



UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Departamento de Ciências da Terra

AS PEDREIRAS DE CALCÁRIO DE PATAIAS
ANÁLISE LITOLÓGICA, ESTRUTURAL E RECURSOS
GEOLÓGICOS

Luís Manuel de Meneses Marques

Mestrado em Geociências

Setembro, 2012



UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Departamento de Ciências da Terra

AS PEDREIRAS DE CALCÁRIO DE PATAIAS
ANÁLISE LITOLÓGICA, ESTRUTURAL E RECURSOS
GEOLÓGICOS

Luís Manuel de Meneses Marques

Mestrado em Geociências
Recursos geológicos

Orientadores científicos:

Prof. Doutor Luís Vítor da Fonseca Pinto Duarte, Faculdade de Ciências e Tecnologia
da Universidade de Coimbra

Prof. Doutor Fernando Antunes Gaspar Pita, Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade de Coimbra

Resumo

Esta dissertação incide o seu estudo sobre os recursos geológicos, sendo os calcários do Jurássico Médio de Pataias o centro desta análise, recorrendo-se à observação nas duas pedreiras existentes na zona – Alva de Pataias e Olhos de Água. As características dos afloramentos, com as particularidades litostratigráficas locais, as condicionantes legais para a exploração e toda a envolvência histórica das mesmas, são alguns dos aspetos considerados e abordados.

Inicialmente foi feito o enquadramento legal regulador dos recursos geológicos, considerando a evolução da legislação portuguesa até ao momento atual e os aspetos a considerar para este recurso e tipo de exploração.

Numa fase posterior foi efetuado o enquadramento do recurso em causa, os calcários, considerando os aspectos geológicos e históricos do local, e tendo em conta as principais utilizações destes calcários – produção de cal e de cimento.

Por último, foi feita uma abordagem sobre os aspetos geológicos das pedreiras, considerando as características litológicas, estratigráficas e estruturais, assentando esta fase sobre a bibliografia geológica publicada e recolha de dados de campo. Os dados de campo, com cartografia diversa, vêm consolidar a informação bibliográfica recolhida e fornecer novos dados, em particular sobre as formações geológicas características do período temporal em causa, e por referenciar na zona estudada as formações de Barranco do Zambujal, Chão das Pias e Serra de Aire. Também a exploração, particularmente o desmonte, foi aqui considerada, uma vez que a litostratigrafia local condiciona significativamente a forma de execução destes trabalhos.

Palavras-chave: Pedreiras de calcário, Jurássico Médio, georrecurso, Pataias, cartografia.

Abstract

This dissertation focuses its study on geological resources, being the Middle Jurassic limestones of Pataias the center of this approach, using the observation in the two existing quarries in the area - Alva Pataias and Olhos de Água. The characteristics of the outcrops, with the specific local lithostratigraphic, the legal conditions for the operation and the historical surroundings are some of the aspects considered and approached on this dissertation.

Initially, it was done the legal framework regulating geological resources, considering the evolution of portuguese legislation to the present date and considering the aspects for this type of resource and exploitation.

At a later stage, a framework of the resource, the limestones, was made, considering the geological and historical aspects of the place, and taking into account the main uses of limestone - the production of lime and cement.

Finally, an approach was made on the geological aspects of the quarries, considering the lithological, stratigraphic and structural characteristics, settling this stage on the published geological literature and collection of field data. The field data, with varied mapping, consolidate the bibliographic information collected and provide further data, particularly on the geological characteristics of the time period in question, by referencing the formations of Barranco Zambujal, Chão das Pias and Serra de Aire. Also the operation, particularly disassemble, was also considered to, since lithostratigraphy affects the works. Also the operation, particularly disassemble was considered in this dissertation, since the local lithostratigraphy significantly influences the execution of these works.

Keyword: Limestone quarries, Middle Jurassic, geological resources, Pataias, cartography.

Agradecimentos

À minha família, quem me apoiou de uma forma incondicional e compreensiva, e em particular à minha mulher Sofia, que tanto me apoiou e incentivou para a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Doutor Luís Vítor Duarte, que antes mesmo de o ser, já me incentivava para o gosto pela geologia, quando meu professor. Com a sua disponibilidade e resposta pronta às minhas questões, apoiou de forma fundamental para que o trabalho chegasse a “bom porto”.

Ao meu co-orientador, que apesar do menor contacto, quando solicitado soube sempre apoiar e responder de forma pronta e incentivadora.

À CIBRA – Fábrica de Cimentos de Pataias, pela abertura e apoio que me deram, facilitando-me o acesso às suas instalações e também no auxílio prestado pelos quadros técnicos da empresa, em particular à Dra. Cátia Sá.

Índice geral

I. Introdução geral	1
1. Objetivos e área de estudo	1
2. Metodologia	3
II. Legislação de pedreiras	5
1. História e evolução da “Lei das Pedreiras”	6
2. Licenciamento de pedreiras	14
2.1 Decreto-Lei 340/07 de 12 de Outubro.....	14
2.2 Decreto-Lei 162/90 de 22 de Maio.....	19
2.3 Legislação diversa.....	20
3. Pedreiras dos Olhos de Água e Alva Pataias – Enquadramento legal	21
3.1 Pedreira dos Olhos de Água.....	21
3.2 Pedreira de Alva de Pataias	21
III. Georrecursos: Importância e utilização dos calcários brancos	23
1. Calcários	23
2. Dados históricos: Jazida e utilização	25
2.1 As pedreiras e a Fábrica da CIBRA-Pataias	25
2.2 Fornos de cal.....	27
IV. Pedreiras dos Olhos de Água e Alva de Pataias	32
1. Enquadramento histórico	34
2. Enquadramento ambiental.....	37
2.1 A Pedreira de Olhos de Água	39
2.2 A Pedreira de Alva de Pataias.....	41
3. Enquadramento geológico	44
3.1 A Bacia Lusitânica e o seu enchimento sedimentar.....	44

3.2 O ciclo Triásico – Jurássico Médio	47
3.3 Aspetos da geologia regional e os georrecurso	50
V. Caracterização geológica e análise cartográfica das pedreiras	54
1. Enquadramento geológico da área de estudo.....	54
2. Recolha e análise de dados de campo	55
2.1 Pedreira dos Olhos de Água.....	56
2.2 Pedreira de Alva de Pataias – Calcários brancos	60
2.3 Pedreira de Alva de Pataias – Calcários cinzentos.....	63
2.4 Pedreira de Alva de Pataias – Barro / argila – Formação de Dagorda.....	67
3. Esboço cartográfico da zona estudada	70
3.1 Calcários e o seu enquadramento estratigráfico	72
3.2 A Formação de Dagorda	73
3.3 Unidades de cobertura	74
VI. Considerações finais	75
Referências bibliográficas	77
ANEXO I – Dados de campo	83

Índice de figuras

Figura I.1 – Localização da zona estudada e dos principais centros de extração de calcário da Orla Mesocenoica ocidental: 1 – Anadia, Cantanhede e Fig. da Foz; 2 – Serra de Sicó, Alvaiázere e Tomar; 3 – Maciço Calcário Estremenho; 4 – Serra de Montejunto; 5 – Serra d’El-Rei e Nazaré; 6 – Serra da Arrábida.	1
Figura I.2 – Esboço cartográfico da localização da zona em estudo. Extrato da Carta Militar de Portugal N° 307 Valado dos Frades, Escala 1 / 25000.	2
Figura II.1 – Tábulas de Aljustrel – Encontradas em 1876 e 1906 nos escoriais da Mina de Algaes a Sul de Aljustrel (disponível em http://www.portugalromano.com/2011/01/a-tabula-de-bronze-de-aljustrel-elementos-para-sua-compreensao/).....	7
Figura II.2 – Extrato da Lei das Minas, extraído das Ordenações Afonsinas Livro 2 (disponível em http://www.ci.uc.pt/ihti/proj/afonsinas/l2p215.htm e http://www.ci.uc.pt/ihti/proj/afonsinas/l2p216.htm).....	8
Figura III.1 – Ruína de Forno de cal junto da Fábrica de Cimento da CIBRA em Pataias.....	28
Figura III.2 – Pilares de sustentação de estrutura de apoio a Forno de cal junto da Fábrica de Cimento da CIBRA em Pataias.	29
Figura IV.1 – Carta Geológica de Portugal Continental ilustrando a zona em estudo, localizada na Orla Meso Cenozoica Ocidental (disponível em http://engeoweb.blogspot.pt/2010/10/nova-carta-geologica-de-portugal-11000.html)..	33
Figura IV.2 – Imagem de satélite (extraída do Google Earth) das pedreiras de Alva de Pataias e Olhos de Água.	33
Figura IV.3 – Composição dos extratos das Folhas 22D-Marinha Grande e 26B-Alcobaça da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50 000, ilustrando a geologia da área estudada (retirados de Zbyszewski <i>et al.</i> , 1961; França <i>et al.</i> , 1964).e onde é possível ver: Plio-Plistocénico Indiferenciado (1); Albiano, Aptiano e possível Neocomiano (2); Batoniano e Bajociano (3); Margas e calcários de Dagorda (4).	34
Figura IV.4 – Esboço cartográfico da Pedreira dos Olhos de Água.....	35
Figura IV.5 – Esboço cartográfico da Pedreira de Alva de Pataias.	38
Figura IV.6 – Aspeto geral na zona Noroeste da Pedreira dos Olhos de Água, sendo visível a acumulação de águas de origem pluvial.	40

Figura IV.7 – Aspeto geral da Pedreira dos Olhos de Água e do Pinhal envolvente que serve de cortina arbórea.....	40
Figura IV.8 – Pormenor da fauna abundante existente no lago da pedreira dos Olhos de Água.....	41
Figura IV.9 – Aspeto geral da Pedreira de Alva de Pataias com máquina perfuradora em atividade.....	43
Figura IV.10 – Pormenor de camião de transporte de matéria-prima a descarregar no britador.....	43
Figura IV.11 – Aspeto geral da Pedreira de Alva de Pataias – Pedreira dos brancos.....	44
Figura IV.12 – Aspetos estruturais com limites da Bacia Lusitânica (retirado de Kullberg,2000) e definição de setores (1-Rocha & Soares, 1984; 2-Ribeiro <i>et al.</i> ,1996).	46
Figura IV.13 – Esquema simplificado da sucessão estratigráfica observada a Sul da região em estudo, abrangendo um conjunto de grandes unidades litostratigráficas informais e os 4 ciclos normalmente associados à evolução da Bacia Lusitânica (Triásico – Cretácico). Retirado de Wilson <i>et al.</i> (1989).	47
Figura IV.14 – Quadro litostratigráfico das unidades sedimentares da Bacia Lusitânica (retirado de Azerêdo <i>et al.</i> , 2003).....	48
Figura IV.15 – Extrato da Carta Geológica Nacional, escala 1 / 500 000, Folha Norte (FN) e Folha Sul (FN), com localização das principais estruturas geológicas.	51
Figura V.1 – Extrato das Cartas Militares de Portugal, Escala 1 / 25 000. Localização das pedreiras e área estudada.	57
Figura V.2 – Esboço cartográfico da Pedreira dos Olhos de Água. Estações de observação e outras estruturas / registos.	58
Figura V.3 – Esboço da cartografia geológica da Pedreira dos Olhos de Água.....	59
Figura V.4 – Aspeto da frente de desmonte (frente Noroeste – Ponto 22), com ausência de superfícies de estratificação e zona intensamente carsificada.	59
Figura V.5 – Esboço cartográfico da Pedreira de Alva de Pataias (calcários brancos). Estações de observação e outras estruturas / registos.....	61
Figura V.6 – Esboço da cartografia geológica da Pedreira de Alva de Pataias – Pedreira dos brancos.....	61

Figura V.7 – Pormenor das fácies recifais (calcários bioconstruídos) com fósseis de corais na pedreira dos calcários brancos.	62
Figura V.8 – Aspeto da frente de desmonte na Pedreira dos brancos com orientação N-S. São visíveis planos de estratificação (1) e de fracturação (diaclasses) (2).	62
Figura V.9 – Esboço cartográfico da Pedreira de Alva de Pataias (cinzentos). Estações de observação e outras estruturas / registos.	65
Figura V.10 – Esboço da cartografia geológica da Pedreira de Alva de Pataias – Calcários cinzentos.	66
Figura V.11 – Aspeto da frente de desmonte na Pedreira dos cinzentos (calcários e margo-calcários), com orientação NW-SE onde é possível observar planos de estratificação (1) e fraturas (diaclasses) (2).	66
Figura V.12 – Esboço cartográfico da Pedreira de Alva de Pataias (barro / argila). Estações de observação e outras estruturas / registos.	67
Figura V.13 – Esboço da cartografia geológica da Pedreira de Alva de Pataias – Barro (Formação de Dagorda).	68
Figura V.14 – Aspeto dos lutitos da Formação de Dagorda com ocorrência de gesso.	69
Figura V.15 – Contacto por falha da Formação de Dagorda com calcários do Jurássico Médio, no flanco Sul (Ponto 13) da pedreira dos cinzentos. Falha (F).	69
Figura V.16 – Aspeto do contacto entre a Formação de Dagorda e as areias de cobertura, no flanco Oeste da Pedreira do barro / argila. Zona de extração das areias.	70
Figura V.17 – Esboço da cartografia geológica geral da zona estudada.	71

Índice de tabelas

Tabela II.1 – Classe de pedreiras e entidades licenciadoras, com base em dados do Decreto-Lei 340/07 de 12 de outubro.....	16
--	----

I. Introdução geral

1. Objetivos e área de estudo

Os recursos geológicos de Portugal são bastante diversificados, estando identificadas diversas áreas que assumem um interesse peculiar, devido não só ao volume das transações realizadas, como também às perspectivas e potencialidades de crescimento tendo em conta as jazidas existentes. Neste contexto, a exploração de calcários atinge um patamar de relevância, pois para além de responder positivamente aos aspetos atrás referidos, apresenta na Orla Mesocenoica Ocidental uma distribuição geográfica dos locais de extração bastante variada (Figura I.1), estando também associada a setores industriais e comerciais bastante diversos (Manuppella *et al.*, 1981; Velho *et al.*, 1998, Moura & Velho, 2012). Perante estes factos, e dada a existência de um maciço calcário na zona de Pataias, concelho de Leiria, atualmente em exploração e que apresenta particularidades de grande interesse, considerou-se pertinente a realização desta Dissertação da Tese de Mestrado, no âmbito dos georrecurso, sobre a jazida existente nesse local e área envolvente.



Figura I.1 – Localização da zona estudada e dos principais centros de extração de calcário da Orla Mesocenoica ocidental: **1** – Anadia, Cantanhede e Fig. da Foz; **2** – Serra de Sicó, Alvaiázere e Tomar; **3** – Maciço Calcário Estremenho; **4** – Serra de Montejunto; **5** – Serra d’El-Rei e Nazaré; **6** – Serra da Arrábida.

Tal como é perceptível na Figura I.1, a zona de Pataias é um dos locais identificados para a extração de calcários e apresenta-se como um dos locais com grande tradição na exploração deste recurso. A jazida apresenta particularidades únicas que influenciaram na escolha deste ponto para a realização da presente dissertação, como é o caso da valorização e interesse na existência dos calcários brancos (Ruget-Perrot, 1961; França & Zbyszewski, 1963; Zbyszewski & Assunção, 1965; Martins, 2007). A existência destes calcários, pouco frequentes a nível nacional, e a sua utilização na produção de cimento branco e em tempos passados de cal, levam a que este local assuma características de interesse acrescido.

O local estudado está situado no concelho de Alcobaça, freguesia de Pataias, na zona envolvente da fábrica de cimentos brancos de Pataias, incidindo sobre as pedreiras pertencentes à CIBRA, existentes no local (Figura I.2). Estas duas pedreiras, Alva de Pataias e Olhos de Água, licenciadas para a extração de calcário, facilitam a visualização de afloramentos e de sequências litostratigráficas que de outra forma estariam encobertas por areias e ou depósitos detriticos existentes na zona. O local situa-se na Orla Mesocenoica Ocidental, tal como se pode observar na Figura I.1, tendo os terrenos sido cartografados como pertencendo ao Jurássico Médio (França & Zbyszewski, 1963).

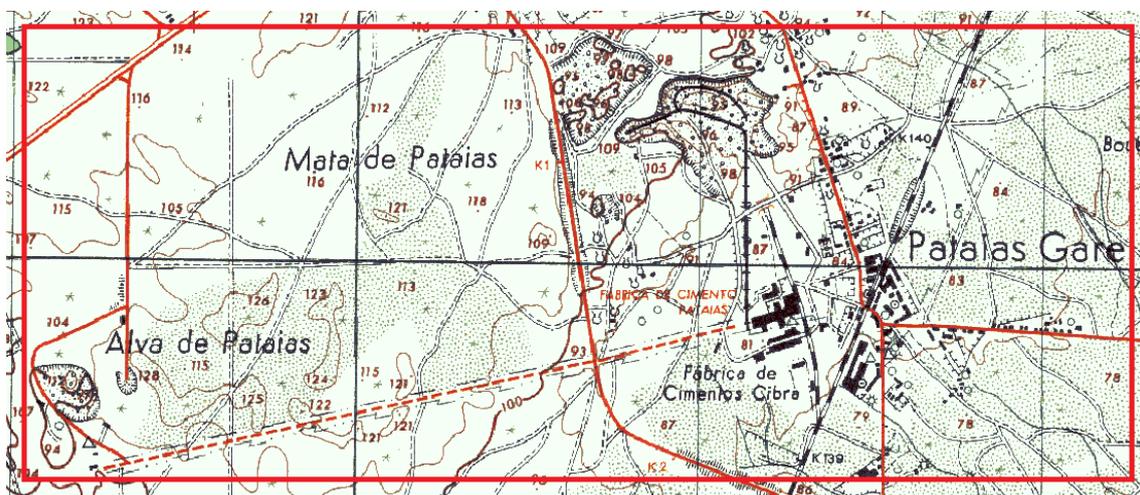


Figura I.2 – Esboço cartográfico da localização da zona em estudo. Extrato da Carta Militar de Portugal N° 307 Valado dos Frades, Escala 1 / 25000.

