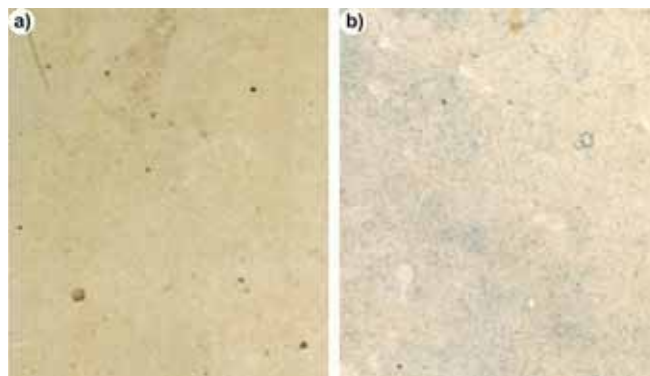
Vista parcial das pedreiras do núcleo de Ataija



Os calcários explorados neste núcleo também fazem parte da unidade Calcários de Moleanos, mas correspondem a uma litofácies diferente da explorada nos núcleos antes referenciados. São calcários bastante compactos, pelmicríticos a microsparíticos, mais ou menos ricos em bioclastos de granularidade fina (*wackestones* e *packstones*). Por vezes esses bioclastos ocorrem com grandes dimensões, mas de forma isolada. Relativamente à cor, esta é variável de banco para banco e mesmo dentro dos próprios bancos: creme, cinzento claro e cinzento azulado. Consoante estas variações de cor são designados comercialmente como Vidraço da Ataija Creme ou Vidraço da Ataija Azul (Figura 9). O corte para a obtenção de chapas é realizado paralelamente à estratificação.

FIGURA 9

Variedades ornamentais do núcleo de Ataija

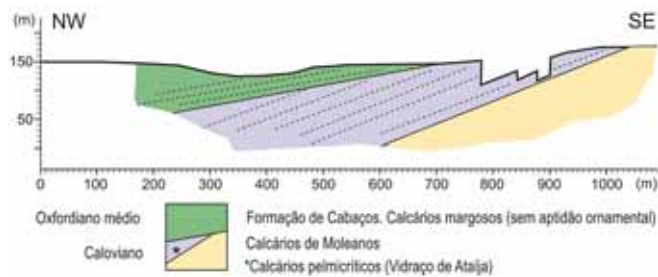


a) Vidraço de Ataija Creme, b) Vidraço de Ataija Azul.

Estes calcários estão dispostos em bancadas orientadas segundo NE-SW com inclinação de aproximadamente 20° para NW. Estas apresentam espessuras variáveis desde alguns decímetros até 1,5 m, raramente ultrapassando este valor.

Conforme o corte geológico da figura 10 documenta, o avanço das explorações para oeste está limitado pela ocorrência de uma “carga” de calcários sem interesse ornamental. Fazem parte da Formação de Cabaços e sobrepõem-se, em discordância angular, aos calcários ornamentais da unidade de Moleanos. Com efeito, as Camadas de Cabaços estão igualmente orientadas segundo NE-SW mas com inclinações para NW inferiores, na ordem dos 10°.

FIGURA 10
Corte geológico no núcleo de Ataija



Inferiormente ao nível de calcários micríticos explorados neste núcleo ocorrem os calcários calciclásticos sparíticos que são o alvo de exploração no núcleo de Moleanos. Contudo, a zona urbana de Ataija de Cima limita o alargamento deste núcleo para oriente e conseqüentemente, condiciona o seu desenvolvimento em profundidade.

No **núcleo de Casais de Sta. Teresa**, imediatamente a nordeste do anterior, exploram-se as mesmas litofácies que, contudo, se apresentam em bancadas marcadas por abundantes “levantes”, os quais têm correspondência com laminações e planos estilolíticos paralelos à estratificação (Figura 11). Das três pedreiras aí existentes, com profundidade até 25 m, apenas uma está ativa.

FIGURA 11
Pedreira em atividade no núcleo de Casais de Sta. Teresa



Ao fundo a Serra dos Candeeiros.

Na mancha de afloramentos de Calcários de Moleanos na parte meridional da Serra dos Candeeiros localizam-se dois núcleos de pedreiras, nomeadamente o **núcleo de Vale da Louceira** e o **núcleo de Moita do Poço**. Em ambos é explorada a fácies calciclástica dos Calcários de Moleanos e que neste caso correspondem às bancadas junto à base da unidade. Aqui apresentam granulometria

de tendência mais fina que no núcleo de Moleanos e estão representadas por *grainstones* e *packstones* essencialmente pelóidicos e bioclásticos. Contudo, de modo isolado ou em biostromas de espessura decimétrica, é comum a ocorrência de bioclastos de grandes dimensões.

As camadas estão orientadas NE – SW e apresentam inclinações a rondar os 16° NW. Quanto à espessura podem mostrar-se pouco possantes, na ordem de 0,5 m. Porém, tendencialmente, a espessura ronda os dois metros. O corte processa-se a favor da laminação sedimentar a qual, nestes núcleos, é pouco evidente.

O núcleo de Vale da Louceira é constituído por duas pedreiras que se desenvolvem em flanco de encosta, estando uma delas inativa. A que está em atividade apresenta frentes de exploração verticais que chegam a alcançar 30 m.

No núcleo de Moita do Poço as pedreiras também se desenvolvem em flanco de encosta. Uma delas está inativa e encontra-se anexa a uma pedreira de britas. Outra, mais a sul, está ativa e a exploração ocorre apenas em 2 ou 3 pisos que se desenvolvem por grande extensão lateral (Figura 12). Nas proximidades ocorrem três cortas de pequena dimensão, abandonadas.

FIGURA 12
Vista parcial de Pedreira no núcleo de Moita do Poço



Por fim, no que respeita aos núcleos extrativos no Membro de Moleanos, há a considerar o **núcleo de Boleiros** que se situa na mancha de afloramentos dessa unidade na região de Fátima e onde a litofácies alvo de exploração é também a calciclástica de granulometria fina a grosseira. Este núcleo é constituído por várias

frentes de exploração, não interligadas entre si, mas que fazem parte de uma única pedreira. Alcançam uma profundidade máxima na ordem dos 20 m. As bancadas apresentam-se orientadas NW – SE e inclinadas 12°NE. Quanto à espessura, ela varia entre 0,6 e 2 m (Duarte *et al.*, 2010), mas admite-se que esses valores se reportem, na realidade, à espessura de feixes de laminações sedimentares.

Núcleos de Pedreiras nos Calcários de Pé da Pedreira

Os Calcários de Pé da Pedreira (ou Membro Pé da Pedreira (Azerêdo, 2007)) afloram em três manchas principais:

- Em Pé da Pedreira, a norte de Alcanede, na terminação sudoeste do Planalto de Santo António;
- Em Reguengo do Fetal, a leste de Porto de Mós, no bordo ocidental do Planalto de São Mamede;
- Em Casal Farto, a sul de Fátima.

Dois outros afloramentos, de menor dimensão, localizam-se em Salgueiras, na região central da Serra dos Candeeiros, e em Cabeça Veada, numa estreita faixa orientada N-S, a oeste da mancha de Pé da Pedreira.