O presente trabalho tem como principal objetivo a aquisição ou melhoria de conhecimentos geológicos gerais sobre a zona em causa, partindo das bases de conhecimento existentes e das adquiridas durante as diversas fases de exploração a

que a zona tem estado sujeita. De uma forma mais específica, pretende-se com este trabalho:

- Definir e caracterizar as unidades sedimentares litostratigráficas presentes;
- Apresentar esboços cartográficos que ponham em evidência alguns aspetos litológicos e estruturais;
- Identificar e avaliar a evolução e continuidade do maciço alvo de exploração, e as condicionantes geológicas;
- Identificar os limites geológicos das unidades alvo de extração, que de uma forma simplista foram identificadas com “Calcários Brancos” e “Calcários Cinzentos”;
- Avaliar as condições e futuro do local como zona de potencialidade geológica, considerando os condicionalismos legais e sociais que possam condicionar a extração na zona.

2. Metodologia

O interesse no aumento de informação geológica sobre a zona em causa advém também de um forte empenho e investimento no local, com a criação de uma Zona de Concessão, atribuída à empresa CIBRA. Considerou-se assim fundamental a necessidade de investigação geológica do local, perspetivando-se um aumento de conhecimento e obtenção de novos dados geológicos para possível utilização posterior.

A realização desta dissertação assentou a sua metodologia de trabalho na utilização de diversos recursos adaptados a cada uma das fases do estudo. Numa primeira fase, recorreu-se à recolha de bibliografia diversa, abarcando todos os campos necessários para a evolução do trabalho: a abordagem histórica do local e legislação abrangente, passando pelos requisitos e aspetos necessários e obtidos para o licenciamento das pedreiras analisadas, sendo de realçar a muita legislação consultada que ao longo dos anos tem vindo a regular esta atividade. Concretamente respeitante aos georrecursos das pedreiras alvo do estudo destacam-se os trabalhos de Tintant (1967), Martins (2008), e na parte da estratigrafia e do Jurássico Médio de Portugal de realçar os trabalhos de Soares *et al.* (1993), Azerêdo (2007), Martins (2008) e ainda outros que, não menos importantes, abordaram aspetos desta época.

A segunda fase do trabalho centrou-se no trabalho de campo efetuado nas duas pedreiras consideradas. Esta fase serviu para obter a informação para completar

ou complementar a recolhida bibliograficamente, e posterior construção cartográfica diversa. Esta fase foi realizada com recurso a diversas campanhas de campo, efetuadas quer nas pedreiras de Alva de Pataias e Olhos de Água, quer em diferentes zonas da área envolvente das pedreiras. Foram identificados vários pontos de interesse e aí criadas estações de recolha de informação (Pontos de Observação). Fora das pedreiras a observação de afloramentos foi difícil, uma vez que a regularidade da topografia, a existência de areia a modelar o terreno e a existência de edificações, acabam por tapar os possíveis afloramentos e assim condicionar a observação das unidades subjacentes.

A terceira fase refere-se à compilação da informação obtida após a observação e recolha de dados, com a construção dos esboços cartográficos diversos, utilizando-se o software de desenho AutoCAD para elaboração dos mesmos, tendo como base um levantamento topográfico das pedreiras em causa, fornecido pela empresa CIBRA.

A recolha de dados de campo em pontos devidamente localizados, com recurso a localização GPS, foi também outra das ferramentas utilizadas, para mais precisamente identificar locais ou simplesmente pontos que dada a especificidade da zona, pedreiras, facilmente sofrem alterações físicas profundas, deixando de ser perceptível o local ou zona de observação.

II. Legislação de pedreiras

A ocorrência de Recursos Geológicos é um factor de valorização nacional nomeadamente do local onde estes surgem. A utilização de matérias-primas naturais para satisfazer as necessidades do ser humano é atualmente muito realçada pelo crescimento do consumo da nossa sociedade. No entanto, desde a pré-história que estes recursos são utilizados, sendo na altura por vezes, disputados até com recurso à violência.

A evolução tecnológica em simultâneo com a evolução social, levou a um aumento da investigação sobre este tipo de recurso, incrementando-se significativamente o conhecimento sobre os locais tradicionais, mas também identificando novas localizações com potencial, novos materiais e respetivas localizações de ocorrência. Perante esta evolução, quer os dirigentes dos países quer as próprias sociedades sentiram necessidade de criar algumas regras que permitissem a gestão, e preservação, mas também uma utilização sustentada desses mesmos recursos. Desta forma, foi assim criada legislação diversa para regular um setor tão importante, que de uma forma dinâmica tem vindo a dar resposta a realidades diversas e a evoluir ao longo dos anos.

A criação de regras bem definidas de exploração e utilização dos Recursos Geológicos permite homogeneizar formas de trabalho dentro do mesmo tipo de recurso, promovendo a sua melhor e mais racional utilização. Estes procedimentos criaram condições para uma caracterização completa dos recursos existentes e dos meios necessários para a sua extração, tendo em conta as necessidades dos mercados.

As unidades de extração variam bastante, quer em dimensão quer em forma de laboração consoante o Recurso Geológico e a própria jazida. Assim, tendo em conta as diversas ocorrências, mas essencialmente o tipo de material a extrair, a legislação tem vindo a evoluir e a adaptar-se às realidades existentes, criando desta forma condições para uma melhor gestão e regulamentação da atividade extrativa e dos recursos existentes. A evolução nas metodologias de extração e no equipamento utilizado, permitiram e incentivaram alterações profundas no processo de extração de matérias-primas, induzindo assim a necessidade de criar novas regras, quer de controlo quer de segurança.

A gestão ambiental é outro dos factores que ao longo dos anos tem vindo a marcar, primeiro de uma forma suave, mas actualmente com peso significativo, a legislação associada aos Recursos Geológicos. Os aspetos ambientais são hoje considerados como essenciais num projecto de exploração, podendo mesmo inviabilizar ou condicionar esta atividade. Assim, é muito clara e objectiva a abordagem ambiental na legislação associada ao setor mas também a existente em diplomas e regulamentos que de forma mais abrangente podem regular diversos subsectores da atividade. A retificação e adaptação da legislação a normas europeias, tem também sido ao longo dos anos, um factor orientador e condicionador da legislação nacional.

O presente trabalho incide sobre o domínio da extração de calcários para a indústria cimenteira e pedreiras associadas. Esta é uma atividade que se insere na indústria extrativa de Recursos Geológicos do Domínio Privado e identificado como Massa Mineral. É regulada pela chamada Lei das Pedreiras – Decreto Lei 340/2007 de 12 de Outubro.

Para melhor compreensão da forma como é regulado este setor, será efetuada uma abordagem mais detalhada sobre esta lei assim como uma análise da evolução da legislação ao longo dos tempos.

1. História e evolução da “Lei das Pedreiras”

Perante os aspetos abordados é facilmente perceptível que a legislação assume um papel fundamental, pois regula e cria também ferramentas de controlo dos recursos existentes permitindo assim a existência de explorações que assentem no princípio da utilização sustentável de Recursos Geológicos. Permite também que os intervenientes na indústria extrativa se possam reger pelas mesmas regras e assim serem criados os princípios de igualdade de concorrência.

A legislação existente sobre Recursos Geológicos tem vindo a evoluir ao longo dos anos, respondendo assim a diversos aspetos considerados de relevo para a indústria extrativa. Esta legislação, que inicialmente abordava essencialmente o setor dos recursos metálicos, evoluiu de forma a particularizar muitos dos sub setores da indústria extrativa, criando regras bem definidas e claras para todos, sendo o setor das Massas Mineraias um dos que tem sido alvo de diversas alterações nos últimos anos.

A regulamentação ou legislação sobre a indústria extrativa, em Portugal, remonta ao período de ocupação romana. Nesse período, a utilização de recursos

naturais era significativa, uma vez que este povo já transformava diversas matérias-primas, com o intuito de melhorar o seu bem estar. A utilização de metais (cobre, ferro, estanho) e de argilas, levou a que existisse um setor extrativo com importância para toda a sociedade. Foram efetuados achados arqueológicos da época do Imperador Adriano (117 a 138 dc), as “*Tábulas de Bronze de Aljustrel ou Tábulas de Vipasca*” (Figura II.1), consideradas as disposições legais sobre minas mais antigas da Europa – Código de Minas.



Figura II.1 – Tábulas de Aljustrel – Encontradas em 1876 e 1906 nos escoriais da Mina de Algares a Sul de Aljustrel (disponível em <http://www.portugalromano.com/2011/01/a-tabula-de-bronze-de-aljustrel-elementos-para-sua-compreensao/>).

A fundação de Portugal e consequente definição de algumas regras no território, levou a que também no setor extrativo se começassem a criar normas. A legislação começou a ser elaborada no reinado de D. Duarte e em 1434 surgiu a “*Lei*

das Minas” (Coroado *et al.*, 2010) (Figura II.2). Esta lei era essencialmente dedicada aos metais e à atividade extrativa associada.

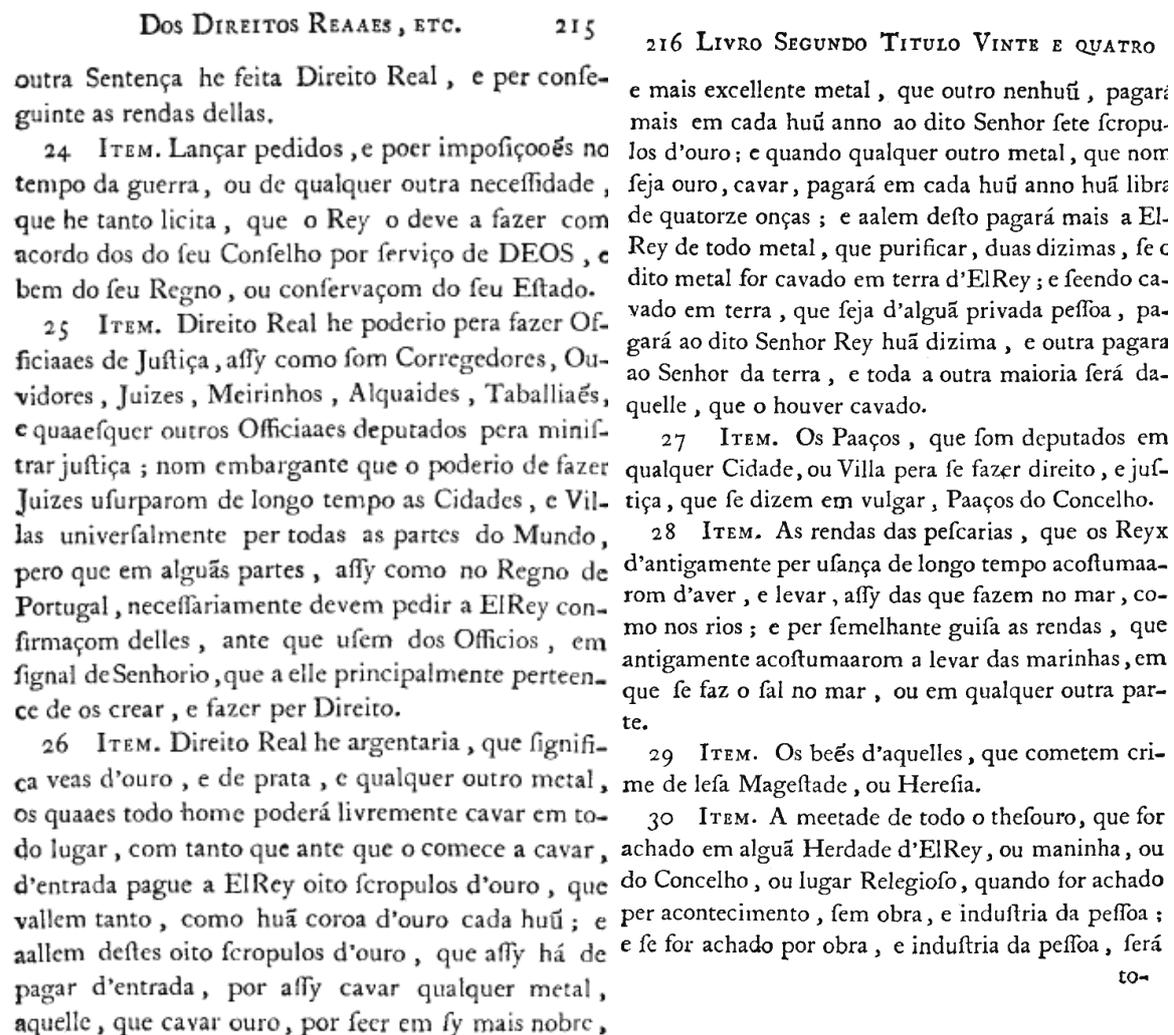


Figura II.2 – Extrato da Lei das Minas, extraído das Ordenações Afonsinas Livro 2 (disponível em <http://www.ci.uc.pt/ihti/proj/afonsinas/l2p215.htm> e <http://www.ci.uc.pt/ihti/proj/afonsinas/l2p216.htm>).

No artigo 26 era definido que deveria ser feito o pagamento de um valor, para quem “cavar” qualquer metal. Era assim definida uma “taxa” de exploração que funcionava como um imposto para o explorador, em favor do rei.

Em 1516, a Lei das Minas foi substituída por uma nova versão, mantendo uma orientação para os recursos metálicos, tendo ficado identificada como “Regimento de Ayres do Quintal”. Após a publicação desta lei, registou-se um período de 41 anos e

nova reformulação surgiu em 1557, esta é conhecida pelo Código Mineiro (Coroado *et al.*, 2010) e que não apresentou alterações significativas. Manteve-se durante 3 séculos, tendo sido alterada pela publicação de 1836, onde surgem conceitos novos que vão levar à introdução do princípio da venda do material extraído e da definição dos critérios de competência nas direcções técnicas das explorações. É também com esta lei de 1557 que se altera a regulamentação sobre as minas, passando também os privados a poder usufruir dos recursos aí explorados, deixando o estado de ter o monopólio da atividade mineira.

Em 1850, deu-se a introdução de um novo conceito no setor extrativo, que vem de algum modo mudar a visão sobre os recursos. É a inserção do conceito de pedreira e a correspondente legislação, identificada por Carta de Lei Sobre Minas no Decreto de 25 de Julho. No entanto, esta lei sofre alterações em 1852 – Lei de Minas. As principais alterações estão relacionadas com a diferenciação entre recursos que possam ser consumidos pelo proprietário e os que sejam úteis à indústria, com consequente necessidade de autorização do estado.

Em 1853 foi publicado o regulamento para execução desta lei, e entre 1857 e 1883 surgem alguns decretos e ou portarias para regular as concessões e taxar os respectivos concessionários. Criam-se diversos registos, regras e normas resultando daqui uma aproximação ao que viria a ser a estatística mineira.

Num Decreto de 1884 é publicado o “Regulamento sobre lavra de pedreiras”. Esta lei aplica novos conceitos, alguns dos quais ainda hoje em vigor, e que viriam a criar um encadeamento na própria organização da exploração. Os prazos e licenças, assim como as boas práticas de exploração a céu aberto, onde se incluem considerações sobre a segurança – zonas de defesa, surgem de forma efetiva e clara. Esta lei consagra ainda os aspetos da fiscalização e penalização por incumprimento. Oitos anos mais tarde, no Decreto de 30 de Setembro de 1892 são novamente introduzidas algumas alterações mas de cariz administrativo/burocrático. Após esta publicação foram efetuados decretos e despachos, alguns bastante específicos, que mais tarde foram associados a outras normas, dando origem a uma nova publicação em 1927 – Decreto 13642.

Neste Decreto 13642 é visível o interesse centrado sobre os recursos metálicos e os recursos a utilizar no setor da construção pública. A referência a recursos não metálicos coloca-os sobre a alçada do proprietário do terreno, embora que o explorador fique sujeito a pagamento das taxas normais. Já em espaços públicos, a

autorização para exploração poderá ser dada por autoridades locais (Juntas de Paróquia, Câmaras Municipais).

Ainda durante os anos 20 do século passado, foram publicados os decretos 14422 e 14590 que incidem sobre a lavra das pedreiras, surgindo nas décadas seguintes a preocupação sobre o fabrico, comercialização e transporte de explosivos usados nestas explorações. Os últimos 3 decretos foram compilados numa só lei publicada em 1940 – Lei 1979 (Diário do Governo, 1940), tendo sido revistos alguns aspetos menores a considerar numa exploração. Apesar de ficar sem regulamentação, esta lei debruça-se sobre os recursos não metálicos e distingue estes materiais dos concessíveis: *“Consideram-se pedreiras, para todos os efeitos legais, os depósitos ou maciços de rochas e substâncias minerais úteis que não sejam ou venham a ser incluídos na categoria de concessíveis ...”* (extraído da Lei nº 1979 de 1940).

Em 1976 surge uma nova publicação, Decreto-Lei 392/76 (Diário da República, 1976), que com influências do momento político, apresenta algumas alterações no que diz respeito à protecção ambiental e dos recursos geológicos e também à titularidade e propriedade do terreno – *“...o Estado deverá desempenhar um papel dinamizador que lhe permita disciplinar a atividade da exploração de pedreiras impondo condições técnicas e económicas que evitem a excessiva pulverização das explorações e a delapidação de valiosos recursos naturais;”, “...após a conclusão de exploração das pedreiras se tornará necessário ... a recuperação das áreas afectadas...”*(extraído do Decreto Lei nº 392/76 de 1976).

O Decreto-Lei 392/76 introduz alguns aspetos de caracterização e regulação das pedreiras que ainda hoje são considerados no licenciamento. Primeiro a obrigatoriedade de licenciamento com a definição de algumas características da pedreira (número de trabalhadores, potência dos equipamentos utilizados, a capacidade de produção da pedreira e ainda a profundidade atingida), mas também os aspetos ambientais (paisagem e abandono da pedreira) e de segurança, são também abordados de uma forma mais objetiva, com definição de limites.

Em 1982 surge nova legislação – Decreto-Lei 227/82 (Diário da República, 1982), que numa nota introdutória apresenta o valor crescente deste tipo de atividade para a economia nacional. Assim, foram introduzidas algumas alterações, sendo de realçar:

- Obrigatoriedade de licenciamento;
- Atribuição de competência às Câmaras Municipais, para licenciar e efectuar um acompanhamento mais próximo da pedreira;

- Atribuição à DGGM (Direcção Geral de Geologia e Minas) a competência de licenciamento, quando a dimensão e complexidade da pedra ultrapassa limites a que as Câmaras Municipais já não conseguem responder por falta de meios técnicos;

- A área cativa passa a ter uma definição e aplicação mais objectiva, com o estado a ter maior intervenção neste campo, e assumindo esta figura o papel ou a finalidade de preservação de recursos.

Com a regulamentação deste Decreto-Lei, definem-se e reforçam-se as orientações para uma maior preocupação com os aspetos ambientais e de segurança.

Em 1985 foi publicado o Decreto-Lei 18/85 – Regulamento Geral de Segurança e Higiene no Trabalho nas Minas e Pedreiras, onde é feita uma abordagem específica sobre a segurança e higiene, reunindo muita da legislação anteriormente publicada. É no entanto de realçar que relativamente a explorações a céu aberto, se ficaria a aguardar a publicação de algumas normas complementares.

O ano de 1990 fica marcado pela publicação de legislação diversa (Direcção Geral de Geologia e Minas, 1990) para os recursos naturais. Esta marca profundamente a atividade extrativa, uma vez que para além de diferenciar setores, especifica e clarifica aspetos de cada um com as suas características. Também esta legislação é elaborada para responder aos diversos requisitos impostos pela CEE, após a entrada de Portugal.

O Decreto-Lei 90/90 é a Lei Geral dos Recursos Geológicos (Diário da República nº 63, 1990). Neste decreto em que se define recurso geológico como sendo “...bens naturais existentes na crosta terrestre, genericamente designados por recursos geológicos...”, faz-se a separação entre domínio público e privado e correspondente âmbito. As Massas Minerais, onde se inserem as pedreiras, ficam definidas como um recurso do domínio privado e regulado por novo Decreto-Lei, 89/90 de 16 de Março (Diário da República nº 63, 1990).

O Decreto-Lei 89/90 apresenta algumas inovações perante a legislação anteriormente apresentada, solicitando mais rigor e informação sobre a atividade extrativa e as pedreiras. A obrigatoriedade de licenciamento com a apresentação dos projectos de extração – Plano de Lavra (PL) – e de recuperação – Plano de Recuperação Paisagística (PRP) – é uma das inovações deste decreto. Também os aspetos ambientais são considerados, criando-se os limites de área de 5 ha e de produção de 150 000 ton., acima dos quais será necessário efetuar um Estudo de Impacte Ambiental (EIA).

A Legislação de higiene e segurança que regula o setor extrativo também sofre algumas alterações, tendo-se publicado em 1990 o Decreto-Lei 162/90 (Diário da República nº117, 1990) que aprova o Regulamento Geral de Segurança e Higiene nas Minas e Pedreiras.

Entre 1990 e 2001 a legislação que regula o setor extrativo mantém a sua base, sendo no entanto publicada legislação acessória quer na área da segurança, Decretos 72/92, 324/95, 198/96, quer no licenciamento, Decreto 9/91, na exploração, Decreto 544/99 (Plano de Aterro) e no ambiente, Decreto-Lei 69/2000 de 3 de maio – Regime jurídico da Avaliação de Impacte Ambiental (disponíveis em <http://dre.pt/>). Este é um dos decretos que regula a atividade e que redefine alguns aspetos importantes como a obrigatoriedade de realização de EIA para pedreiras com área superior a 5 ha ou produção superior a 150 000 ton/ano ou ainda se o somatório das áreas de diversas pedreiras num raio de 1 km ultrapassarem os valores atrás referidos. Este Decreto foi posteriormente alterado pelo Decreto-Lei 197/2005, onde para além de actualizações diversas, também se fazem adaptações à legislação europeia.

Na última década do século XX o setor dos recursos não metálicos ganha um peso muito importante na indústria, uma vez que o desenvolvimento da construção começa a pressionar de forma significativa a atividade extrativa. Provocado por essa mesma pressão, a legislação começa a ser muito contestada, por não responder às necessidades do momento. Como forma de resposta é publicada nova legislação de base, o Decreto-Lei 270/2001 – Lei das Pedreiras, que mal é apresentada é novamente contestada por não apresentar remodelações em áreas sensíveis como é o caso das pedreiras de pedra de calçada e os “barreiros”.

Este decreto vem adaptar muitas das anteriores regras aos regulamentos e diplomas comunitários. Faz uma abordagem bastante importante na área ambiental, mas também contempla a prospecção e pesquisa como uma das fases iniciais a considerar na abordagem aos recursos geológicos. A estrutura de licenciamento é alterada, com a criação de um documento central, Plano de Pedreira, que se divide em dois de igual peso e importância – Plano de Lavra (PL) e Plano Ambiental de Recuperação Paisagística (PARP). A definição de uma caução, no PARP, com critérios de cálculo previamente definidos é outro dos aspetos que este decreto vem introduzir e clarificar. Este decreto abre também a possibilidade de as pedreiras ilegais se regularizarem sobre critérios e prazos bem definidos.

O Decreto-Lei 270/2001 (Diário da República nº 232, 2001) assenta a sua execução num dos seus anexos, Anexo VI, que define os diversos documentos e acções a apresentar para o licenciamento da pedreira. No entanto, este “regulamento” tornou-se um “fardo” muito pesado dado que solicita demasiados documentos e acções, que podem parecer normais para pedreiras de grande dimensão, mas não o são para as de menor dimensão, como é o caso das de pedra de calçada. Nalguns casos torna-se um investimento demasiado elevado e por vezes impossível de concretizar por condicionalismos da própria pedreira.

A obrigatoriedade de adaptação das pedreiras já licenciadas à nova legislação, com prazos definidos, levou a que se criassem algumas dificuldades a determinados setores, aumentando assim a contestação a este decreto. No setor das pedreiras de pedra de calçada, foi criada legislação específica para o licenciamento quer de pesquisa quer de exploração, com a Resolução 40/2003, minimizando alguns dos problemas sentidos com a nova legislação.

Em 2007 saiu a mais recente Lei de Pedreiras – Decreto-Lei 340/2007 de 12 de Outubro (Diário da República nº 197, 2007). Este Decreto republica a anterior e introduz importantes alterações e inovações. A divisão das pedreiras em 4 classes relacionadas com dimensão e volume de extração, é a alteração mais significativa e com um impacto importante na regulação da atividade. A clarificação dos aspetos relacionados com a atribuição da direcção técnica assim como a obrigatoriedade de elaboração do Programa Trienal, são também dois aspetos introduzidos na nova lei e considerados uma evolução bastante positiva da legislação.

A ocorrência de resíduos resultantes da exploração de depósitos minerais é regulada pelo Decreto-Lei 10/2010 (Diário da República nº 24, 2010). O Decreto-Lei 46/2008 (Diário da República nº51, 2008), que regula os Resíduos de Construção e Demolição (RCD), também aborda a recuperação das pedreiras como uma das alternativas para a deposição deste tipo de resíduos. Assim, faz uma incursão sobre a atividade, abrindo uma boa possibilidade para a resolução de dois problemas de uma forma controlada e reconhecida legalmente.

A higiene e segurança sofreram igualmente uma evolução na legislação aplicável significativa, tendo sido publicado em 2006 o Decreto-Lei 182 (Diário da República nº 172, 2006) que está atualmente a regular a atividade.

A esta panóplia de legislação é ainda de referir a existência de outro tipo de regulamentação de carácter local, os Planos Directores Municipais (PDM), que não são mais do que um sistema de ordenamento do território, mas com particularidades e

atualizações locais, tendo em conta as especificidades do território e da geografia local. Este instrumento publicado em Diário da República, sendo os da primeira geração da década de 90, com revisão prevista de 10 em 10 anos, é elaborado localmente, apesar da necessidade de enquadramento num bloco nacional que lhe dê continuidade. Os PDMs podem ser em casos pontuais, mas de necessidade reconhecida, suspensos ou parcialmente suspensos e alterados.

A estrutura destes planos centra-se na organização e ordenamento do território, considerando os diversos recursos existentes, não só os geológicos, mas também os de cariz ambiental e paisagística, os agrícolas, as estruturas construídas e planeadas, o tecido urbano e industrial existente e outros aspetos singulares de cada local. Assim, este documento organiza e estabelece condutas de utilização definida dos locais, condicionando e limitando a utilização do território local para a indústria extrativa, nos locais previamente definidos. Os PDMs, com o seu regulamento específico e particular, têm uma importância e um papel muito importante na regulação e localização das pedreiras, sendo uma das primeiras ferramentas a consultar e utilizar para dar início ao processo de licenciamento.

Para além da legislação diversa apresentada, existe ainda uma série de figuras reguladoras, que poderão ser consideradas na atividade extrativa, podendo mesmo ter um papel preponderante na viabilização da atividade, no entanto este tipo de figura possui regras e regulamentos próprios mais específicos, e por isso se considera de menor importância para o desenvolvimento deste trabalho.

2. Licenciamento de pedreiras

A legislação que regula o setor extrativo dos Recursos Minerais Não Metálicos, Massas Minerais, abrange diversos campos da atividade, desde a segurança e higiene ao ambiente, passando pelo licenciamento e simples regulação da exploração. Assim, para além da legislação base, esta atividade é também regulada por diversos outros decretos das diversas áreas que interessa aqui apresentar para melhor perceber o enquadramento e as regras que são definidas a todos os exploradores.

2.1 Decreto-Lei 340/07 de 12 de outubro

A Lei das Pedreiras actualmente em vigor, Decreto-Lei nº 340 de 2007 de 12 de Outubro, é apenas o resultado final num longo trajeto de evolução da regulamentação da atividade extrativa em “pedreiras”. Este Decreto-Lei, que republica

a lei 270/01 é o eixo que orienta o licenciamento das pedreiras, acompanhado de diversos decretos acessórios.

Cativação de áreas

A cativação de áreas para a exploração de massas minerais, é considerada neste decreto, partindo do Decreto 90/90 (Diário da República nº 63, 1990) mas também por condicionalismos regulados neste decreto. As áreas serão definidas e caracterizadas em despacho do ministro e finalmente delimitadas em Plano Director Municipal.

Estas áreas permitem salvaguardar recursos importantes para a economia regional ou mesmo nacional, permitindo, mas simultaneamente regulando, o licenciamento nestes locais.

Relacionamento com terceiros.

A instalação e evolução de uma pedreira obedece a determinadas regras para salvaguardar terceiros. As zonas de defesa e especiais de defesa, são definidas quando é definida a área cativa ou através do anexo II deste Decreto. Neste anexo, estão definidas as distâncias a manter da bordadura da escavação a diversas estruturas a proteger ou simplesmente a prédios (terrenos) confinantes.

Podem ser definidas zonas de defesa especiais, por portaria de Membros do Governo, considerando-se essencial a criação dessas mesmas zonas de forma a reforçar a proteção em torno de alguma estrutura. De igual forma, poderão ser criadas condições para a expropriação de um terreno para a instalação de uma pedreira, quando se considere de interesse público a viabilização da mesma e caso o proprietário não apresente condições próprias de exploração ou negue a concessão.

Localização e licença

Para a obtenção de uma licença de pesquisa ou para a instalação de uma pedreira, será necessária a obtenção de um Parecer Prévio de Localização, com excepção dos projectos alvo de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA). Este parecer é emitido pela entidade que avalia e tem poderes de aprovação do Plano Ambiental de Recuperação Paisagística (PARP). Caso o projecto se situe em área cativa ou em zona especial de ordenamento, será a Câmara Municipal a emitir o Parecer de Localização.

A emissão de uma licença faz com que cesse os efeitos da Certidão de Localização. Esta licença, que poderá ser de Pesquisa ou de Exploração, define quer o tipo de massa mineral quer a área de intervenção. A Licença de Pesquisa é válida

por 1 ano, podendo ser prorrogada por mais 1 ano. Apenas ao titular da Licença de Pesquisa em vigor é autorizada o Licenciamento de Exploração, no entanto não lhe é permitida a venda ou alienação das substâncias extraídas durante os trabalhos de pesquisa. As Licenças de Exploração são atribuídas às pedreiras, sendo estas enquadradas numa classe consoante as dimensões e capacidade produtiva. A entidade licenciadora varia consoante a classe (Tabela II.1).

Tabela II.1 – Classe de pedreiras e entidades licenciadoras, com base em dados do Decreto-Lei 340/07 de 12 de outubro.

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Tipo		Subterrâneas ou mistas	Céu aberto	De calçada e laje
Dimensão	Superior a 25 há	Céu aberto inferior a 25 ha e superior a 5 há	Inferior a 5 ha	Inferior a 5 ha
Utilização de explosivos		Superior a 2000 Kg	Até 2000 Kg	Até 2000 Kg
Produção		Pode exceder 150000 t/ano	Inferior a 150000 t/ano	Inferior a 150000 t/ano
Profundidade de escavação		Superior a 10 m	Inferior a 10 m	Inferior a 10 m
Número de trabalhadores		15	Inferior a 15	Inferior a 15
Entidade licenciadora de pesquisa	DRE	DRE	DRE	DRE
Entidade licenciadora de exploração	DRE	DRE	Câmara Municipal	Câmara Municipal

Contratos: Licença e exploração

A existência de acordos com proprietários está prevista sob a forma de contratos, sejam eles de pesquisa ou de exploração, podendo também ser efectuado um contrato que inclua as duas atividades. Este contrato deverá ser realizado sob a forma de escritura pública. A duração dos contratos deverá ser de 1 ano, renovável por períodos de igual duração para a Pesquisa e de 4 anos para a Exploração, podendo também ser renovado por períodos de igual duração.

A realização de contratos de pesquisa ou exploração prevê a existência de contrapartidas financeiras para o proprietário. Estas contrapartidas deverão ficar sob a forma de renda anual fixa, acrescida de um valor variável associado ao volume da produção. No entanto, podem ser acordadas entre as duas partes outras formas de contratualização.

Licença de pesquisa

Para a obtenção da Licença de Pesquisa é necessária a apresentação de documentação diversa, desde documentos de posse do terreno ou o contrato com proprietário até à documentação associada ao plano de pesquisa, onde se inclui o descritivo dos trabalhos e da zona de pesquisa. Para a execução dos trabalhos previstos, deve estar considerada a utilização das melhores técnicas disponíveis, minimizando os impactes associados e repondo algumas alterações que possam ter sido criadas pelos trabalhos efectuados.

Licença de exploração

Quando é solicitada a licença de exploração, deverão ser entregues os documentos necessários à instrução do processo. Estes passam por documentos de titularidade do terreno ou contrato com proprietário, plantas de localização diversas com a implantação do projecto, certidão do parecer de localização, termo de responsabilidade do Responsável Técnico e todos os documentos técnicos associados ao Plano de Pedreira previstos no anexo VI do Decreto-Lei 340/07 (Diário da República N°197, 2007). Caso o projecto seja alvo de Avaliação de Impacte Ambiental, também o Estudo deve ser fornecido nesta fase.

Após a atribuição da licença, existem alguns prazos para a apresentação de mais algumas informações relativas ao desenrolar do projecto. Inicialmente será necessária a aceitação das condições definidas pela entidade licenciadora, onde se inclui a caução. A apresentação do comprovativo de prestação de caução e

posteriormente a apresentação do Programa Trienal, são os últimos passos para a conclusão do processo de obtenção da licença de exploração.