À semelhança dos calcários da unidade abordada anteriormente, os que constituem o Membro Pé da Pedreira são calciclásticos de granularidade fina a grosseira. O cimento mais ou menos abundante que aglutina os elementos granulares é predominantemente sparítico. Estes calcários apresentam cor creme e uma textura marcada por laminações sedimentares diversas, as quais são mais ou menos evidentes, consoante a natureza e calibre dos calciclastos.

Relativamente à espessura dos estratos, localmente é possível apreciar valores na ordem de 1 a 2 m. Porém, também relativamente a esta unidade, os calcários ocorrem sob a forma de corpos maciços nos quais só raramente é possível a individualização de superfícies de estratificação a limitar diferentes estratos sedimentares. As variações registadas correspondem, maioritariamente, a diferentes feixes de laminações sedimentares, os quais apresentam espessura decimétrica a métrica. Em alguns locais, estes corpos alcançam espessura superior a 15 m, como é observável em Cabeça Veada, sendo representativa da forte agradação que esteve na origem desta unidade (Azerêdo, 2007). É comum a ocorrência de biostromas com possança desde alguns decímetros a

alguns metros, bem como de níveis de calcários micríticos *wackestone* a *packstone*, descontínuos e de espessura igualmente variável, cujo conteúdo calciclástico é muito diverso quanto à natureza e calibre.

A espessura total do Membro Pé da Pedreira, quando tomado o conjunto dos afloramentos atrás referidos, ronda os 150 m (Azerêdo, 2007). Porém, esse valor diminui consideravelmente quando tomados a nível individual.

O núcleo de pedreiras mais importante a explorar esta unidade é, sem dúvida, o núcleo de Pé da Pedreira. Devido à sua extensão, abrange diferentes modelados topográficos, pelo que as pedreiras tanto se desenvolvem em flanco de encosta, como em poço. No Vale da Relvinha desenvolvem-se em flanco de encosta, sendo aí que se regista a maior atividade produtiva (Figura 13). As frentes de exploração alcançam uma profundidade total máxima próxima de 45 m.

FIGURA 13

Vista parcial das frentes de exploração no Vale da Relvinha, núcleo de Pé da Pedreira



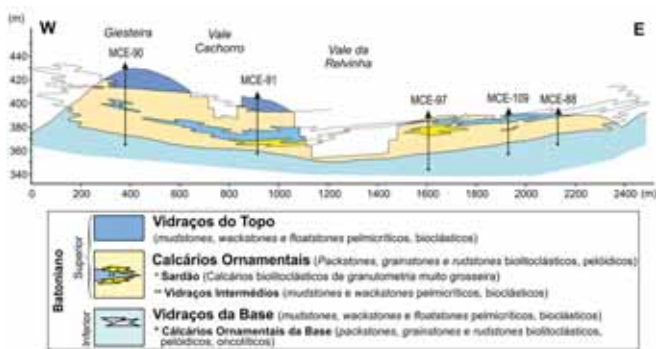
As bancadas apresentam-se orientadas em torno de E-W, com pendores até 6° para sul e a sua espessura varia entre 2 e 6 m. Contudo, surgem intercalações de níveis lenticulares ricos em microfósseis de algas e corais, cuja espessura varia de alguns decímetros até 2 m e cujo interesse para fins ornamentais é muito reduzido, senão mesmo nulo. Localmente, estes níveis biostromáticos, conhecidos por Perlina ou Sardão, alcançam ainda maiores espessuras, mas, nestes casos, desenvolvem-se paralelamente e em associação com um nível intermédio de calcários micríticos mais ou menos pelóidicos e bioclásticos. A espessura deste nível é também muito variável, desde alguns centímetros a vários metros (Carvalho, 1997).

A figura 14 apresenta um corte tipo neste núcleo, onde é possível constatar o caráter lenticular da unidade alvo de exploração. Aí, a sua espessura máxima ronda os 40 m. Encontra-se intercalada em calcários pelmicríticos, mais ou menos fossilíferos, sem interesse para a produção de blocos e a que na região é comum atribuir o nome de Vidraços. Constituem, porém, a unidade produtiva de cubos para calçada. Embora não abrangidos pelo corte geológico da figura 14, no interior dos Vidraços da Base ocorrem outros níveis lenticulares de calcários ornamentais – os Calcários Ornamentais da Base. A sua possança é, em geral, reduzida, na ordem de uma dezena de metros e a sua aptidão ornamental está condicionada pelas fortes variações laterais de fácies que os caracterizam em termos texturais.

Trabalhos geológicos de avaliação realizados na década de 90 mostraram que os recursos disponíveis para exploração de blocos deveriam rondar os 17 milhões de metros cúbicos (Carvalho, 1997).

FIGURA 14

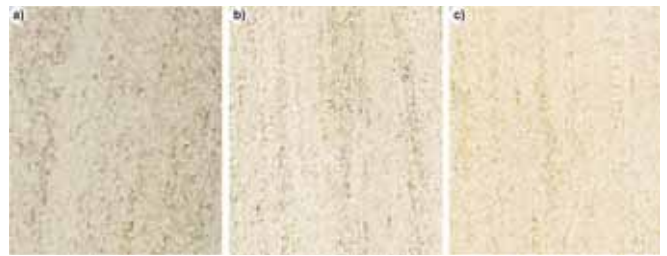
Corte geológico no núcleo de Pé da Pedreira



As variedades ornamentais provenientes deste núcleo são obtidas por corte perpendicular (“ao contra”) às laminações sedimentares e são comercializadas sob as designações Moca Creme e Relvinha (Figura 15). A cor varia entre várias tonalidades de creme. O Moca Creme apresenta ainda as subvariedades de grão grosso, médio e fino. A variedade Relvinha é muito semelhante ao Moca Creme de Grão Fino mas difere deste por apresentar uma grande regularidade de laminações sedimentares paralelas entre si e por uma maior homogeneidade granulométrica. Contudo, esta variedade está praticamente esgotada.

FIGURA 15

Variedades ornamentais do núcleo de Pé da Pedreira

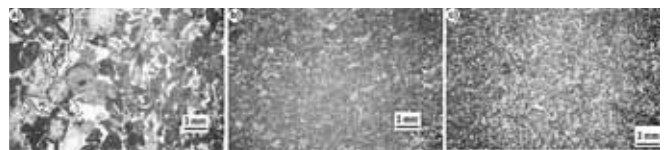


a) Moca Creme Grão Grosso, b) Moca Creme Grão Médio, c) Relvinha.

As microfotografias apresentadas na figura 16 traduzem a variabilidade destas rochas, quer em termos da natureza dos grãos constituintes, quer em termos do calibre destes. Simultaneamente são representativas das fácies constituintes do Membro Pé da Pedreira, à exceção das mais oolíticas.

FIGURA 16

Microfotografias de algumas das principais variedades ornamentais do núcleo de Pé da Pedreira (nicóis paralelos)



a) Moca Creme Grão Grosso: *rudstone* biointraclástico sparítico com oncólitos. b) Moca Creme Grão Médio: *grainstone* pelbioclástico sparítico com oncólitos e granotriagem evidente definindo leitos bem calibrados. c) Relvinha: *grainstone* pelbioclástico sparítico bem calibrado, com laminações denunciadas por alinhamento de bioclastos aciculares.

Os calcários de Pé da Pedreira também são explorados intensamente no **núcleo de Cabeça Vada**. Aqui apresentam tons mais claros que no núcleo atrás apresentado, bem como uma menor homogeneidade granulométrica. Também as laminações sedimentares (“vergada”) são menos uniformes, razão pela qual o corte final é efetuado “a favor” (Figura 17).

FIGURA 17

Variedade Semi Rijo produzida no núcleo de Cabeça Vada



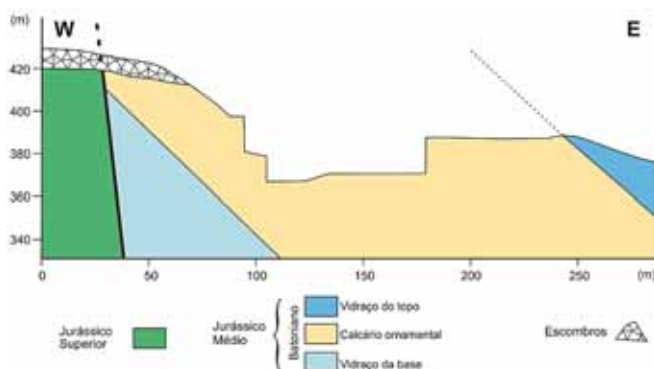
(retirada de www.sgm.pt).

A exploração neste núcleo é das que mais se apresenta condicionada estruturalmente. Aqui, os Calcários de Pé da Pedreira constituem um afloramento estreito (100 – 150 m) e alongado segundo NNE – SSW, ao longo de 5 km. Apresenta-se sobrelevado relativamente à região envolvente, ou seja, relativamente à Depressão da Mendiga. Essa sobrelevação resulta de movimentação de um acidente tectónico conhecido por Falha de Valverde, a qual também se apresenta orientada segundo NNE – SSW. Conduziu à formação de uma estrutura monoclinial basculada cerca de 45° para leste (Figura 18). Transversalmente, estes calcários são atravessados por filões de afinidade dolerítica.

A área de exploração apenas se verifica em zona restrita deste afloramento, nomeadamente na sua zona norte, onde se mostra mais extenso lateralmente. Processa-se em flanco de encosta muito acentuado e, devido à forte inclinação das bancadas e à reduzida extensão lateral de afloramento da unidade, as pedreiras acabam por se desenvolver, fundamentalmente, em poço, alcançando cerca de 40 m de profundidade. Por vezes, este valor corresponde a uma única parede vertical. Ainda pelas mesmas razões, o corte das bancadas não é feito em esquadria com os planos de estratificação (Figura 19), conduzindo a uma menor eficiência da exploração.

FIGURA 18

Corte geológico no núcleo de Cabeça Veada



(adaptado de Quartau, 1998).

A espessura total da unidade nesta região ronda os 130 m e a possança das bancadas é muito elevada, superior a 20 m. A única separação mecânica existente que francamente corresponde a um plano de estratificação é a que se pode observar na fotografia da figura 19. Porém, existem acentuadas diferenciações litológicas traduzidas pela organização das laminações sedimentares em

feixes de amplitude decimétrica a métrica. De acordo com Quartau, 1998, os recursos disponíveis rondam os 4,5 milhões de metros cúbicos para uma exploração até 50 m de profundidade.

FIGURA 19

Vista parcial do núcleo de pedreiras de Cabeça Veada



A oeste, em tom de cinzento, observa-se plano de estratificação inclinado cerca de 45° para leste.

Cerca de 3 km a sudoeste de Cabeça Veada, já na região central da Serra dos Candeeiros, localiza-se o **núcleo de Salgueiras**. Este também é conhecido por núcleo do Arrimal e os calcários que aí são alvo de exploração também fazem parte do Membro de Pé da Pedreira. Porém, aqui mostram cores cremes bastante claras e uma granulometria tendencialmente fina. A variedade ornamental proveniente deste núcleo é genericamente conhecida por Semi Rijo do Arrimal (Figura 20).

FIGURA 20

Variedade ornamental Semi Rijo do Arrimal



(retirada de www.sgm.pt).

À semelhança com o núcleo de Cabeça Veada, os calcários aqui presentes também ocorrem sob a forma de corpos muito espessos. Porém, neste núcleo é notável a existência de diferentes níveis diferenciáveis

em termos composicionais, texturais e cromáticos e cuja espessura, por vezes, é de ordem decimétrica. No geral, estão orientados NNE-SSW, com pendores a rondar os 15° para leste. Normalmente, o corte final das chapas é obtido “a favor” da laminação sedimentar. Não se conhece a espessura da unidade neste núcleo de pedreiras, mas deverá alcançar os 80 m.

FIGURA 21

Pedreira no núcleo de Salgueiras com galerias de exploração subterrânea



As pedreiras tanto se desenvolvem em poço como em flanco de encosta, dependendo da fisiografia local. Atingem profundidades na ordem dos 40 m e devido aos constrangimentos espaciais, já tiveram início ensaios de exploração subterrânea, como o ilustrado na figura 21. Com efeito, grande parte da área de afloramento da unidade produtiva já se encontra sujeita à atividade extrativa.

Os calcários de Pé da Pedreira também são explorados no **núcleo de Casal Farto**, a SSE de Fátima, onde ocupam uma área de afloramento relativamente extensa. Atualmente são explorados de modo bastante intensivo, mas isso só se verifica desde há cerca de 10 anos, razão

pela qual as pedreiras ainda mostram algum grau de desordenamento da lavra, não atingindo grandes profundidades (Figura 22).

As pedreiras em laboração estão implantadas sobre um único corpo calcário com espessura superior a 20 m, não se conhecendo a sua base, nem o seu topo. Este corpo maciço, porém, apresenta frequentes e bem marcadas laminações paralelas e oblíquas que, em alguns casos, configuram descontinuidades mecânicas aproveitadas como “levantes”. A sua atitude deverá ser subparalela à das laminações, as quais, genericamente, estão orientadas em torno de E – W, com pendores na ordem dos 15 a 20° para norte. Tendo estes valores em consideração, a espessura total da unidade neste núcleo de pedreiras deverá ser próxima dos 200 m. Contudo, lateralmente passará para valores bastante inferiores.

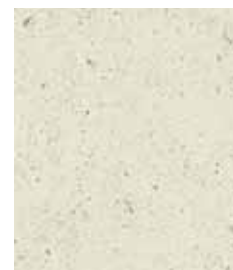
FIGURA 22

Pedreira no núcleo de Casal Farto



FIGURA 23

Varietade Creme de Fátima produzida no núcleo de Casal Farto



A variedade ornamental tradicionalmente explorada do núcleo de Casal Farto é comercializada sob a designação Creme de Fátima (Figura 23), sendo obtida por corte paralelo às laminações sedimentares. Apresenta

cor creme de tonalidade clara e grão fino. Porém, como é característico da unidade Calcários de Pé da Pedreira, consoante os diferentes feixes de laminações sedimentares, são produzidas outras variedades com grão mais grosseiro.

Por fim, no que respeita aos núcleos de exploração do Membro de Pé da Pedreira, há a referir o **núcleo de Reguengo do Fetal**, que se situa numa grande mancha de afloramentos dessa unidade, a leste daquela povoação.

Este núcleo é de reduzidas dimensões e nele integram-se pequenas explorações, todas elas abandonadas. Algumas delas, pelas suas dimensões, não terão passado de pesquisas. Com este caráter de pesquisa há também a registar três pequenas escavações, localizadas 300 m a leste deste núcleo.