Após a obtenção da licença de exploração, a pedreira será alvo de vistorias, que deverão acontecer nos primeiros 180 dias, e sucessivamente em períodos de três anos para avaliar a implementação dos programas trienais. Também para o encerramento da pedreira será efetuada uma vistoria pela entidade licenciadora.

Exploração e recuperação de pedreiras

Para que se proceda à exploração e posterior recuperação de uma pedreira, deverá estar elaborado e aprovado o Plano de Pedreira, que engloba o Plano de Lavra (PL) e o Plano Ambiental de Recuperação Paisagística. Deverá estar sempre presente a premissa da utilização das melhores técnicas disponíveis (MTD) e também deverá ser considerada, na recuperação, a possibilidade de utilização de solos ou rochas não contaminados provenientes da construção (RCD).

A existência de um responsável técnico no acompanhamento da exploração é obrigatória e fundamental, estando este cargo associado a pessoas com formação específica em área considerada adequada. Este responsável, responde solidariamente com o explorador pela execução do Plano de Pedreira. No caso das pedreiras de classe 3 e 4, a responsabilidade técnica pode ser assumida por pessoa com idoneidade reconhecida pela entidade licenciadora mas com pelo menos cinco anos de experiência.

As boas regras de exploração indicam que a exploração deverá ser efectuada de cima para baixo, devendo ser deixada uma margem decapada de pelo menos 2 metros em torno da escavação. A sinalização da pedreira deve responder às necessidades dos operadores de máquinas, com indicações da forma de circulação e identificação dos locais de perigo. Deve também informar terceiros, da atividade e dos perigos existentes no local, assim como as normas de segurança que devem ser cumpridas e equipamentos de protecção individual a utilizar.

A recuperação e encerramento da pedreira deve ser comunicada à entidade licenciadora, no entanto os trabalhos de recuperação devem acompanhar os trabalhos de extração na medida do possível.

O acompanhamento dos trabalhos de exploração é fundamental para obter o máximo de informação sobre a atividade e a execução do Plano de Pedreira. O responsável técnico e o explorador devem enviar para a entidade licenciadora, todos

os anos até ao final do mês de abril, dados estatísticos com informação sobre a produção e relatório técnico com informações sobre a evolução do Plano de Pedreira e respectivos consumos. Por este relatório é facilmente perceptível a evolução dos trabalhos de recuperação, mas também a execução do programa trienal.

A existência de caução é obrigatória e consiste na apresentação de qualquer meio idóneo aceite em direito – garantia bancária, depósito, seguro-caução – que garanta o pagamento imediato de qualquer quantia previamente definida. Esta caução é a favor da entidade responsável pela aprovação do PARP e será accionada quando for considerado incumprimento do PARP.

A caução é calculada com base nas fórmulas identificadas no número 5 do Artigo 52º do Decreto-Lei 340/07.

Fiscalização da pesquisa e exploração

As atividades de pesquisa e exploração estão sempre sujeitas a fiscalização. A entidade responsável pela fiscalização de carácter administrativo e de cumprimento das disposições legais é a Câmara Municipal, as autoridades policiais e a Autoridade de Segurança Alimentar e Económica (ASAE). Já a fiscalização de carácter técnico, de acompanhamento do Plano de Pedreira, é da responsabilidade das entidades responsáveis pela sua aprovação em ligação com a entidade licenciadora.

Durante a fiscalização efetuada a uma pedreira, o explorador ou responsável técnico deverão facultar todos os documentos relacionados com a licença de exploração, assim como deverão permitir o acesso a todos os anexos e a verificação de todos os meios técnicos usados na pedreira.

2.2 Decreto-Lei 162/90 de 22 de maio

O Decreto-Lei 162/90 de 22 de Maio (Diário da República N°117, 1990) revoga o Decreto-Lei 18/85 e apresenta no seu Anexo I uma importante ferramenta de regulação da atividade, o Regulamento Geral de Segurança e Higiene no Trabalho nas Minas e Pedreiras.

Este regulamento apresenta as condições, regras e procedimentos para a implantação de uma pedreira e seu funcionamento em segurança. Ao longo dos diversos artigos, faz-se inicialmente uma abordagem mais centrada sobre as explorações subterrâneas. No entanto existem alguns pontos comuns como é o caso das obrigações da entidade patronal e dos trabalhadores.

No Capítulo XVII – Exploração a Céu aberto, o ponto central são as minas e pedreiras, onde surgem vários artigos a orientar as áreas de intervenção numa exploração. O método e tipo de exploração, a utilização de explosivos, a criação de zonas de circulação, o equipamento de extração e respetiva inspeção e a sinalização, são os pontos individualizados e caracterizados neste capítulo.

No Capítulo XIX – Protecção da saúde e da integridade física dos trabalhadores, são apresentadas várias secções que definem os aspetos a considerar para uma exploração segura. Na Secção II – Agentes químicos, físicos e biológicos, são definidos alguns limites para estes aspetos, como é o caso das poeiras. Na Secção III – Prevenção, são considerados alguns aspetos sobre os quais deve ser feito um trabalho preventivo, no sentido de minimizar algumas ocorrências e problemas já conhecidos do setor como é exemplo a ocorrência de poeiras.

Secção IV – Protecção individual, é abordada considerada essencialmente a informação, formação, e o fornecimento de equipamento individual como a chave para se salvaguardar este aspecto.

No Capítulo XX – Primeiros socorros e salvamento, estão definidas e caracterizadas as condições necessárias para uma boa resposta na prestação de socorro e salvamento em caso de acidente. São assim definidos limites e correspondentes meios necessários para uma resposta eficaz.

Anualmente é efectuado um mapa de acidentes que deverá ser enviado para a entidade licenciadora.

2.3 Legislação diversa

Os dois decretos apresentados nos pontos anteriores são a base da regulamentação da exploração de pedreiras. No entanto, existe mais legislação que regula o setor, dependendo do enquadramento, da situação e características da própria pedreira. Assim, enumeram-se também aqui alguns dos regulamentos ou decretos que poderão ser usados no processo de licenciamento ou no decurso dos trabalhos de exploração de uma pedreira:

- Plano Director Municipal (PDM) – É um regulamento municipal que define a utilização do solo no concelho;

- Decreto-Lei 90/90 – Regime geral dos Recursos Geológicos (Diário da República N° 63, 1990);

- Decreto-Lei 73/2009 – Aprova e define o regime jurídico da Reserva Agrícola Nacional (RAN) (Diário da República Nº 63, 2009);
- Decreto-Lei 166/2008 – Aprova e define o regime jurídico da Reserva Ecológica Nacional (REN) (Diário da República Nº 162, 2008);
- Decreto-Lei 69/2000 – Aprova e define o regime jurídico da Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) (Diário da República Nº 102, 2009).

3. Pedreiras dos Olhos de Água e Alva Pataias – Enquadramento legal

As pedreiras objeto de estudo são duas pedreiras licenciadas há já alguns anos, tendo por isso o licenciamento sido efectuado segundo alguma legislação já revogada. No entanto, dando resposta aos requisitos legais e a solicitações das entidades licenciadoras ou com responsabilidade no setor, a empresa exploradora – CIBRA – tem vindo a adaptar estas pedreiras à legislação atual. Têm sido também tomadas medidas no sentido de salvaguardar os recursos geológicos e minimizar os impactes decorrentes das explorações.

3.1 Pedreira dos Olhos de Água

A Pedreira dos Olhos de Água, com número de cadastro 203-A, tem data de licenciamento de 4 de fevereiro de 1984, tendo a licença sido emitida pela Direcção de Serviços Regionais de Lisboa da DGGM (retirado de arquivo interno da CIBRA). Contudo, já em 1976 existiam alguns elementos que parecem indicar a atividade nesta exploração. A sua licença foi adaptada para a legislação actual, segundo o artigo 63º do Decreto-Lei 270/01.

Inicialmente a pedreira dispunha de uma área de 260 000 m² com mais 80 000 m² contratados com a Junta de Freguesia de Pataias. A exploração é a céu aberto, por degraus direitos, sendo o desmonte realizado com recurso a uso de explosivos, estando há já alguns anos com laboração suspensa.

3.2 Pedreira de Alva de Pataias

A Pedreira de Alva de Pataias tem o número cadastral 2031, com data de licenciamento de 4 de julho de 1994, tendo a licença sido emitida pela DRIE de Lisboa e Velo do Tejo (retirado de arquivo interno da CIBRA). Em 2005 foi aprovada a

adaptação desta pedreira à nova legislação, segundo o artigo 63º do Decreto-Lei 270/01

Esta pedreira é a céu aberto, sendo o desmonte feito por patamares, com recurso a explosivos, que são introduzidos em furos previamente abertos por máquinas de perfuração. Está actualmente em laboração, estando a ser extraídos calcários brancos, cinzentos e também argilas com gesso que ocorrem na zona Sudoeste da pedreira.

Estas duas pedreiras ocupam uma área total de cerca de 66 ha, tendo-se desenvolvido um trabalho de ampliação da área de exploração para 180 ha, o que corresponderia a um potencial de exploração de 135 anos. Nesta área incluem-se as duas licenças de exploração, e do trabalho consta a realização de um Estudo de Impacte Ambiental realizado entre 2004 e 2005, do qual consta também a análise da situação ambiental atual e da evolução após a execução do projeto.

A ampliação da área de exploração vem no seguimento da aprovação de uma área de Reserva Geológica, publicada pelo Decreto Regulamentar 40/2002, onde é salvaguardado o aproveitamento de calcários cinzentos e brancos, areias e argilas. Esta Reserva Geológica tem uma área de 259.4 ha, apresentando assim um grande potencial de expansão para as pedreiras.

O Plano Director Municipal que regula a zona é o do Município de Alcobaça, publicado pela Resolução do Conselho de Ministros número 177/97 de 25 de novembro /Diário da República N° 248, 1997). Este PDM não apresenta condicionantes agrícolas, isto é, não existem solos classificados como de aptidão agrícola na área de influência das pedreiras. A Pedreira de Alva de Pataias apresenta uma zona de extração situada sobre Reserva Ecológica Nacional.

O PDM de Alcobaça ainda não inclui a Reserva Geológica referida, uma vez que ainda não foi revisto desde a sua publicação original. Está apenas agora em fase de revisão, devendo na sua versão final constar a referida Reserva.

III. Georrecursos: Importância e utilização dos calcários brancos

A ocorrência de uma jazida de calcário com características particulares, faz desse local um ponto de convergência de interesses. Na freguesia de Pataias, essa confluência de interesses ocorre nas jazidas de calcários brancos, considerado um lugar de interesse geológico, mas acima de tudo de importância relevante para o setor da indústria extrativa (Velho *et al.*, 1998). O calcário, com as diversas variações que apresenta, é uma rocha cuja utilização é bastante diversificada, sendo difícil encontrar outra que possibilite tantas utilizações (Manuppella, G. *et al.*, 1981; Costa, J. R. G. *et al.*, 1988).

O interesse sobre a identificação e caracterização dos calcários brancos locais, levou a que, ao longo dos anos, tivessem sido desenvolvidos diversos trabalhos na área da investigação geológica, para dar respostas ao importante setor da indústria extrativa e correspondente indústria transformadora. A evolução registada nos processos de exploração e utilização da matéria-prima, é também o resultado dos trabalhos de investigação e aumento significativo do conhecimento sobre este recurso, e em particular da jazida local.

A jazida de Pataias apresenta características singulares, quer pela estrutura geológica onde se insere quer pelas características do calcário local. Assim, interessa aqui efetuar e aprofundar a abordagem sobre as características do calcário, mas também a utilização que lhe tem sido dada ao longo da história.

1. Calcários

O calcário é uma rocha sedimentar constituída essencialmente de Calcite (CaCO_3). Por vezes, dependendo da origem e das condições associadas à sua formação, podem surgir outros minerais de igual importância, a Aragonite e a Dolomite (Carvalho, A. M. G., 2006).

Os calcários podem apresentar estruturas bastante complexas e com alguma diversidade, tendo em conta a sua génese. Apesar da sua formação ser maioritariamente em meio marinho, podem também ter origem em meios de águas doces de baixa profundidade, sendo que em ambos os casos se formam por precipitação ou acumulação de organismos com esqueleto calcário. Desta forma

podem ser consideradas três categorias de calcários, com base na sua gênese: os calcários orgânicos (são o resultado da atividade biológica), os calcários de origem bioquímica ou físico-química (formados por precipitação de carbonato de cálcio) e os calcários de origem detrítica (cimentação de material carbonatado). Tendo em conta as géneses apresentadas, podem apresentar-se os seguintes exemplos: calcários comuns, recifais, oolíticos, travertinos, cré, estalactites e estalagmites. Importa referir que:

- Os calcários comuns não apresentam uma cristalização única, muito clara, são compactos e podem apresentar tonalidades diversas;

- Os calcários recifais resultam da união de restos de coraliários unidos por cimento natural calcário;

- Os calcários oolíticos resultam da precipitação da calcite em corpos concêntricos em torno de partículas suspensas na água;

- Cré é uma rocha pulverulenta, constituída por conchas miúdas e outros materiais, unidos por cimento calcário;

- Travertinos são calcários cristalinos;

- Estalagmites e estalactites são calcários que resultam da precipitação de carbonato de cálcio, nas zonas de circulação de água. Têm forma cónica e elevam-se do chão ou pendem do teto respetivamente;

- Tufos calcários que se formam por precipitação de carbonato de cálcio associado com matéria orgânica resultante da decomposição de vegetais;

Os calcários são essencialmente constituídos por calcite, no entanto a ocorrência de dolomite também é frequente, passando assim a denominar-se de calcário dolomítico ou mesmo dolomito, consoante a percentagem de dolomite que apresente. O aparecimento de impurezas, essencialmente de cariz argiloso, em mineral ou mesmo veios finos a intercalar, dá origem a outra denominação, a marga, caso a percentagem de argila seja entre 35 a 50 %.

A utilização dos calcários é bastante diversa, estando condicionada pela composição base e pelo seu comportamento e resposta ao processo de transformação industrial. A utilização nos agregados e nas rochas ornamentais assume uma posição de destaque, não sendo de desprezar os consumos na produção de Cal. Assim as utilizações mais frequentes são:

- Produção de cimento;

- Produção de Cal;
- Agrícola, como corretivo de pH;
- Rocha ornamental.

No local em estudo, os calcários existentes são brancos. Esta característica confere a este recurso a possibilidade de utilização na produção de cimento branco e cal, tendo sido este o uso ao longo dos anos. Existem também alguns locais onde os calcários são de menor pureza, com contaminações, dolomitizados ou carsificados, e cuja utilização é menor ou bastante condicionada.

2. Dados históricos: Jazida e utilização

O concelho de Alcobaça, e em particular a freguesia de Pataias, apresenta uma jazida de calcário de dimensão significativa e cuja ocorrência ganha importância, em especial para a indústria cimenteira, devido às características particulares do calcário. Estes “Calcários brancos”, são e têm sido ao longo dos anos, a principal matéria-prima utilizada na produção do denominado “Cimento branco” pela Companhia Portuguesa de Cimentos Brancos em Pataias (CIBRA), mas também na produção de Cal, por particulares, tão frequente neste local e onde ainda hoje se podem encontrar diversas edificações utilizadas para tal produção – Fornos de Cal.

2.1 As pedreiras e a Fábrica da CIBRA-Pataias

Até finais da década de 70 do século passado, a localização de algumas fábricas estava sempre condicionada pela existência de matéria-prima para a sua laboração nas imediações, uma vez que os meios de transporte eram bastante rudimentares e assim era muito difícil abastecer estas unidades. Onde existia uma fábrica, quase sempre existia o local de extração respetivo dentro das próprias instalações ou nos terrenos envolventes.

A existência da jazida de calcários brancos na região de Pataias era já conhecida uma vez que existem registos históricos que fazem referência a este local como um dos locais onde foi produzida cal hidráulica, cuja matéria prima são os referidos calcários, utilizada na construção do Mosteiro da Batalha (construção iniciada no século XIV).

O aprofundar do conhecimento sobre a jazida, com recurso à realização de vários testes sobre os calcários e areias, em simultâneo com o aumento de interesse

sobre a instalação de uma unidade produtora de cimento branco, levou a que ainda na primeira metade do século 20 se construísse a Fábrica de Cimentos Brancos de Pataias da CIBRA (Companhia Portuguesa de Cimento Branco) (Retirado de arquivo interno e histórico da CIBRA).

Em Portugal, esta fábrica foi o culminar de várias tentativas de produção de cimento branco, que muitas vezes falharam devido a fraca qualidade da matéria-prima, falhas no processo produtivo ou por questões económicas. Contudo, este foi um projeto mais consistente e fundamentado, tendo-se iniciado a sua execução em 1946, para em 1949 se ter começado a produção de cimento branco. O consumo de cimento branco, no Portugal da época, era de cerca de 8 a 10 mil ton./ano, sendo este maioritariamente importado. Desta forma, com o arranque desta fábrica, o consumo nacional ficou assegurado pela produção desta unidade fabril.

O projeto foi inicialmente concebido e implementado para a produção de 10000 ton./ano; no entanto, em 1956, foi instalada uma nova linha de produção, tendo a capacidade aumentado para 160000 ton./ano. A partir deste momento foi também incluída a produção de cimento cinzento, aumentando também assim a rentabilização do equipamento.

Em 1961, a CIBRA adquire a propriedade de Alva de Pataias, com o objetivo de aumentar a exploração já existente, mas também com a pretensão de aí se efetuarem algumas construções, umas fabris e outras de cariz social.