As explorações realizaram-se em flanco de encosta e na que teve maior desenvolvimento observam-se dois pisos, alcançando uma profundidade máxima a rondar os 10 m.

Os calcários que aqui ocorrem apresentam cor creme clara, granularidade fina a média, consoante os diferentes feixes de laminações sedimentares, sendo de realçar o seu caráter mais oolítico, relativamente ao que é característico da generalidade do Membro de Pé da Pedreira. As bancadas apresentam-se orientadas em torno de E – W, inclinando 8°N. A sua espessura varia de 0,8 a 3 m. Na área de afloramento, a unidade deverá ter uma espessura máxima a rondar os 100 m.

Núcleos de Pedreiras nos Calcários de Codaçal

A unidade Calcários de Codaçal (ou Membro de Codaçal, Azerêdo, 2007) aflora numa única grande mancha que se estende aproximadamente segundo NNW – SSE no Planalto de Santo António. Na sua região mais meridional, esta mancha de afloramento alarga-se bastante (Figura 3).

Os calcários que constituem esta unidade estão datados do Batoniano inferior. Apresentam, no geral, cor esbranquiçada a creme e granularidade fina a grosseira. Correspondem a *grainstones* e *rudstones* bioclásticos e oobioclásticos, mais ou menos pelóidicos, que localmente se apresentam dolomitizados. Os calcários do Codaçal ocorrem em bancadas bem individualizadas com espessura superior a 0,5 m mas, tal como as unidades abordadas anteriormente, é mais comum a

sua ocorrência sob a forma de corpos maciços, mais ou menos espessos. Apresentam laminações sedimentares diversas, organizadas em feixes de formas também diversas e espessura centimétrica a métrica. É frequente a ocorrência isolada de níveis de biostromas com espessura de alguns centímetros a vários decímetros e que se mostram ricos em restos de corais e algas. A espessura total da unidade é variável. Nas regiões orientais rondará os 50 a 60 m, ao passo que nas regiões ocidentais rondará os 70 a 80 m (Azerêdo, 2007).

Apenas dois núcleos de pedreiras estão localizados sobre os Calcários do Codaçal, nomeadamente o núcleo com o mesmo nome e o núcleo de Moliana.

O **núcleo do Codaçal** (Figura 3) integra várias pedreiras cujo desenvolvimento tem sido bastante intenso desde há cerca de uma dezena de anos. Dispõem-se em flanco de encosta com frentes de exploração a atingirem alturas totais bastante elevadas, a rondar os 50 m (Figura 24). Devido aos constrangimentos territoriais e à elevada procura desta matéria-prima, muitas evoluíram para lavra em profundidade, ou seja, sob a forma de poço. Também já foram realizadas tentativas de exploração subterrânea.

FIGURA 24

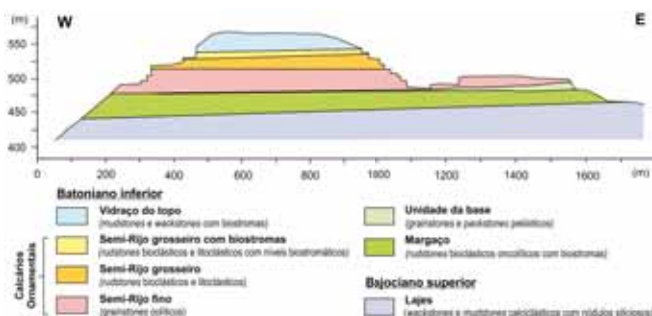
Pedreira caraterística do núcleo do Codaçal



Os corpos calcários aqui presentes são bastante espessos, sendo possível a observação de hasteais verticais com mais de 20 m de altura sem que seja possível diferenciar bancadas sedimentares bem individualizadas. A orientação destes corpos, de acordo com a tendência geral das laminações sedimentares, será aproximadamente NW-SE, com pendores na ordem dos 10° SW.

FIGURA 25

Corte geológico transversal representativo do núcleo do Codaçal



De acordo com o corte geológico que se apresenta na figura 25, a unidade Calcários do Codaçal assenta sobre calcários micríticos calciclásticos de cor acastanhada que ocorrem em bancadas estreitas, centimétricas a decimétricas. Estes fazem parte do Membro Calcários de Vale da Serra da Formação de Chão de Pias, a qual está datada do Bajociano superior (Azerêdo, 2007). Localmente e tal como comprovado pelas explorações que se localizam imediatamente a norte deste núcleo, apresentam aptidão para a produção de lajes, pelo que se lhes atribuiu a denominação temática de Lajes.

Superiormente, os Calcários do Codaçal estão limitados por uma unidade designada por Vidraços do Topo que corresponde à base dos Calcários Micríticos de Serra de Aire. Assim, tendo em conta o corte da figura 25, a espessura da unidade Calcários do Codaçal neste núcleo ronda os 100 m. Porém, nem toda a unidade se mostra com aptidão para a produção das variedades de calcários ornamentais atualmente exploradas. A possança total das que mostram aptidão rondará os 60 m e mesmo essas registam acentuadas variações laterais de fácies. Trabalhos geológicos realizados neste núcleo permitiram avaliar uma disponibilidade de recursos de 2 milhões de metros cúbicos (Quartau, 2000). Porém, novos estudos em curso apontam, provisoriamente, para valores bastante superiores, na ordem dos 10 milhões de metros cúbicos, desde que se admita a remoção do nível superior de Vidraços do Topo sem aptidão ornamental, com uma espessura que alcança os 40 m.

FIGURA 26

Variedade Semi Rijo do Codaçal, também conhecida por Rosal



Os calcários explorados no núcleo do Codaçal correspondem a *grainstones* ooboclásticos pelóidicos com cor creme bastante clara. Apresentam laminações sedimentares pouco vincadas, mas de atitude pouco uniforme, pelo que o corte final é feito a “favor” dessas laminações. São comercializados sob a designação genérica de Semi Rijo do Codaçal ou Rosal (Figura 26).

Relativamente ao **núcleo de Moliana**, este situa-se a cerca de 5 km a sudeste do núcleo do Codaçal (Figura 3). As rochas aqui exploradas apresentam características peculiares. Correspondem a calcários do Membro de Codaçal que sofreram fenómenos epigenéticos de dolomitização associados a tectonismo e posterior desdolomitização (Carvalho *et al.*, 2000). Não devem, portanto, ser confundidos com as fácies dolomíticas que ocorrem junto à base do Membro de Codaçal. Tais características conferem um aspeto brechoide às rochas que aqui são exploradas, donde o nome da variedade ornamental que daqui provém: Brecha de Sto. António (Figura 27). Trata-se de um calcário de cor acinzentada a castanho claro com manchas douradas e áreas vacuolares esbranquiçadas a translúcidas, em que as estruturas sedimentares originais se encontram quase completamente obliteradas por efeito dos fenómenos atrás aludidos.

FIGURA 27

Variedade Brecha de Sto. António característica do núcleo de Moliana



Este núcleo é composto por um reduzido número de explorações não interligadas entre si e que mostram algum desordenamento. Desenvolvem-se em poço e a profundidade máxima alcançada não ultrapassará os 15 m.

A espessura das bancadas é bastante elevada, como característico da unidade em causa, estando os afloramentos afetados por intensa carsificação (Figura 28). Não se conhece ainda a extensão lateral e em profundidade de ocorrência deste litotipo ornamental.

FIGURA 28

Afloramentos típicos da variedade ornamental Brecha de Sto. António, numa frente de exploração de uma das pedreiras do núcleo de Moliana, afetados por intensa carsificação (“mega lapiaz”)



Núcleos de Pedreiras nos Calcários Micríticos de Serra d’Aire

A Formação de Serra d’Aire (Azerêdo, 2007), ou Calcários Micríticos de Serra d’Aire, é a unidade litostratigráfica que aflora em maior extensão no MCE. Como a própria designação informal indica, é constituída maioritariamente por calcários micríticos. Estes correspondem a *mudstones* e *wackestones* oncolíticos com calciclastos diversos de granulometria tendencialmente fina. É também comum a ocorrência de *floatstones* caracterizados pela ocorrência de organismos fósseis de grandes dimensões dispersos numa matriz essencialmente micrítica.

Ainda de modo genérico, as bancadas integrantes desta unidade apresentam cor creme, de tons mais ou menos claros e espessura centimétrica a decimétrica, mas geralmente na ordem dos 0,2 a 0,5 m. Ocasionalmente

apresentam possanças até 1,5 m. A espessura total desta unidade é de 400 m e em termos de idade abrange todo o Batoniano. Interdigita-se com os membros que têm vindo a ser referidos, os quais, no seu conjunto, constituem a Formação de Santo António – Candeeiros (Azerêdo, 2007).

Os 4 núcleos de pedreiras sobre os calcários desta unidade são de reduzidas dimensões. Um deles, o **núcleo de Alcaria**, está localizado no Planalto de São Mamede e integra 2 pequenas pedreiras atualmente inativas. Na realidade estas pedreiras correspondem simplesmente a 2 frentes de exploração em flanco de encosta, com cerca de 2,5 m de altura cada. Encontram-se a cotas distintas e não interligadas entre si.

O litotipo que há cerca de uma dezena de anos era explorado ocasionalmente neste local é conhecido por Pedra Bicho. Trata-se de uma lumachela de nerineídeos sparitizados envoltos numa matriz micrítica de cor creme (*rudstone* micrítico). Ocorre sob a forma de uma lentícula subhorizontal cuja espessura máxima atinge 1 m. A espessura média é, contudo, de apenas 0,5 m e o volume disponível rondará 11000 m³ (Carvalho, 1995).

Outro núcleo de pedreiras nos Calcários Micríticos de Serra d’Aire é o **núcleo de Alvaldos**, situado no bordo sul da depressão tectónica com o mesmo nome. Integra duas grandes pedreiras que atualmente têm atividade apenas esporádica, bem como um conjunto de pequenas explorações e pesquisas abandonadas. Desenvolvem-se fundamentalmente em flanco de encosta e as frentes de desmonte, tomadas no seu conjunto, alcançam uma profundidade a rondar os 40 m (Figura 29).

FIGURA 29

Pedreira no núcleo de Alvaldos



As pedreiras encontram-se alinhadas segundo E – W pois o alvo de exploração corresponde a um tectonito resultante de dobramentos relativamente apertados

que afetam os Calcários Micríticos de Serra d'Aire, por ação da movimentação inversa de um acidente tectónico localizado imediatamente a sul do núcleo e que se apresenta orientado do mesmo modo (Carvalho, 1998).

Ao nível das bancadas, a tectonização traduz-se pela abundância de microestruturas que caracterizam e tipificam a variedade ornamental proveniente deste núcleo e que é conhecida por Alpinina (Figura 30), a saber, planos estilolíticos cujas linhas de sutura apresentam tons avermelhados e veios de calcite de cor branca a translúcida, muitas vezes dispostos em *échelon*. Assim, a variedade Alpinina pode ser descrita como sendo um calcário micrítico a microsparítico com oncólitos, de cor creme e com abundantes veios e vénulas de calcite branca a translúcida e raiados avermelhados. O corte final tanto se processa a favor, como ao contra da estratificação.

FIGURA 30

Variedade Alpinina proveniente do núcleo de Alvados



As bancadas, com uma espessura média de 1 m e orientadas E – W, apresentam-se muitas vezes verticalizadas por efeito dos referidos dobramentos. Os locais preferenciais para a extração da variedade Alpinina correspondem às charneiras das dobras, pois é aí que se verifica um espessamento das bancadas, uma recristalização parcial das rochas e a obliteração generalizada das fraturas por calcite. Os dobramentos apenas ocorrem numa faixa com cerca de 300 m de largura, paralelamente à falha referida. Fora dessa faixa os calcários perdem completamente as características ornamentais.

O **núcleo de Monsanto**, também sobre os calcários da Formação de Serra de Aire, corresponde a uma situação em tudo semelhante ao núcleo de Alvados. Os dobramentos e tectonização que aí se verificam estão associados à movimentação inversa de um acidente regional conhecido por Cavalgamento do Arrife. A

variedade ornamental produzida no núcleo de Monsanto é semelhante ao Alpinina, mas com tons ligeiramente mais claros. É conhecida comercialmente por Topázio. Este núcleo apresenta uma reduzida dimensão, sendo constituído por duas cortas principais em poço que atingem uma profundidade de 20 m. A sua atividade é esporádica.

Por fim, ainda sobre a Formação de Serra de Aire, há a considerar o **núcleo de Alburitel**, também ele de pequenas dimensões. Situa-se no extremo nordeste do mapa da figura 3. Na realidade, a principal pedra deste núcleo já se encontra fora dos limites do mapa e corresponde a uma escavação em poço com cerca de 20 m de profundidade. Até há bem pouco tempo encontrava-se em atividade esporádica. Dentro dos limites do mapa, a estreita área deste núcleo abrange duas pequenas cortas há muito inativas, uma delas ainda alcançando cerca de 8 m de profundidade (Figura 31). A variedade ornamental explorada neste núcleo é semelhante às duas anteriormente referidas, o mesmo se passando com as condições genéticas que lhe estão associadas, ou seja, as pedreiras desenvolvem-se paralelamente a acidente tectónico de movimentação inversa que, na presente situação, está orientado segundo WSW-ENE.

FIGURA 31

Pedreira abandonada no núcleo de Alburitel



Núcleos de Pedreiras na Formação de Montejunto

A Formação de Montejunto (Kullberg *et al.*, 2006) ou Camadas de Montejunto (Manupella *et al.*, 2006) está datada do Jurássico Superior (Oxfordiano médio

a superior). Na região do MCE corresponde a uma sequência de calcários e margas cinzentos, mais ou menos escuros, com uma espessura total variável, mas superior a 80 m. Em termos gerais, os termos essencialmente calcários variam de *wackstones* a *packstones* micríticos, intraclásticos, bioclásticos e pelóidicos a, por vezes nodulares. Para o topo da sequência estas fácies passam, sobretudo, a *packstones* e mesmo a *grainstones* oointraclásticos, micríticos e sparíticos. Comumente são ricos em macrofauna diversa (coraliários, bivalves, gastrópodes) bem como em restos de vegetais, sendo também comum a ocorrência de estruturas sedimentares variadas (Kullberg *et al.*, 2006; Manupella *et al.*, 2006). Quanto à espessura das bancadas, embora localmente ocorram termos com espessura superior a 1 m, em geral mostram amplitude centimétrica a decimétrica.