As pedreiras atualmente licenciadas e com exploração efetiva são as pedreiras “Olhos de Água” e “Alva de Pataias”, apresentando estados de exploração diferentes, uma vez que a de Olhos de Água está atualmente em suspensão de lavra.

A Pedreira de Olhos de Água terá sido o local onde inicialmente se extraiu calcário para abastecer a fábrica, com licenciamento datado de 1984, embora que já existam elementos sobre a exploração e contactos com o governo, anteriormente a esta data. A localização desta pedreira, mesmo na periferia da fábrica e com acessos fáceis e rápidos, conferia-lhe grande interesse. No entanto com a evolução e aumento do controlo quer de qualidade quer de exigência sobre os produtos, o material extraído deste local começou a ser preterido pelo extraído noutras locais onde a matéria-prima é de maior regularidade e qualidade – Pedreira de Alva de Pataias. Desta forma, os trabalhos de exploração foram suspensos neste local há vários anos.

A Pedreira de Alva de Pataias apresenta uma atividade de exploração bastante significativa, visto ser uma pedreira de grande dimensão e onde é possível encontrar

os calcários brancos, mas também os cinzentos, argilas, areias, tudo matérias necessárias à produção de cimento.

Esta pedreira foi licenciada em 1994, tendo desde esta data evoluído bastante os trabalhos de extracção, uma vez que neste local se conseguem extrair os matérias de melhor qualidade para a produção do cimento branco. A área disponível licenciada, mas também a ausência de outro tipo de obstáculo a condicionar a exploração, têm permitido uma extracção bem programada e adaptada quer ao meio envolvente quer à matéria-prima e tipo de jazida.

2.2 Fornos de cal

A existência de fornos de cal e conseqüente produção da mesma, é conhecida há muitos anos, como comprova a referência desta atividade na “Carta da Povoação de Maiorga” de 1303 (Natividade, 1960). Também é de realçar a importância da atividade neste local, que assume uma importância significativa, quando na segunda metade do século XIX, o concelho de Alcobaça se apresentava como um dos concelhos do distrito de Leiria com maior quantidade de fornos em atividade.

A importância desta atividade é também verificada pelas referências existentes em regulamentos ou diplomas oficiais, como é o caso do “Código de Posturas da Câmara Municipal de Alcobaça, de 1885 (Câmara Municipal de Alcobaça, 1885).

A localização bastante concentrada de diversos fornos em torno da fábrica da CIBRA, é um indicador da existência de matéria-prima no local, no entanto é de assinalar a existência de mais fornos de cal dispersos por outras povoações, como é o caso da povoação de Castanheira, próximo da Ribeira de Cós. Também próximo da Marinha Grande foram identificados alguns fornos de cozer cal, usufruindo estes do benefício da permissão de utilização de restos de madeira existente no Pinhal do Rei, ficando assim o combustível gratuito e de fácil acesso e proximidade.

No local objeto de estudo, para além da existência de matéria-prima de qualidade e em quantidade, também a existência de combustível, conferia as características necessárias para a instalação deste tipo de atividade. Atualmente, os vestígios desta indústria ainda estão bem presentes, uma vez que facilmente se encontram edifícios, restos de edifícios ou estruturas colunares (pilares), que são os fornos ou edifícios de apoio aos mesmos (Figuras III.1 e III.2). O grande número destas edificações, confere ao local as condições para a criação de um núcleo museológico ou simplesmente um centro interpretativo desta importante atividade.



Figura III.1 – Ruína de Forno de cal junto da Fábrica de Cimento da CIBRA em Pataias.

A produção de cal é uma atividade de longa data, no entanto os fornos não apresentaram grandes modificações ou evoluções ao longo dos anos. Têm forma tipo barril, com estreitamento no topo, estando o forno alinhado a sul de forma a que a entrada esteja protegida dos ventos dominantes. Estes apresentam altura entre os 4.50 m e os 6 m, largura da base entre os 3.70 m e os 4.60 m e uma abertura superior entre os 3.15 m e os 4.10 m (Amzalak, 1953). A base do forno é feita num buraco, previamente escavado, e as paredes de tijolo fraco. Em torno desta parede, é feito um aterro que dá consistência à estrutura.

O portal tem cerca de 2 m de altura e uma largura de 1 m, sendo a parte superior em meio arco ou 2 archetes em pedra talhada a assentar no tijolo. Na parte exterior surgem as copeiras, normalmente 2, onde os forneiros guardavam o farnel e outros pertences.

Os fornos de cozer cal normalmente apresentam um alpendre, por vezes comum a mais do que um forno. É coberto, com telhado de duas águas composto por telha de canudo, a assentar num corpo de colunas de alvenaria e argamassa. Este tipo de pilar é bastante resistente, sendo facilmente observadas várias destas construções nas imediações da fábrica da CIBRA – Pataias (Figura III.2).



Figura III.2 – Pilares de sustentação de estrutura de apoio a Forno de cal junto da Fábrica de Cimento da CIBRA em Pataias.

A durabilidade destes fornos era reduzida, uma vez que o material que constituía as paredes ia-se consumindo e degradando com as várias cozeduras. O combustível usado nestes fornos era o mato e alguma madeira, recuperados das matas envolventes. A recolha deste material era uma tarefa bastante árdua, uma vez que eram necessários entre 80 a 100 cargas (carretos) deste combustível por fornada. Mais tarde começou a ser usado o “motano”, que eram molhos de rama de pinho, também usado nas padarias e no setor cerâmico.

A matéria-prima utilizada para a produção de cal eram os calcários brancos. Estes eram arrancados nas “caboucas” (pedreiras) que ficavam mais próximas dos fornos. A extração era efetuada com a utilização de rebentamentos de pólvora bombardeira (composta por enxofre, carvão de vide ou carrasca e nitrato do chile), complementada com a utilização de martelos e marretas. Eram abertos buracos onde era colocada a pólvora, e após o rebentamento os blocos eram separados com a utilização de alavancas, sendo ainda por vezes necessário a utilização de martelos para a aplicação de pancadas secas e certeiras.

Estas pedreiras podiam situar-se em terrenos particulares, pertencentes aos proprietários dos fornos, ou em terrenos baldios, sendo que neste caso era pago um valor à Junta de Freguesia, ajustado por fornada.

Durante a exploração, os trabalhos de extração não se limitavam ao calcário, uma vez que a intercalar esta matéria-prima surgiam alguns veios de areia e barro. Assim, estes materiais também eram arrancados e transportados para fora das caboucas, servindo algum para fazer aterro em torno dos fornos. Os calcários eram transportados em carros de tração animal, passando mais tarde a ser colocados em vagonetas que circulavam entre caboucas e forno numa linha de comboio de dimensão reduzida – Linha Decauville.

O processo de produção era iniciado com o enchimento do forno – “enforna” ou “empedre”, com blocos de dimensões diversas e colocados de forma a que estes se sustentem uns aos outros mesmo após a queima completa da madeira (combustível). Esta fase era feita com recurso à força humana, enchendo-se o forno fazendo uma construção em forma de abóboda, para posteriormente ser concluída com enchimento por cima (Alarcão, 1978). No topo, junto da parede, era colocado material mais cascalhento e por vezes alguma cal para impermeabilizar e obrigar o calor a chegar às paredes para melhor cozer estas pedras.

O funcionamento destes fornos assentava na separação entre o combustível, madeira e mato diverso, e o calcário. A cozedura era lenta e o fornecimento de combustível era feito de forma contínua até ao final da cozedura, variando o tempo de cozedura com os fatores tão diversos como: humidade e tipo de combustível, quantidade de matéria-prima e também a experiência e conhecimento do forneiro. Em média uma fornada demorava entre 4 a 7 dias a ser cozida.

Após o início da cozedura a pedra apresentava comportamentos diversos, inicialmente e até ao segundo dia esta ganhava volume, provocando um aumento significativo de pressão no forno. Este resistia devido ao aterro e a outras medidas de reforço inicialmente tomadas, como é o caso da colocação de pinheiros sobre o portal, a fazer travamento das paredes. Quando a cozedura se aproximava do final, a pedra começava a perder volume e peso, que a partir de determinados valores permitiam inferir que esta estava cozida. Também a perda de volume com a ausência de saída de fumo, podia ser indicativo de cozedura. No entanto, era sempre necessária uma avaliação por parte do forneiro sobre o grau de cozedura da pedra.

A desenforna era uma das fases mais difíceis da produção de cal, uma vez que aquando da realização desta fase, ainda se registavam temperaturas bastante elevadas no forno e das pedras.

A venda de cal era efetuada à boca do forno, existindo já alguns regulamentos no século XV onde se fazia referência às unidades de medida a usar. Na década de

cinquenta do século passado, começaram a ser construídos alguns armazéns, para guardar a cal, sendo posteriormente vendida para utilizações tão diversas como o fabrico de estuque e argamassas, mas também para a utilização agrícola.

A instalação da linha de comboio em 1888, com a possibilidade de utilização de transporte ferroviário, foi bastante impulsionador para esta atividade, embora que numa fase inicial não tenham sido criadas condições para a carga. Não existia cais de carga e o comboio apenas parava por previa solicitação e acordo (Azambuja, 1998). Entre 1907 e 1908 foi solicitado e criado o cais de carga em Pataias, estabelecendo-se aqui um ponto importante de comércio deste produto (Jornal de Pataias, 1994).

A utilização destes fornos foi sendo progressivamente mais reduzida, quer por falta de mão-de-obra quer pelo facto de esta atividade não ter acompanhado a evolução tecnológica e industrial registada. Assim, a produção de cal, nestes fornos, passou a ser considerada uma atividade essencialmente de cariz artesanal, não existindo neste momento nenhum forno a laborar nas imediações da fábrica da CIBRA em Pataias.

IV. Pedreiras dos Olhos de Água e Alva de Pataias

O centro deste trabalho é a análise da jazida dos calcários de Pataias, inserida na Orla Mesocenoica Ocidental (Figuras I.1 e IV.1). A estrutura e sua gênese, o tipo de rocha existente e suas variedades, o enquadramento geológico e semelhanças com afloramentos ou estruturas semelhantes, são alguns dos tópicos orientadores do estudo e desenvolvidos neste capítulo.

Dada a topografia, bastante aplanada, e a estrutura geológica local, mas também a existência de depósitos arenosos a modelar a superfície, os afloramentos são bastante reduzidos ou mesmo inexistentes. Assim, a existência das duas pedreiras, Olhos de Água e Alva de Pataias (Figura IV.2), é uma mais-valia, uma vez que aqui se observam com bastante clareza e facilidade diversos cortes, perspectivas, direções, diferentes cotas e litologias.

Pela relevância que estas duas pedreiras assumem para o desenvolvimento do trabalho, é apresentada uma análise mais aprofundada sobre as diversas características das mesmas. Os aspetos relacionados com os licenciamentos, a jazida, a evolução e estado atual da exploração, os aspetos ambientais, serão alguns dos pontos abordados neste capítulo. Desta forma será explanado o que tem sido, é e será a evolução dos trabalhos de exploração, tendo em conta o recurso geológico existente e a sua utilização.

Estas duas pedreiras estão situadas próximo da fábrica da CIBRA, em Pataias, concelho de Alcobaça, separadas de cerca de 500 m e perfazendo uma área de exploração de cerca de 180 ha (Figuras IV.2). Apresentam um alinhamento Nordeste-Sudoeste, existindo entre elas alguns pinhais e a estrada nacional nº 242-4. Apesar desta separação, ambas estão inseridas na Área de Reserva Geológica definida em 2002 – Decreto Regulamentar nº 40/2002 de 1 de Agosto (Diário da República Nº 176, 2002), que tem uma área de cerca de 260 ha.

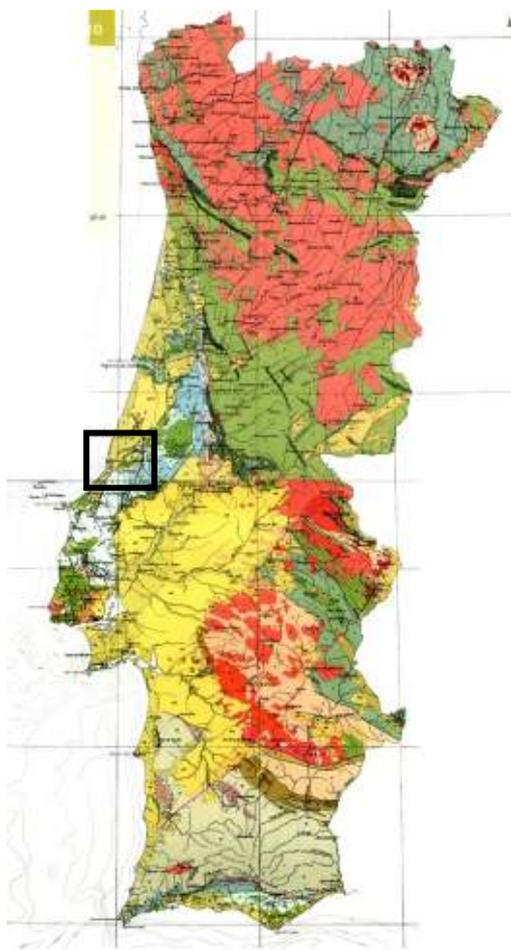


Figura IV.1 – Carta Geológica de Portugal Continental ilustrando a zona em estudo, localizada na Orla Meso Cenozoica Ocidental (disponível em <http://engeoweb.blogspot.pt/2010/10/nova-carta-geologica-de-portugal-11000.html>).



Figura IV.2 – Imagem de satélite (extraída do Google Earth) das pedreiras de Alva de Pataias e Olhos de Água.

O recurso que levou à instalação destas pedreiras neste local são os calcários brancos, inseridos numa mancha datada do Jurássico Médio (França & Zbyszewski, 1963; Zbyszewski & Assunção 1965; Zbyszewski *et al.*, 1961; França *et al.*, 1964) (Figura IV.3). Inicialmente eram utilizados na produção de cal, passando posteriormente a ser usados na produção de cimento. Atualmente apenas a Pedreira de Alva de Pataias está ativa, estando a dos Olhos de Água em reserva, uma vez que apesar da existência dos calcários, estes apresentam algumas características que condicionam a sua utilização – “qualidade inferior e alguma heterogeneidade”.

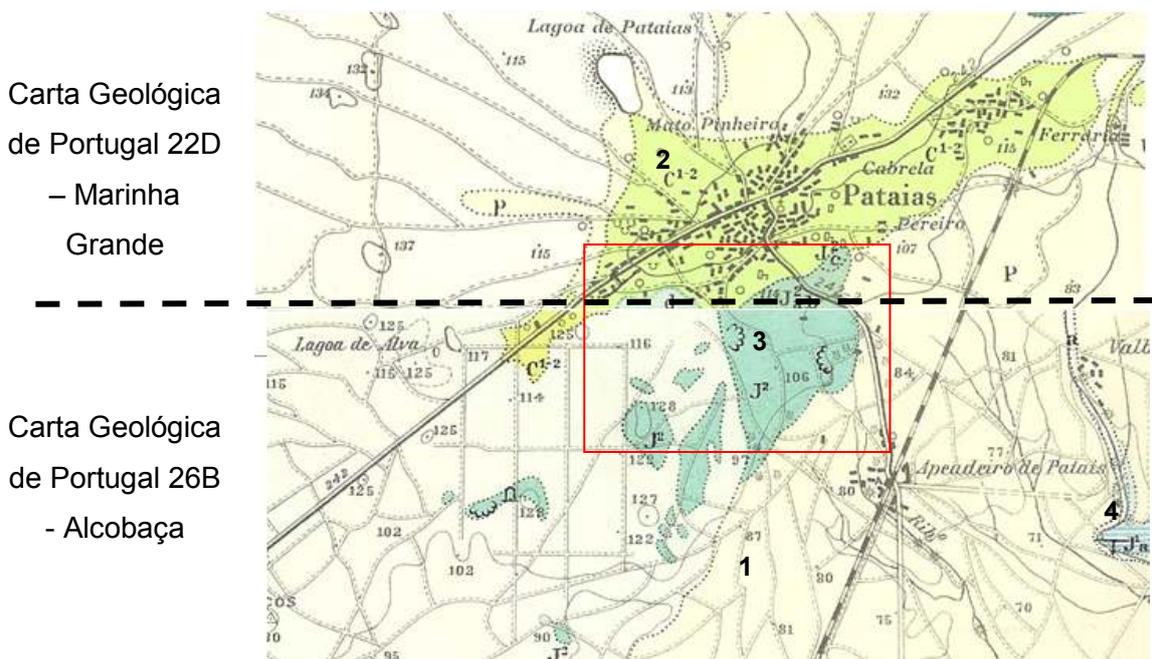


Figura IV.3 – Composição dos extratos das Folhas 22D-Marinha Grande e 26B-Alcobaça da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50 000, ilustrando a geologia da área estudada (retirados de Zbyszewski *et al.*, 1961; França *et al.*, 1964) e onde é possível ver: Plio-Plistocénico Indiferenciado (1); Albiano, Aptiano e possível Neocomiano (2); Batoniano e Bajociano (3); Margas e calcários de Dagorda (4).