Esta unidade litostratigráfica aflora sobretudo a oeste da Serra dos Candeeiros, entre esta serra e os planaltos de Sto. António e São Mamede, ou seja, nas depressões da Mendiga e de Alqueidão e aflora ainda na região de Fátima (Figura 3). Sobre ela estão instalados três núcleos de exploração de blocos para fins ornamentais.

O **núcleo de Covão Alto** é o maior dos três núcleos. Localiza-se a norte de Alcanede, num prolongamento para leste da mancha de afloramentos da Depressão da Mendiga. Nele integram-se várias pedreiras em flanco de encosta alinhadas WNW – ESE, no encosto norte de um filão dolerítico bastante alterado. Algumas atingem profundidades consideráveis, na ordem dos 40 m.

As rochas aqui exploradas variam desde calcários calciclásticos de grão fino, mais ou menos oolíticos (*packstone* a *grainstone*) e por vezes de aspeto nodular, a calcários micríticos (*wackstones*). Estas variações traduzem-se em níveis sedimentares com 0,2 m a 1 m de espessura, separados entre si por laminações milimétricas de margas mais ou menos carbonosas, mas que mantêm a coerência mecânica dos estratos. Estes, em termos ornamentais, chegam a alcançar os 2 m de espessura estando, então, separados por níveis centimétricos de argilitos. O seu corte final é realizado “a favor” dessas laminações, sendo a variedade comercial aqui produzida o Azul de Valverde (Figura 32). Este nome deriva da cor cinzenta azulada denotada por estes calcários.

As bancadas apresentam-se orientadas WNW-ESE, nitidamente condicionadas pela movimentação da falha que controlou a instalação do filão mencionado. Os pendores rondam os 10° para sul. Próximo da superfície,

a coerência entre os diferentes estratos perde-se e presume-se que tal facto esteja relacionado com a decompressão do maciço rochoso (Figura 33). Assim, junto à superfície, apenas os termos mais possantes são passíveis de exploração.

FIGURA 32

Variedade Azul Valverde do núcleo de Covão Alto



Nas proximidades imediatas da estrutura filoniana mencionada (o Filão de Vale do Porco), os calcários apresentam-se algo recristalizados e endurecidos. Com efeito, para além da cor, estas especificidades estão na base do sucesso comercial desta variedade ornamental. Porém, esse mesmo sucesso conduziu à necessidade de aprofundamento das pedreiras, com alargamento das áreas de exploração em direção oposta ao filão. Consequentemente, os calcários explorados em zonas mais afastadas desse filão perderam essas especificidades de “dureza” e brilho.

FIGURA 33

Frente de exploração no núcleo de Covão Alto



É possível observar uma “carga” onde os diferentes estratos perderam a coerência mecânica entre si, por oposição ao que se verifica nos níveis a maior profundidade. Nestes observam-se bruscas variações de cor entre cinzento e creme, associadas à fraturação.

Embora a cor original das rochas seja cinzenta, é frequente a ocorrência de bancadas que mostram, parcial ou totalmente, cor creme. Tal deve-se a fenômenos epigenéticos de percolação de fluídos conduzidos por fraturas e pelas laminações sedimentares margo-carbonosas, conforme é patente na fotografia da figura 33.

FIGURA 34

Variedade Estremadura Azul explorada no núcleo de Covão do Milho



(retirada de www.solancis.com).

Os outros dois núcleos sobre as Camadas de Montejunto são de diminuta dimensão, pois cada um deles corresponde a uma única pedreira. O **núcleo de Cabeco da Viagem** localiza-se a menos de 1 km a oeste do núcleo de Moleanos e nele são exploradas bancadas de calcário com espessuras a rondarem 1 m. São calcários que não se distinguem particularmente das características genéricas apontadas para a Formação de Montejunto, ou seja, calcários micríticos calciclásticos, *wackestone* a *packstone* e cor creme. Por vezes ocorrem termos mais acinzentados. A pedreira ainda está na sua fase inicial de exploração.

A 3,5 km para sul do núcleo anterior situa-se o **núcleo de Covão do Milho**. A pedreira que o constitui já se encontra em laboração contínua, mas não intensiva, há cerca de uma dezena de anos. Desenvolve-se em poço e atinge uma profundidade próxima dos 15 m. As fácies aqui exploradas são idênticas à do núcleo anterior, destacando-se as de cor cinzenta azulada (Figura 34). As bancadas apresentam possança na ordem de 1 m, estando orientadas em torno de N – S, com pendores de 10° para oeste.

Embora estes dois núcleos ainda distem consideravelmente entre si, estão alinhados segundo N-S, ou seja, paralelamente ao andamento das bancadas, o que leva a admitir a hipótese que o conjunto de bancadas alvo de exploração seja o mesmo. Diferem da generalidade da Formação de Montejunto pela espessura relativamente elevada que os estratos apresentam.

ÁREAS POTENCIAIS

A maior ou menor aptidão dos maciços rochosos para a produção de blocos destinados ao setor das rochas ornamentais depende de três fatores principais (Carvalho *et al.*, 2008; Carvalho, 2011):

- **Dimensionamento**, ou seja, os parâmetros relativos ao tamanho e disposição espacial da massa rochosa;
- **Homogeneidade** litológica e
- **Fraturação**.

Cada um destes critérios é exclusivo, isto é, a não verificação de um pela positiva implica que o maciço rochoso em causa não apresenta aptidão ornamental. Ora, tendo como suporte a caracterização genérica atrás apresentada relativamente às unidades geológicas que são alvo de exploração no MCE, é possível delimitar, de modo também genérico, áreas para a produção de rochas ornamentais neste maciço em função do dimensionamento e homogeneidade dessas unidades. Não se aplicando o respeitante à fraturação, a delimitação dessas áreas é de cariz unicamente provisório.

Quando abordada no âmbito das rochas ornamentais, constata-se que a diversidade litológica do MCE é bastante elevada, estando essa diversidade traduzida pelas várias unidades litostratigráficas aí definidas (Figura 3). Contudo, mostrou-se que das 13 unidades de idade jurássica do MCE, apenas 5 são alvo de exploração, depreendendo-se que só essas apresentam potencialidade para a produção de blocos.

Aumentando a seletividade do que acabou de ser exposto, verifica-se que mais de metade dos núcleos de produção existentes respeitam unicamente a duas unidades litostratigráficas, a saber: Os Calcários de Moleanos e os Calcários de Pé da Pedreira.

Mantendo o ponto de vista aplicado às rochas ornamentais, ou seja, no que respeita ao dimensionamento e homogeneidade dessas duas unidades, verifica-se que elas são muito idênticas. São constituídas por calcários calciclásticos sparíticos de tipo *packstone*, *grainstone* e *rudstone*, cuja dimensão do grão à vista desarmada varia aproximadamente entre 0,5 mm e 5 mm. Em termos comerciais esta variação equivale a uma variação de grão fino a grosseiro. A cor destes calcários é generalizada-mente creme e no que respeita à sua textura ela está marcada por feixes de laminações sedimentares denunciadas quer por ligeiras variações de tom, quer por variações do

calibre dos grãos ou, ainda, por alinhamento de grãos aciculares. As bancadas apresentam possanças elevadas a muito elevadas, sendo, em geral, superiores a 2 metros. A espessura dessas unidades é superior a 150 m, para o caso dos Calcários de Moleanos. Para os Calcários de Pé da Pedreira, a espessura é variável, desde 40 m no núcleo de Pé da Pedreira a 200 m em Casal Farto. Especialmente estas duas unidades apresentam-se dispostas de modo subhorizontal. Excetua-se apenas o caso dos Calcários de Pé da Pedreira na faixa de afloramentos de Cabeça Veada.

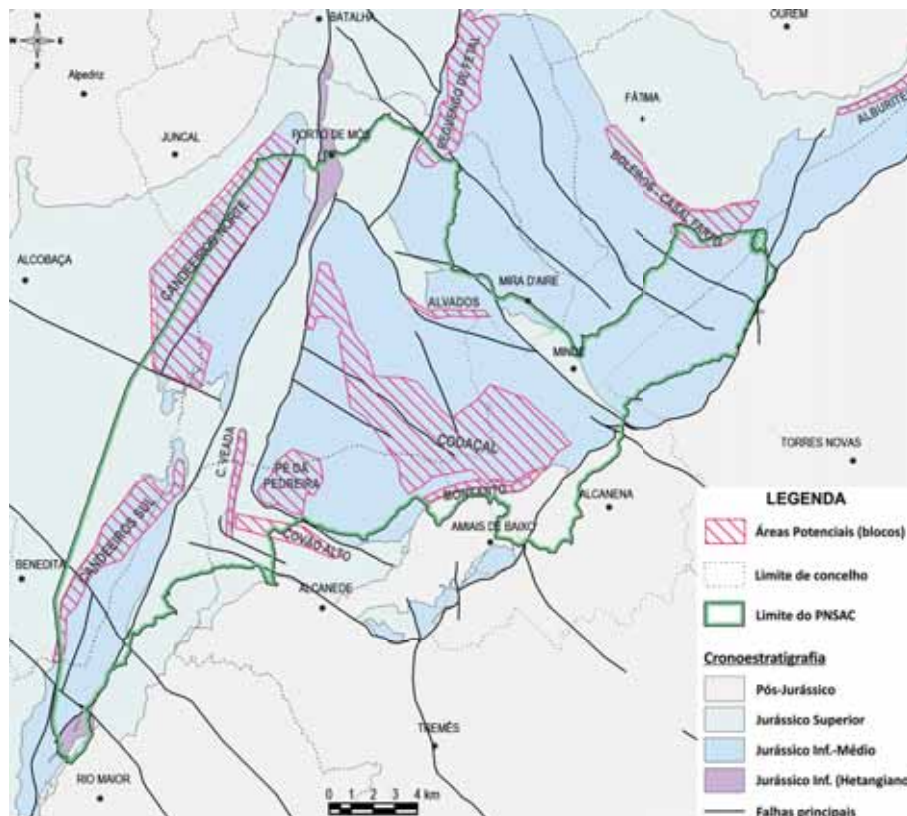
Assim, estes factos suportam a decisão de considerar as áreas de afloramento destas duas unidades litoestrati-

gráficas, como sendo áreas potenciais para a produção de blocos de calcários ornamentais (Figura 35).

Embora ocupe uma área bastante extensa do MCE e apenas seja explorada em dois locais distintos, a unidade Calcários do Codaçal também apresenta características semelhantes às duas atrás mencionadas. O facto de um desses locais respeitar à exploração de um litotipo muito específico e localizado, como é o caso da variedade Brecha de Sto. António, traduz possíveis variações no interior da unidade que também mostram aptidão ornamental. Assim, também a área de afloramento da unidade Calcários do Codaçal pode ser considerada como área potencial para calcários ornamentais (Figura 35).

FIGURA 35

Áreas potenciais do MCE para a produção de blocos de calcários ornamentais



(base cronostratigráfica simplificada por adaptação da Carta Geológica de Portugal à escala 1:000000, ed. LNEG).

No respeitante aos Calcários Micríticos da Serra d'Aire, os núcleos extrativos são muito pequenos e correspondem à exploração de litotipos muito específicos, não representativos das características gerais da unidade. Um desses litotipos, aquele ocasionalmente explorado sob a designação de Pedra Bicho, tem correspondência com uma

pequena unidade lenticular que não cumpre os requisitos de dimensionamento no que respeita à volumetria disponível. Para além disso, a sua ocorrência, no conjunto da unidade, deve ser considerada exceção e de carácter aleatório. Não merece, portanto, esforços no sentido de determinar áreas para a sua potencial ocorrência.

O outro litotipo ornamental, conhecido por Alpinina ou Topázio, resulta de condicionamento estrutural específico: faixas hectométricas de dobramentos a teto de falhas que se movimentaram de modo inverso. Assim, as áreas de afloramento dos Calcários Micríticos da Serra d'Aire a teto deste tipo de falhas podem ser consideradas como Áreas Potenciais para a ocorrência das variedades referidas. A sua extensão perpendicularmente à direção das falhas não deverá ultrapassar os 300 m, pois é esse o valor característico dos núcleos de Alvados e de Monsanto.

Por fim restam as variedades ornamentais provenientes da Formação de Montejunto. Também aqui se distinguem dois tipos de ocorrências.

Uma respeita a dois pequenos núcleos em que as fácies exploradas não mostram especificidades particulares relativamente à generalidade característica da formação, exceto no que respeita à possança relativamente elevada das bancadas. Não sendo este um fator que possa servir de critério numa abordagem de âmbito regional para o caso específico da Formação de Montejunto, não é verosímil a demarcação de uma área potencial para

a ocorrência de bancadas com tais características. Só abordagens de âmbito muito localizado, com avaliação de espessuras bancada a bancada, o permitiria.

O outro tipo de ocorrência de rochas ornamentais da Formação de Montejunto respeita ao núcleo de Covão Alto. Corresponde, igualmente, à ocorrência de uma sequência relativamente espessa de bancadas, também elas espessas. Contudo, a este facto está ainda associada a particularidade dessas bancadas ocorrerem paralelamente a um filão dolerítico. Os fenómenos de metassomatismo associados à instalação desse filão melhoraram as características ornamentais das rochas nas suas proximidades imediatas. Deste modo, é plausível a demarcação de uma área potencial para estas fácies paralelamente à estrutura filoniana de Vale do Porco e restrita às Camadas de Montejunto (Figura 35). Pelas razões expostas para a não demarcação de uma área potencial associada aos dois pequenos núcleos abordados anteriormente, a extensão em largura da área que agora se entende marcar não é resolúvel numa abordagem regional. Assim, limita-se esta área em função das pedreiras existentes na região.

CONCLUSÕES

No MCE existem atualmente 22 núcleos de pedreiras para produção de blocos de calcários para fins ornamentais. Apresentam dimensões variáveis e cinco deles estão representados por apenas uma pedreira. A maioria encontra-se em intensa atividade produtiva. Somente 3 estão inativos e outros 3 denotam atividade esporádica.

Estes núcleos exploram, sobretudo, unidades litostratigráficas do Jurássico Médio, nomeadamente as conhecidas por Calcários de Pé da Pedreira, Calcários de Codaçal e Calcários de Moleanos. De um modo genérico, são constituídas por bancadas muito possantes de *packstones*, *grainstones* e *rudstones* calciclásticos. Apresentam cor creme, laminações sedimentares diversas mais ou menos bem marcadas e organizadas em feixes de dimensão centimétrica a métrica. A granulometria, do ponto de vista comercial, varia de fina a grosseira.