1. Enquadramento histórico

As Pedreiras de Olhos de Água (Figura IV.4) e de Alva Pataias (Figura IV.5) surgiram em períodos diferentes, com evoluções também diferentes. Em ambos os casos a origem poderá ter sido as “caboucas” de onde se extraía o calcário para a produção de cal, sendo que no caso da pedreira dos Olhos de Água, ainda existem algumas depressões cuja origem parece ser a extração com essa finalidade.

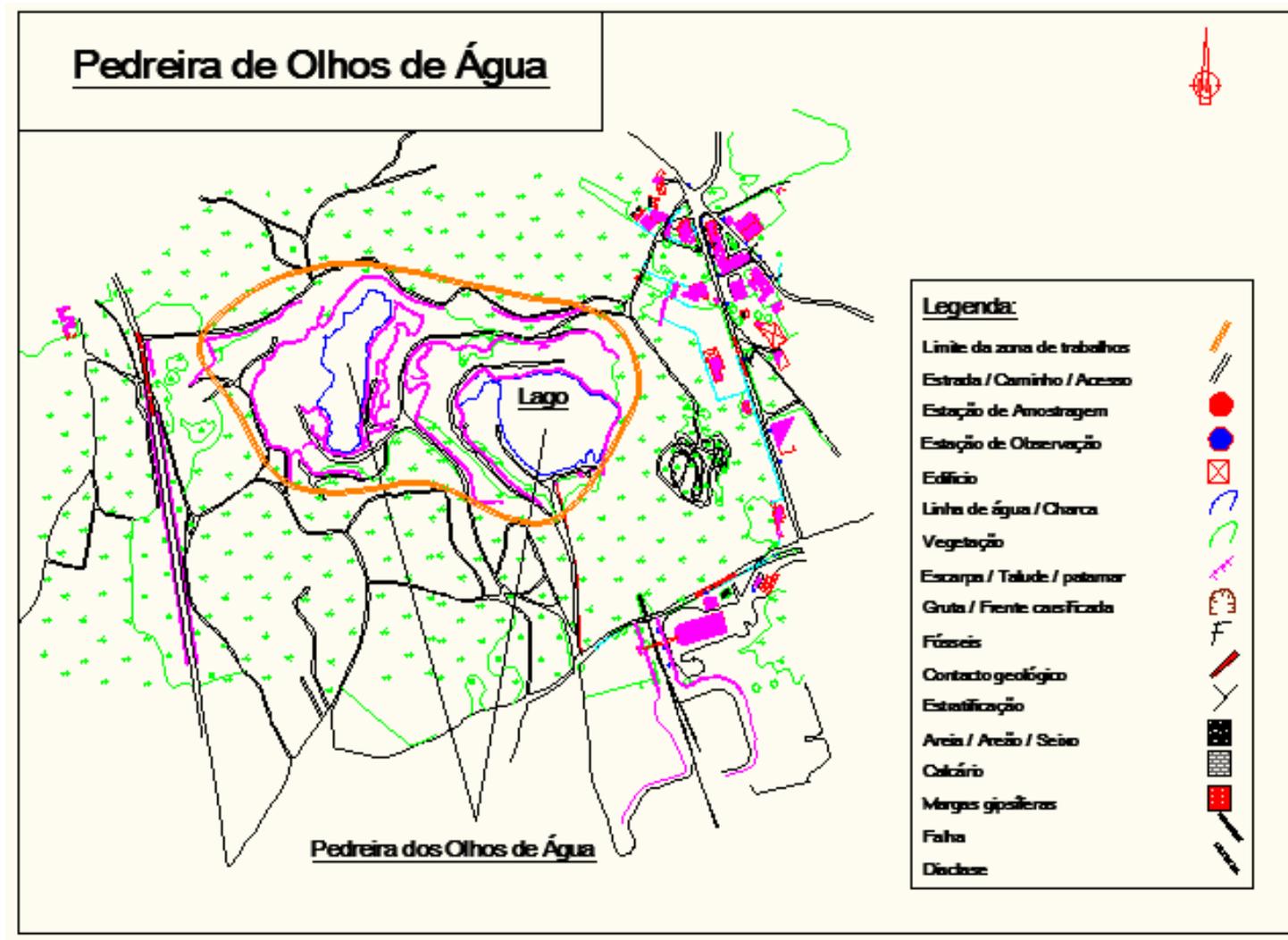


Figura IV.4 – Esboço cartográfico da Pedreira dos Olhos de Água.

Os trabalhos de extração na pedreira dos Olhos de Água (Figura IV.4) foram iniciados no início da segunda metade do século passado, após a instalação da Fábrica de Cimentos Brancos de Pataias – CIBRA, no local (Retirado do arquivo interno da CIBRA). No entanto, existem algumas depressões e buracos quer na envolvente da pedreira quer no interior desta, mas fora da área de extração, que mostram que os trabalhos foram iniciados há mais tempo, com a finalidade de obter a matéria-prima necessária para a produção de cal.

O processo de licenciamento foi concluído na Direção Geral de Geologia e Minas em setembro de 1976 (retirado do arquivo interno da CIBRA); em 1984 também foi registado o licenciamento desta pedreira, com o mesmo número cadastral – 201 A – pela mesma entidade. O licenciamento define que a entidade exploradora é a Cimpor – Cimentos de Portugal E.P., sendo que, da área em exploração, constavam alguns terrenos pertencentes a terceiros, como é o caso da Junta de Freguesia de Pataias, tendo-se celebrado contratos de exploração com estes.

A metodologia de extração definida foi o desmonte a céu aberto, por patamares direitos com alturas a variar entre os 8 e 16 metros, com recurso a explosivos. Atualmente existem 3 patamares bem definidos, devendo existir um quarto patamar que está permanentemente submerso (lagoa), na zona mais baixa da pedreira. Esta pedreira apresenta duas zonas distintas, sendo que numa delas existe um lago bastante profundo, apresentando aqui as cotas mais baixas. O material extraído, após as pegadas de fogo, é retirado da pedreira e colocado no britador situado nas instalações fabris, existindo ainda algumas escombrelas de pequenas dimensões e em diversos locais, que também refletem as variações do calcário dentro da própria pedreira (retirado do Plano de Lavra da pedreira- arquivo interno da CIBRA).

A pedreira encontra-se neste momento com lavra suspensa, estando no entanto em condições de se reiniciarem os trabalhos de exploração, podendo com facilidade dar-se continuidade ao Plano de Lavra aprovado ou efetuar alterações tendo em conta as necessidades do momento e o tipo de calcário necessário. Não estão previstos trabalhos de extração para os anos mais próximos, uma vez que o material extraído da Pedreira de Alva de Pataias responde perfeitamente às solicitações atuais.

A Pedreira de Alva de Pataias (Figura IV.5) apresenta grande dimensão, estando os trabalhos de exploração a desenvolver-se há muitos anos. Esta pedreira já existia quando em 1961 foi adquirida grande parte da propriedade (retirado do arquivo interno da CIBRA). O processo de licenciamento foi concluído em 1994 junto da Direção Regional de Lisboa e Vale do Tejo do Ministério da Economia, tendo-lhe sido

atribuído o número cadastral 2031 (retirado do arquivo interno da CIBRA), ficando a CMP – Cimentos de Maceira e Pataias, como entidade exploradora.

A metodologia de exploração é a exploração a céu aberto, sendo o desmonte efetuado por patamares com recurso há utilização de explosivos. Este é ainda o método utilizado, no entanto a evolução dos métodos de desmonte associados a um conhecimento mais profundo da jazida, levou a que se criassem duas áreas de desmonte distintas, às quais se chamam: “pedreira dos brancos” e “pedreira dos cinzentos”. Para além destes locais de extração da matéria-prima base, ainda se extraem as argilas, na unidade das “Margas da Dagorda” e as areias de duna, que afloram ambas na zona Sul da pedreira (retirado do Plano de Lavra da pedreira - arquivo interno da CIBRA).

A extração na pedreira dos calcários cinzentos e na dos calcários brancos é efetuada por patamares (níveis), apresentando uma evolução normal dos trabalhos de extração, estando ativa e em laboração plena, evoluindo os trabalhos em profundidade, não se descurando o alargamento da mesma caso sejam adquiridas novas parcelas de terreno contíguas à pedreira.

2. Enquadramento ambiental

A legislação atualmente em vigor tem regras bem definidas para as pedreiras, tal como foi bem explanado no Capítulo II deste trabalho, abrangendo as várias fases do processo de exploração. Os aspetos, condicionalismos e parâmetros ambientais, são abordados de forma muito objetiva e exigente, uma vez que os cuidados ambientais a ter aquando da elaboração de um projeto devem ser considerados em igualdade de circunstâncias com os aspetos relacionados com a extração propriamente dita. Desta forma, para que se proceda ao licenciamento da pedreira, deverá ser apresentado o Plano de Pedreira, que é composto por duas partes que se complementam, o Plano de Lavra e o PARP – Plano Ambiental de Recuperação Paisagística. O PARP, tem como principal objetivo a reposição do coberto vegetal, de forma a salvaguardar a estabilidade do meio, criando semelhança ou dando continuidade, entre a zona recuperada e a zona envolvente não intervencionada.

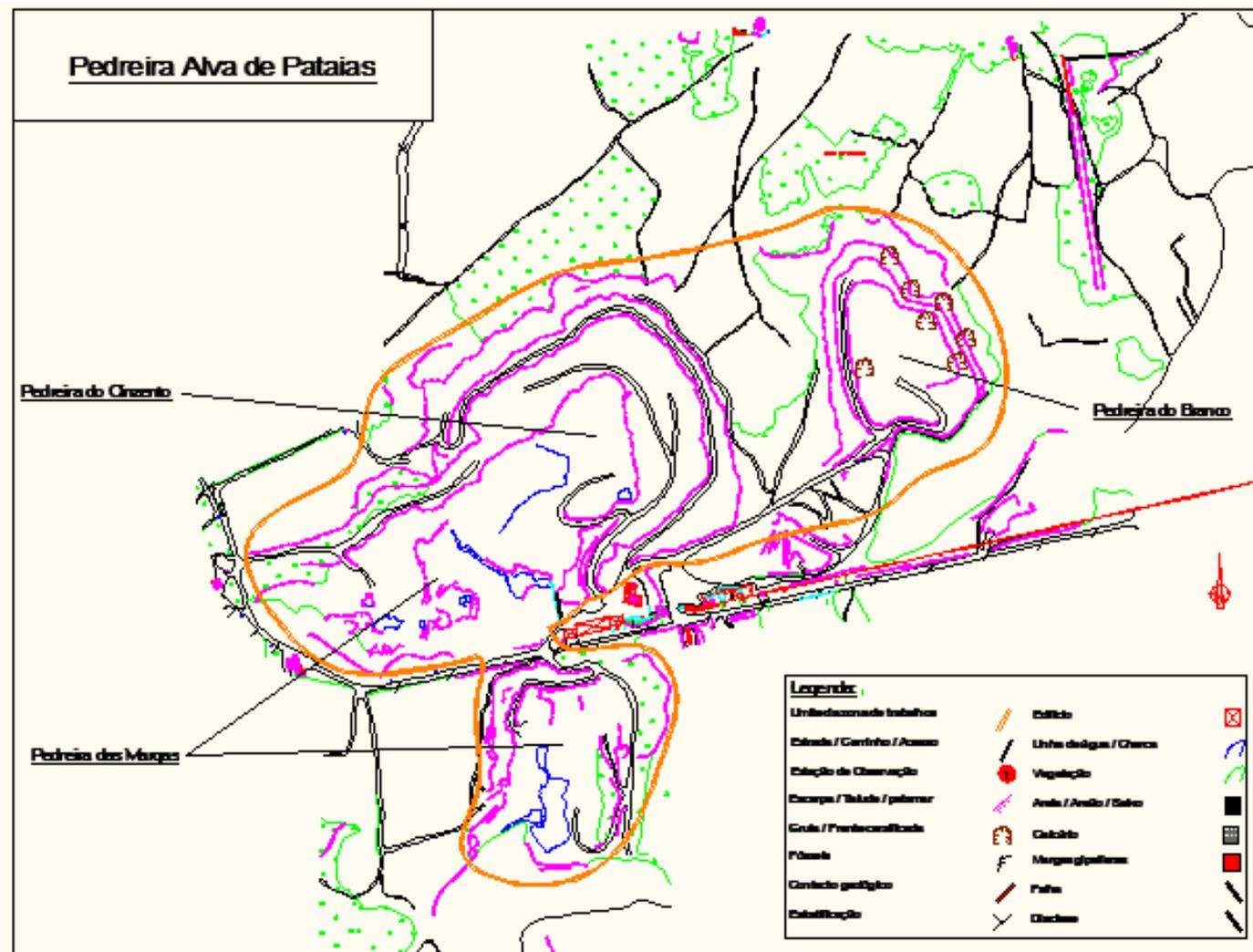


Figura IV.5 – Esboço cartográfico da Pedreira de Alva de Pataias.

Os trabalhos de recuperação são efetuados em ligação com os projetos de biodiversidade definidos para o local, para que todos os aspetos ambientais, que estão interligados, tenham continuidade.

As pedreiras de Olhos de Água e de Alva de Pataias, para além dos planos de recuperação definidos, foram também incluídas nos protocolos efetuados com a Universidade de Évora, que permitiram a realização de algumas ações, em particular sobre a fauna, no sentido de analisar a situação atual, para definir medidas a tomar para minimizar os impactos da atividade extrativa.

2.1 A Pedreira de Olhos de Água

A Pedreira dos Olhos de Água está numa situação intermédia em termos de atividade extrativa, isto é, a pedreira já foi parcialmente explorada, sendo bem visíveis os efeitos desta atividade. No entanto, os trabalhos de extração estão suspensos há mais de uma década. Os efeitos, ou impactos associados a esta pedreira incidem essencialmente em duas áreas: visuais e possíveis contaminações dos aquíferos ou águas superficiais (Figura IV.6).

O impacto visual é significativo, dada a dimensão da pedreira e altura das frentes de desmorte. Também a dificuldade em instalação de forma natural, do coberto vegetal, leva a que passados alguns anos da suspensão de lavra, grande parte das frentes de desmorte ainda pareçam frescas. Este impacto é essencialmente local, uma vez que a pedreira está inserida num pinhal que acaba por camuflar a pedreira, sendo esta apenas visível quando se entra no seu perímetro (Figura IV.7).

As frentes de desmorte e a zona de maior profundidade, estão expostas a todo o tipo de ação erosiva, com a conseqüente possibilidade de destruição de taludes ou arrastamento de sedimentos.

Nesta pedreira existe uma lagoa, alimentada quer por águas pluviais quer por aquífero, onde se podem facilmente observar algumas espécies de peixes e aves aquáticas. Nas zonas mais pantanosas é possível observar a existência de diversas espécies de flora associada a este tipo de meio e que ao longo dos anos tem vindo a colonizar estes locais. Apesar deste enquadramento, parecem não existir focos de contaminação nas imediações da lagoa (Figura IV.8).



Figura IV.6 – Aspeto geral na zona Noroeste da Pedreira dos Olhos de Água, sendo visível a acumulação de águas de origem pluvial.



Figura IV.7 – Aspeto geral da Pedreira dos Olhos de Água e do Pinhal envolvente que serve de cortina arbórea.



Figura IV.8 – Pormenor da fauna abundante existente no lago da pedreira dos Olhos de Água.

Dadas as alterações efetuadas no local, mas essencialmente dadas as condições criadas para a instalação de diverso tipo de fauna, estão a ser consideradas diversas soluções para a criação de um local de observação de aves nas proximidades da lagoa, uma vez que com facilidade são identificadas aves aquáticas no local. Foram também já identificados vários locais de nidificação de aves de rapina e outras, nas frentes de desmonte mais protegidas por vegetação.

2.2 A Pedreira de Alva de Pataias

A identificação dos impactes ambientais, é um dos aspetos base para a tomada de medidas, recuperação ou simplesmente medidas corretivas que têm vindo a ser tomadas no decurso da extração.

Na Pedreira de Alva de Pataias foram considerados como principais impactes associados à atividade extrativa, a alteração da paisagem com destruição do coberto vegetal, a modificação do relevo e rede natural de drenagem e consequente influência nas fauna e flora locais. Também os aspetos ambientais relacionados com a água, quer dos aquíferos quer de origem pluvial (acumulada superficialmente) são bastante

importantes e considerados nas análises ambientais e de controlo periódico. A existência de formações geológicas com elevada permeabilidade associada à total ausência de solo, facilita as referidas contaminações. Para esta pedreira foi considerada a hipótese de bombeamento de águas superficiais para a lagoa existente em Olhos de Água (retirado do arquivo interno da CIBRA).

A Pedreira de Alva de Pataias está em exploração, estando a ser cumpridas as medidas definidas no Plano de Pedreira. A recuperação ambiental tem sido efetuada conforme o definido no PARP, tendo sido recuperados cerca de 7 100 m² entre 2009 e 2011 (Ambi 22, 2006). Desta recuperação consta a modelação e correção do relevo, sementeiras, plantações e com conseqüente manutenção.

A análise das poeiras existentes no ar, com a medição da concentração das partículas em suspensão, PM10, tem sido efetuada com regularidade, tendo os valores obtidos sido inferiores ao limite definido na legislação (Ambi 22, 2006). Os valores obtidos são mesmo associados não à extração efetiva mas sim à circulação das viaturas de transporte, sendo este impacte minimizado com recurso à rega das zonas de circulação.

O ruído e vibração, são dois aspetos passíveis de provocar impactes significativos durante as fases de desmonte (recurso à utilização de explosivos e máquinas perfuradoras) (Figura IV.9) e de transporte (utilização de camiões articulados de grande capacidade) (Figura IV.10). Desta forma, o controlo efetuado sobre estes dois aspetos é realizado, tendo presente a influência e o impacte nas povoações limítrofes, mas também considerando a proximidade de vias de circulação com algum tráfego, que de alguma forma, poderão contribuir para a obtenção de resultados menos positivos como sucedeu em 2005, onde se obtiveram valores para o ruído acima do limite definido no Decreto Lei 292/2000 na medição efetuada na estrada EN 549.

O impacte visual desta pedreira é significativo, uma vez que esta tem grande dimensão (Figura IV.11) mas também porque a topografia é bastante regular e a vegetação é reduzida expondo bastante o local.

A Pedreira de Alva de Pataias abrange uma zona classificada no Plano Diretor Municipal de Alcobaça, como REN (Reserva Ecológica Nacional). Esta zona, já em exploração, apesar de apresentar a classificação atrás definida, está “desanexada”, uma vez que para este local está definida a Reserva Geológica, cuja figura legal se sobrepõem aos planos de ordenamento locais, como é o caso do PDM.



Figura IV.9 – Aspeto geral da Pedreira de Alva de Pataias com máquina perfuradora em atividade.



Figura IV.10 – Pormenor de camião de transporte de matéria-prima a descarregar no britador.



Figura IV.11 – Aspeto geral da Pedreira de Alva de Pataias – Pedreira dos brancos.

3. Enquadramento geológico

Tratando-se de materiais líticos, é sabida a importância que uma análise da geologia, da litologia e das estruturas tem neste tipo de estudo. Assim, o enquadramento geológico efetuado inicia-se com uma abordagem geral, evoluindo para um mais objetivo e centrado no lugar e na estratigrafia das unidades em estudo, não se descurando a abordagem e enquadramento na geologia nacional. Desta forma, inicia-se com uma abordagem sobre a Orla Mesocenoica Ocidental Portuguesa e o enchimento sedimentar da Bacia Lusitânica, que são as componentes geológicas mais abrangentes, para posteriormente se centrar sobre as unidades e estruturas existentes na zona envolvente, que servirão de base à análise sobre os afloramentos locais, tratados no capítulo V.

3.1 A Bacia Lusitânica e o seu enchimento sedimentar

A zona em estudo (pedreiras de Olhos de Água, Alva de Pataias e envolvente) está situada na zona oeste de Portugal, a poucos quilómetros da costa (Figuras I.1 e IV.1). Tal como pode ser constatado na cartografia geológica da região publicada (Figura IV.3), as pedreiras são materializadas por calcários datados do Jurássico Médio, inserindo-se na Orla Mesocenoica Ocidental Portuguesa, unidade

morfostrutural materializada por unidades sedimentares do Mesozoico e do Cenozoico (Figura IV.1). Grande parte destas unidades, em especial as de idade mesozoica, resultaram do enchimento da Bacia Lusitânica (ver por exemplo Wilson *et al.*, 1989; Pinheiro *et al.*, 1989; Kullberg, 2000, Azerêdo *et al.*, 2003), uma estrutura geológica criada durante o Triásico e colmatada durante o Cretácico Superior (Kullberg, 2000, Azerêdo *et al.*, 2003). Na verdade, esta bacia corresponde a uma morfologia que resulta de processos distensivos, cuja génese está associada ao processo de abertura do Atlântico (Soares *et al.*, 1993; Kullberg, 2000; Diniz, 2001). Apresenta uma orientação próxima de NE-SW (Figura IV.12), com preenchimento sedimentar que poderá atingir uma espessura de 5 km (Ribeiro *et al.*, 1996) (Figura IV.13). Os seus limites são bastante claros, sendo que a Este existe um conjunto de falhas que a limitam: Porto-Tomar, Arrife-Vale Interior do Tejo, Setúbal-Pinhal Novo. A Oeste a estrutura das Berlengas e Farilhões será o limite da bacia (Figura IV.12). Esta bacia apresenta um grau de fraturação bastante significativo, resultando daqui uma elevada compartimentação. Esta fraturação é também uma herança de algumas falhas já existentes, sendo de assinalar as orientações dominantes NE-SW e E-W (Figura IV.12).

A Bacia Lusitânica formou-se na margem ocidental ibérica, durante o Mesozoico, numa dinâmica de fragmentação da Pangeia e abertura do Atlântico. Dá-se uma rotura por estiramento litosférico, prolongando-se este processo por cerca de 135 M.A., seccionados por fases ou ciclos de sedimentação, que interessa aqui individualizar e caracterizar de uma forma clarificadora, realçando os aspetos e características do local em estudo. Destaca-se a existência de divergências entre autores quer quanto ao início preciso e fim de formação da bacia quer quanto ao número de ciclos identificados, no entanto grande parte dos autores assentam na evolução de quatro ciclos sedimentares principais (Wilson *et al.*, 1989; Pinheiro *et al.*, 1996; Alves, 2002), com os seguintes limites temporais:

1º Ciclo – Desenvolve-se entre o Triásico Superior e o final do Jurássico Médio, caracterizando-se inicialmente pela ocorrência de materiais clásticos aluviais avermelhados, passando posteriormente a evaporitos com alguns dolomitos. Na sequência segue-se a ocorrência de margas e calcários finos, para no final deste ciclo surgiram calcários mais calciclásticos (bioclásticos, oolíticos, intraclásticos), por vezes carsificados (ver, por exemplo, Soares *et al.*, 1983; Azerêdo *et al.*, 2003);

2º Ciclo – Este ciclo ocorre entre o Oxfordiano e o Berriasiano e é caracterizado pela ocorrência inicial de material carbonatado lacustre, seguidos de

uma série de calcários marinhos, das quais se destacam os do Kimeridgiano. O ciclo encerra com uma espessa acumulação siliciclástica (ver, por exemplo, Leinfelder & Wilson, 1998; Reis, P.R. *et al.*, 1999);

3º Ciclo – Este ciclo ocorre entre Valanginiano Inferior e o Aptiano Inferior, e é marcado pela existência de sedimentos de origem continental, cuja fonte é o Maciço Hespérico, mas também o Horst das Berlengas para os depósitos mais a ocidente. No bordo ocidental da bacia definem-se alguns sedimentos carbonatados de origem marinha (ver Rey *et al.*, 2006);

4º Ciclo – É o ciclo que se desenrola entre o Aptiano Superior e o Campaniano, correspondendo a uma fase de selagem das estruturas existentes na bacia. Inicia-se com uma fase continental, para posteriormente apresentar na sua sequência alguns períodos representativos de transgressões, centrada nos corpos carbonatados do Cenomaniano e Turoniano (ver, por exemplo, Rey *et al.*, 2006).

Tendo em conta a idade dos calcários aflorantes na zona em estudo, será dada ênfase apenas ao 1º ciclo sedimentar (ver Soares *et al.*, 1993; Azerêdo *et al.*, 2003).

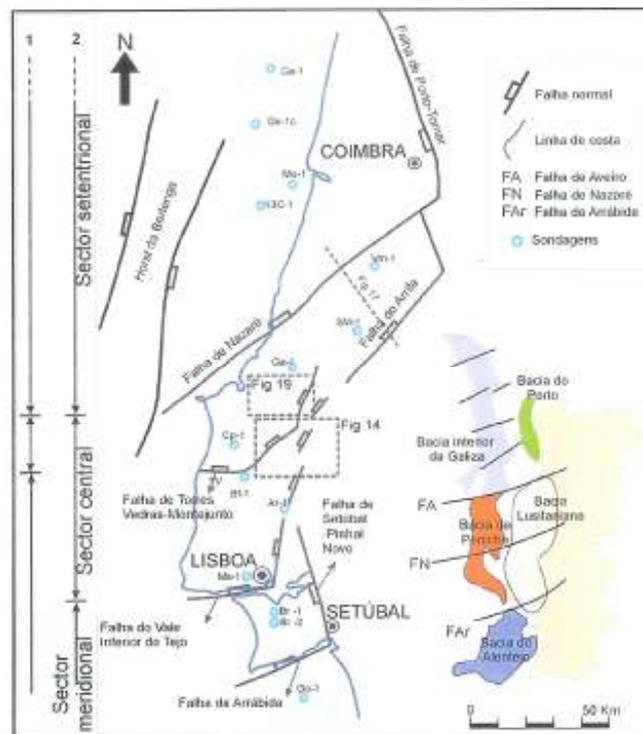


Figura IV.12 – Aspectos estruturais com limites da Bacia Lusitânica (retirado de Kullberg,2000) e definição de setores (1-Rocha & Soares, 1984; 2-Ribeiro *et al.*, 1996).

3.2 O ciclo Triásico – Jurássico Médio

Este ciclo inicia-se no Triásico e prolonga-se até ao Jurássico Médio (Caloviano), sendo esta fase inicial considerada uma fase de *rifting* abortado (ver Soares *et al.*, 1993; Azerêdo *et al.*, 2003). Materializa uma sucessão com uma variabilidade de litologias e de unidades litostratigráficas, tal como é observado na Figura IV.14.

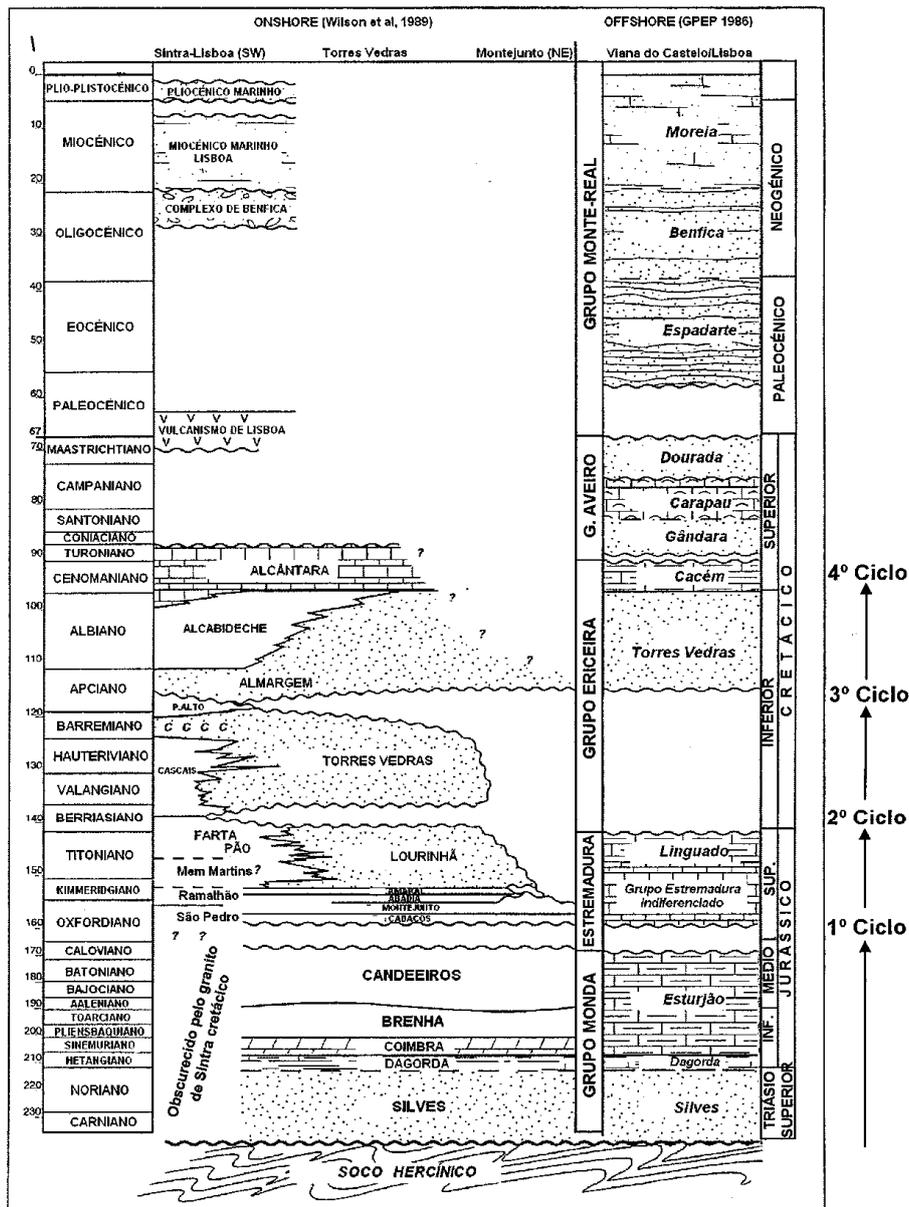


Figura IV.13 – Esquema simplificado da sucessão estratigráfica observada a Sul da região em estudo, abrangendo um conjunto de grandes unidades litostratigráficas informais e os 4 ciclos normalmente associados à evolução da Bacia Lusitânica (Triásico – Cretácico). Retirado de Wilson *et al.* (1989).

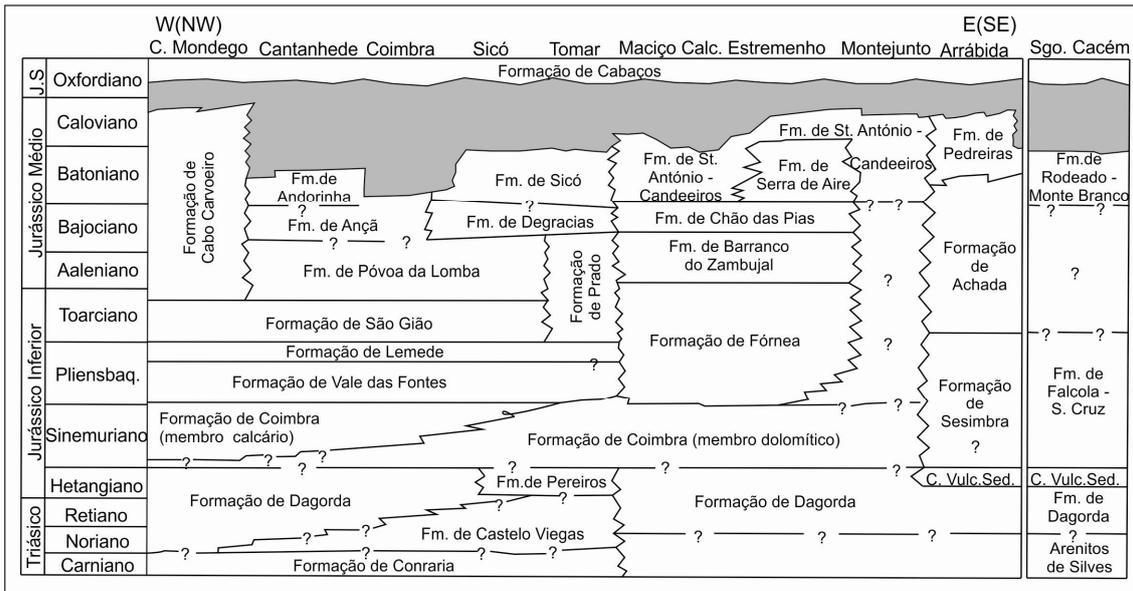


Figura IV.14 – Quadro litostratigráfico das unidades sedimentares da Bacia Lusitânica (retirado de Azerêdo *et al.*, 2003).

Na base da sucessão, o tipo de sedimento é de cariz eminentemente terrígeno (lutitos, grés e conglomerados), de origem aluvio-fluvial (Grupo Grés de Silves), materializado pelas formações de Conraria e de Castelo Viegas (Figura IV.14). Numa fase posterior estes sedimentos são cobertos ou simplesmente por passagem lateral equivalem à Formação de Dagorda, unidade que possivelmente inclui a passagem Triásico – Jurássico. Esta unidade corresponde a uma série argilo-evaporítica, formada em condições de subsidência e proximidade do litoral ou lagunar (Soares *et al.*, 1993), em planície de inundação de maré e clima quente e árido, surgindo a colmatar alguns grabens originários deste episódio distensivo.

Na base do Sinemuriano dá-se uma abertura acentuada do meio marinho, com acumulação de dolomitos e calcários de origem marinha (presença de fósseis de invertebrados marinhos) (Duarte, *et al.*, 2004). Durante esta fase verifica-se na topografia do ambiente marinho a existência de uma inclinação tendencial de SE para NW, definindo-se desta forma uma estrutura homoclinal, que vigorará na bacia até ao final do Toarciano, responsável pela acumulação de alternâncias margo-calcárias em grande parte da Bacia (Duarte, 1997; 2007; Duarte *et al.*, 2010). Numa fase posterior, a partir do Pliensbaquiano, regista-se uma alteração significativa da bacia, passando a estruturar-se como um hemi-graben com basculamento para Oeste e limite na Berlenga. É também notória a existência de algumas falhas com orientação preferencial E-W e ENE-WSW que acabam por compartimentar a bacia em 3 sectores

(Figura IV.12) com características de subsidência e de espaço de acumulação de sedimentos, distintos. De acordo com Duarte (1997, 2007), durante o Toarciano define-se uma sedimentação diferenciada na bacia, que inclui sedimentos terrígenos provenientes do bloco da Berlenga.