As variedades ornamentais produzidas a partir destas unidades litostratigráficas adquirem designações comerciais muito variadas atribuídas pelas várias empresas produtoras. Contudo, são genericamente conhecidas pelas designações Moca Creme de Grão Grosso, de Grão Médio e de Grão Fino, Relvinha, Semi Rijo, Vidraço de Moleanos e Vidraço de Ataija. Esta última variedade corresponde a uma fácies sedimentar particular da unidade Calcários de Moleanos, pois trata-se de um calcário pelmicrítico, *wackestone* a *packstone*. Da unidade Calcários de Codaçal, para além da mais comum variedade Semi Rijo, provém uma outra comercializada sob a designação de Brecha de Santo António. Apresenta particularidades de cor e textura bem distintas das restantes e que resultam de fenómenos de alteração secundária atuantes sobre os Calcários de Codaçal em locais restritos.

Ainda do Jurássico Médio, também a Formação de Serra de Aire apresenta potencialidades. É constituída por *mudstones* e *wackestones* micríticos ricos em oncóides que são explorados em situações geológicas muito específicas, nomeadamente em estreitas faixas de dobramentos apertados associados à movimentação inversa de alguns acidentes tectónicos. As variedades produzidas são conhecidas por Alpinina e Topázio e apresentam elevado valor económico devido às suas particularidades estéticas.

Do Jurássico Superior a única unidade litostratigráfica que é alvo de exploração é a Formação de Montejunto.

Na generalidade é constituída por camadas pouco possantes de calcários de cor creme a cinzenta azulada e natureza muito variada. Porém, aqueles que são explorados correspondem a calcários micríticos a microsparíticos, *wackestone* a *packstone*, de aspeto nodular e que esporadicamente surgem em bancadas de espessura relativamente elevada. O núcleo mais importante situa-se no encosto com um filão dolerítico cuja instalação terá beneficiado as suas características ornamentais. A variedade comercial proveniente deste núcleo é conhecida por Azul de Valverde.

A litostratigrafia do MCE está atualmente bem estabelecida, havendo um conhecimento relativamente bem apurado das suas litofácies. Estes fatos, a par com o conhecimento da localização dos núcleos produtores de rochas ornamentais e das litofácies que são alvo de exploração, permitiu a demarcação de áreas potenciais para a exploração deste tipo de recursos.

A demarcação apresentada é de âmbito regional e baseou-se em apenas dois dos critérios considerados decisivos para julgar a aptidão ornamental dos maciços rochosos sedimentares para a produção de blocos, nomeadamente o seu dimensionamento em termos da volumetria disponível, da espessura das bancadas e da sua disposição estrutural, e a sua homogeneidade litológica em termos de textura e cor. Não foi tido em conta o modo como as unidades geológicas em causa se apresentam fraturadas, razão pela qual as áreas potenciais agora demarcadas não têm um carácter definitivo, mas sim preliminar. Constituem, porém, uma base de trabalho fundamental para estudos, ainda de âmbito regional, que envolvam a avaliação do estado de fracturação, conferindo-lhes um carácter definitivo.

Estas áreas servem, sobretudo, o apoio a políticas e estratégias de atuação sobre o território. A efetiva aptidão para a produção de blocos passa, obrigatoriamente, pela realização de estudos de maior pormenor, em etapas sucessivas de aumento da escala de trabalho. É o caso dos que atualmente estão em curso nesta região do país, enquadrados no Cluster da Pedra Natural (VALORPEDRA, 2009; COMPETE, 2011) e que visam, para além do ordenamento da atividade extrativa instalada, a definição de novos espaços que se mostrem propícios a suportar o desenvolvimento desta atividade numa perspetiva de médio e longo prazo.

BIBLIOGRAFIA

AZERÊDO, A. C. (2007) - Formalização da litoestratigrafia do Jurássico Inferior e Médio do Maciço Calcário Estremenho (Bacia Lusitânica). *Comunicações Geológicas* 94, 29-51.

CARVALHO, J. M. F. (1995) - Estudo geológico da área de ocorrência de “Pedra Bicho” - freguesia de Alcaria (MCE). Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa.

CARVALHO, J. M. F. (1996) - Área de Moleanos (Maciço Calcário Estremenho): Litologia temática e sondagens. Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa.

CARVALHO, J. M. F. (1997) - Calcários Ornamentais e Industriais da Área de Pé da Pedreira (Maciço Calcário Estremenho) - Carta de Aptidão. *Estudos, Notas e Trabalhos do Instituto Geológico e Mineiro* 39, 71-89.

CARVALHO, J. M. F. (1998) - O Alpinina: Variedade de Calcário Ornamental da Região de Alvados (Maciço Calcário Estremenho - Portugal). *Estudos, Notas e Trabalhos do Instituto Geológico e Mineiro* 40, 51-57.

CARVALHO, J. M. F.; MANUPPELLA, G. & MOURA, A. C. (2000) - Calcários Ornamentais Portugueses. *Boletim de Minas do Instituto Geológico e Mineiro* 37 (4), 223-232.

CARVALHO, J. M. 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 & Mining Sciences* 45, 1306-1319.

CARVALHO, J. M. F. (2011) - Prospecção de Rochas Ornamentais. *Portugal Mineral* (3), 97-103.

COMPETE, (2011) - Cluster da Pedra Natural. <http://www.pofc.qren.pt/areas-do-competec/polos-e-clusters/ecossistema-de-polos-e-clusters/entity/cluster-da-pedra-natural?return=%2fcontentlist.aspx%3fmenuid%3d95%26page%3d3> (07 de junho de 2012).

DUARTE, J.; SANTARÉM ANDRADE, P. & SARAIVA, A. (2010) - Caracterização das discontinuidades e de situações de instabilidade de uma pedreira de calcário ornamental localizada em Valinho de Fátima, VIII Congresso Nacional de Geologia. *e-Terra-Revista Eletrónica de Ciências da Terra*, Universidade do Minho, Braga, pp. 4.

KULLBERG, J. C.; ROCHA, R. B.; SOARES, A. F.; REY, J.; TERRINHA, P. & CALLAPEZ, P. (2006) - A Bacia Lusitaniana: estratigrafia, paleogeografia e tectónica. In: Dias, R. et al. (Editors), *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria*. Universidade de Évora, Évora, pp. 317-368.

MANUPPELLA, G.; BARBOSA, B.; AZERÊDO, A. C.; CARVALHO, J.; CRISPIM, J.; MACHADO, S. & SAMPAIO, J. (2006) - Notícia Explicativa da Folha 27-C, Torres Novas. Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, Lisboa, 79 p.

MARTINS, A. F. (1949) - Maciço Calcário Estremenho. Contribuição para um Estudo de Geografia Física. Tese de Doutoramento em Ciências Geográficas, Universidade de Coimbra, 249 p.

QUARTAU, R. (1998) - Calcários Ornamentais e Industriais do Maciço Calcário Estremenho - A variedade Semi Rijo de Cabeça Veada. *Estudos, Notas e Trabalhos do Instituto Geológico e Mineiro* 40, 81-88.

QUARTAU, R. (2000) - Calcários Ornamentais do Maciço Calcário Estremenho - A variedade Semi-Rijo do Codaçal. Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa.

RCM, (2010) - Regulamento do Plano de Ordenamento do Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros. *Diário da República 1ª Série* (156), 3403-3422.

VALORPEDRA, (2009) - Associação Valorpedra - Cluster da Pedra Natural. <http://www.valorpedra.pt/> (07 de junho de 2012).