Na região em estudo, em especial nas imediações do Maciço Calcário Estremenho, a passagem Toarciano-Aaleniano apresenta algumas alternâncias que vão desde a passagem de sedimentos margo-calcários escuros em bancadas finas, com muita macrofauna (amonites e belemnites) – Formação da Fórnea (Figura IV.14) – a calcários endurecidos mais espessos e de superfície endurecida – Formação de Barranco do Zambujal, transição bem ilustrada na zona de Porto de Mós, e em particular no corte de Zambujal de Alcaria – Ribeira da Fórnea (Duarte, 1997; Azerêdo, 2007) no qual, de acordo com Azerêdo (2007) é ainda possível individualizar diversas biozonas de amonóides para o intervalo Toarciano – Bajociano (Ruget-Perrot, 1955, 1961; Ruget-Perrot & Mouterde, 1957). No Bajociano e Batoniano, representado nas pedreiras de Olhos de Água e de Alva de Pataias, a tendência regressiva é notória e o aparecimento de fácies de baixa profundidade é confirmada no registo sedimentar local. Define-se aqui, na sucessão carbonatada, alguns nódulos siliciosos (Ruget-Perrot, 1961; Manuppella *et al.*, 1985, 2000; Azerêdo, 2007), que marcam a base da Formação de Chão das Pias (Azerêdo, 2007).

Na região em estudo, em especial no Maciço Calcário Estremenho (Azerêdo, 2007) a transição entre o Bajociano e o Batoniano fica assinalada pela ocorrência de fácies de ambiente de transição, perimareal e marinho, marinho confinado, passando lateralmente a grainstone-packstone, mantendo-se esta continuidade até ao Caloviano, estando bem expresso em diversas zonas: Tomar-Alvaiázere e na Serra de Aire e Candeeiros, mostrando a continuidade de um registo deposicional de média a baixa profundidade mas margino-marinho. Existe um paleoambiente pericontinental, com passagem lateral a margino-marinha com planície de maré progradante para ocidente (Azerêdo *et al.*, 2003; Azerêdo, 2007) A sedimentação mais afastada, ocorria na zona oeste desta (por exemplo, Cabo Mondego e Baleal; Azerêdo *et al.*, 2003), correspondendo à atual linha de costa (litoral) ou mesmo *offshore*. O registo sedimentar que ocorre é constituído por margas, calcários argilosos e margosos com macrofauna diversa (amonites, belemnites e braquiópodes).

Durante o Batoniano, no bordo oriental da bacia (Maciço Calcário Estremenho (Azerêdo *et al.*, 2003) o regime hidrodinâmico dominante seria de ambiente micromareal, com forte influência da ondulação paralela ao litoral. Já na base do

Caloviano existe um registo transgressivo, indicador do espaço de acumulação mas também de subida do nível do mar.

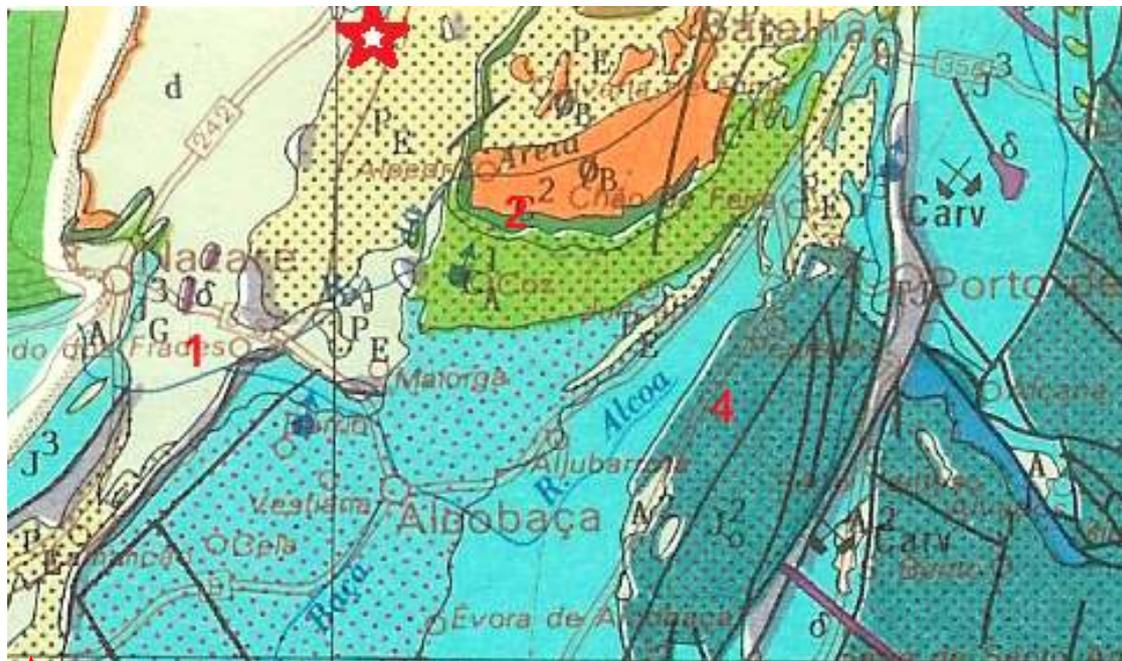
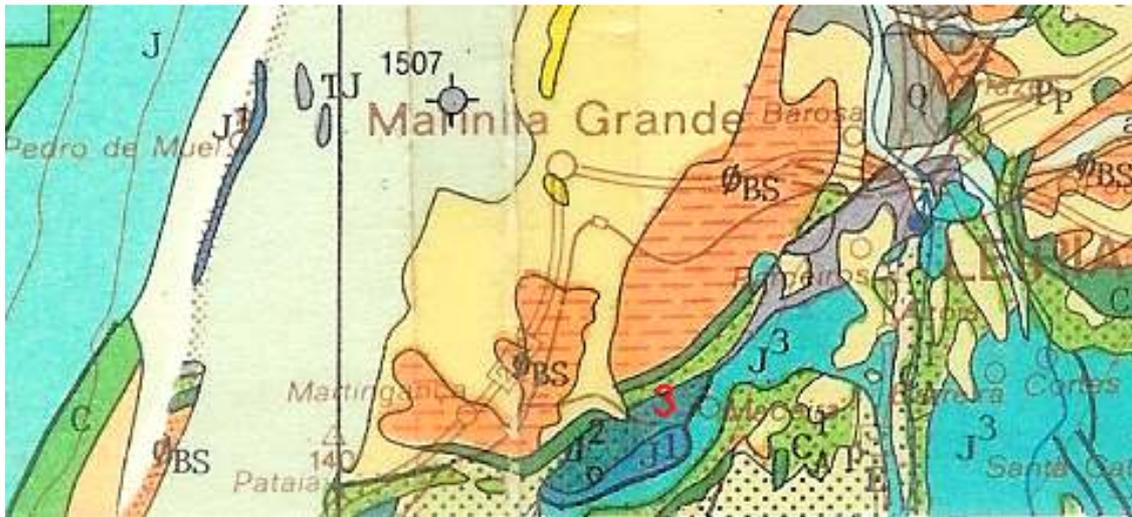
A passagem para o Malm é marcada pela ocorrência de uma descontinuidade de amplitude significativa e cuja origem pode estar associada à atuação de fatores eustáticos ou tectono-eustáticos. Esta lacuna estratigráfica, que terá sido antecedida de um novo episódio regressivo, tem desenvolvimentos regionais diversos, podendo nalguns locais absorver a totalidade do Caloviano. Neste caso, os depósitos do Malm sobrepoem-se aos do Batoniano, como é o caso da *Formação de Cabaços* (Azerêdo *et al.*, 2010).

3.3 Aspetos da geologia regional e os georrecursos

Para além dos aspetos estratigráficos e sedimentares considerados para a zona em estudo, e com a complexidade considerada, é de assinalar que esta é também uma área tectonicamente complexa e onde se definem várias estruturas importantes.

A zona em estudo está circundada por algumas estruturas de menor dimensão (Figura IV.15), mas de grande importância geológica quer pelo tipo de estrutura quer pelo interesse para a indústria extrativa. Nestas estruturas existem recursos de grande valor económico para a economia nacional, como é o caso dos calcários e das margas, mas também das areias, argilas vermelhas, caulinos e diatomitos (França & Zbyszewski, 1963; Assunção & Zbyszewski, 1965; DGGM, 1985; Velho *et al.*, 1998; Moura & Velho, 2012). Definem-se assim, neste sector, as seguintes estruturas:

Diapíro de Caldas da Rainha – Esta estrutura (Figura IV.15) prolonga-se para SW do local em estudo, estando este situado no flanco Oeste da zona Norte da estrutura diapírica (Zbyszewski, 1959; Zbyszewski & Almeida, 1960; França & Zbyszewski, 1963; Zbyszewski *et al.*, 1970, 1974). A sua origem está associada à tectónica salífera e caracteriza-se pela sua forma alongada com orientação próxima de SW-NE e pelas unidades litostratigráficas constituintes que são: - Formação de Dagorda, constituída por argilas gipsíferas e uma cobertura pliocénica essencialmente composta por material arenoso de dimensão diversa, materiais carbonosos (lignitos) (Zbyszewski & Faria, 1967) e diatomitos. Em ambas as unidades existe uma intensa atividade extrativa, desde o gesso explorado na unidade mais antiga deste sector da bacia na região de Óbidos, às areias e diatomitos (Velho *et al.*, 1998).



- Local estudado

1 – Diapíro de Caldas da Rainha

2 – Sinclinal de Alpedriz – Porto do Carro

3 – Anticlinal de Maceira

4 – Anticlinal da Serra de Aire e Candeeiros

FN	
----	--

FS	★
----	---

Figura IV.15 – Extrato da Carta Geológica Nacional, escala 1 / 500 000, Folha Norte (FN) e Folha Sul (FN), com localização das principais estruturas geológicas.

Sinclinal de Alpedriz-Porto do Carro – A Sudeste da zona em estudo define-se uma grande estrutura em sinclinal, conhecida como Sinclinal de Alpedriz-Porto do Carro (Figura IV.15) (França & Zbyszewski, 1963). É uma estrutura de forma ovalizada e eixo próximo de SW-NE. Esta é composta por terrenos desde o Jurássico Superior ao Cretácico Superior (Diniz, 2001), com um núcleo central onde surgem depósitos de cobertura, datados do Terciário.

Neste setor da bacia dominam os depósitos detríticos greso-argilosos e argilosos, de cariz continental, apesar de uma fase final carbonatada a representar um período transgressivo (Kullberg, 2000). No flanco Sul registam-se níveis com inclinações médias da ordem dos 17°, sendo este flanco mais extenso e completo. O flanco Norte já apresenta uma sequência menos exposta e com inclinações mais acentuadas, superiores a 50°, e a encostar nas unidades pertencentes ao anticlinal de Maceira (Zbyszewski & Assunção, 1965).

O flanco Sul deste sinclinal apresenta na sua sequência litostratográfica alguns níveis bastante importantes para o setor extrativo, sendo o Jurássico Superior e o Cretácico Inferior alvo de intensa atividade extrativa, em particular para as argilas, caulinos e areias. No Jurássico Superior a extração é direcionada para as areias, surgindo por vezes alguns depósitos argilosos cuja extração é bastante condicionada devido ao caráter carbonatado das argilas.

A base do Cretácico é muito rica em areias caulíferas fortemente exploradas, evoluindo a sucessão para depósitos argilosos bastante importantes do Aptiano e Albiano (Zbyszewski *et al.*, 1961; França & Zbyszewski, 1963; Diniz, 2001). A exploração destas argilas apresenta um elevado grau de dificuldade, dada a frequente ocorrência das argilas em depósitos lenticulares, que não apresentam grande continuidade e homogeneidade lateral. Estes são os níveis nos quais se instalaram as explorações de argila dos conhecidos depósitos da Cruz da Légua e Juncal.

Anticlinal de Maceira – Esta é uma estrutura diapírica, situada a NE da zona estudada (Figura IV.15), com orientação NE-SW, prolongando-se para NE pelas estruturas salíferas (Formação de Dagorda) de Parceiros e Leiria. Apresenta um importante conjunto de falhas longitudinais mas também algumas de orientação transversal.

Os flancos Norte e Sul deste anticlinal apresentam pendores diversos, enquanto no Sul as inclinações aproximam-se da vertical, no Norte rondam os 45°. O flanco Oeste desta estrutura apresenta algumas variações de orientação, com

inflexões para NW e posteriormente para SSW, fazendo a ligação com o Diapíro de Caldas da Rainha, colocando-se em contacto com as unidades do local em estudo.

Esta estrutura assume particular importância no panorama nacional da indústria extrativa, pois é nas unidades litostratigráficas componentes que se procede à extração dos calcários e margas utilizados na produção de cimento pela fábrica existente no local. Estas matérias-primas são extraídas principalmente de terrenos do Portlandiano e Aaleniano (França *et al.*, 1964; Zbyszewski & Assunção, 1965; Teixeira & Gonçalves, 1980).

Anticlinal da Serra dos Candeeiros – Esta é uma estrutura geológica que se desenvolve no Maciço Calcário Estremenho (Zbyszewski *et al.*, 1970, 1974) com uma orientação NNE-SSW, apresentando no seu núcleo unidades do Jurássico Médio (Figura IV.15).

Neste anticlinal é frequente a ocorrência de carsificação, assim como a ocorrência de alguns acidentes ao longo dos quais aflora o Hetangiano – Formação de Dagorda. As unidades do Jurássico Médio, apesar de difícil individualização por falta de macrofauna característica, surgem neste maciço em níveis com formações recifais que poderão ser associados ao Caloviano ou aos afloramentos Batonianos da zona em estudo.

Este anticlinal assume um papel importante no setor extrativo, uma vez que aqui estão referenciadas várias pedreiras quer de rocha ornamental quer de pedra de calçada. Também é característica deste anticlinal a ocorrência de algumas brechas, nas proximidades da Serra de Porto de Mós – Brechas da Serra dos Candeeiros – na base de algumas escarpas de falha, utilizadas como matéria-prima para o fabrico de mós.

V. Caracterização geológica e análise cartográfica das pedreiras

A realização deste trabalho assenta o seu conteúdo em diversos níveis de investigação, sendo que a recolha de dados de campo é fundamental para a consolidação no que se refere à geologia. Assim, neste capítulo apresenta-se o resultado final da recolha e compilação de dados e posterior análise, com a construção de cartografia geológica e temática diversa a abordar aspetos considerados sensíveis e de interesse para o local estudado.

A cartografia final tem como vertente condutora de abordagem a utilização do recurso geológico existente, com as especificidades locais e características consideradas importantes para a produção de cimento, distinguindo-se claramente quatro tipos de matéria-prima, em relação direta com as formações geológicas presentes, tal como é visível na Figura IV.3 (Zbyszewski *et al.*, 1961; França & Zbyszewski, 1963; Zbyszewski *et al.*, 1964; Zbyszewski & Assunção, 1965): barro (Formação de Dagorda; Triásico Superior – base do Jurássico), calcários cinzentos e calcários brancos (unidades indiferenciadas do Jurássico Médio), depósitos arenosos (unidades de Famalicão, de Mangues, de Salir do Porto e “Complexo arenoso de Valado dos Frades”; Pliocénico – Astiano) e areias (Dunas e areias de duna; Holocénico). Para além desta vertente, também outros aspetos identificados e caracterizadores do local, que possam de alguma forma condicionar os trabalhos de exploração e utilização do recurso geológico, são sinalizados.

Os esboços cartográficos apresentados, refletem a litologia, a estratigrafia e alguns aspetos estruturais do local, confirmando algumas das caracterizações tipo para as unidades referenciadas para este local e abordadas na caracterização da geologia local.

1. Enquadramento geológico da área de estudo

A zona estudada envolve a concessão para a extração de calcários, areias e argilas, incluída nas Cartas Geológicas de Portugal 22D Marinha Grande e 26B Alcobaca, (ver Figura IV.3; Zbyszewski *et al.*, 1961; Zbyszewski *et al.*, 1964). Os aspetos litostratigráficos considerados para as unidades identificadas na zona abrangem de uma forma muito geral as características e particularidades do local. Assim, com base na identificação e caracterização das unidades a partir da cartografia

geológica publicada e acima citada, complementada com alguns outros dados bibliográficos e de campo, o local estudado apresenta:

- “Margas e calcários de Dagorda” – Retiano-Hetangiano (França & Zbyszewski, 1963). Constitui uma unidade maioritariamente composta por lutitos de cor vermelha, com ocorrências de sal e gesso, surgindo com alguma frequência calcários margosos e/ou dolomíticos, principalmente no topo da unidade. Na nomenclatura mais recente esta unidade é apelidada de Formação de Dagorda (ver Azerêdo *et al.*, 2003).

- Bajociano e Batoniano (França & Zbyszewski, 1963). Estes andares são aqui representados por dois conjuntos litológicos diferentes, embora não diferenciados na cartografia geológica publicada. Assim, ocorrem na base, margas, calcários e calcários margosos, de grão fino. Para o topo da sucessão, ocorrem calcários recifais datados essencialmente do Batoniano (Martins, 2007). Devido à localização destes afloramentos na Bacia Lusitânica, estas unidades mostram uma semelhança com a definição litostratigráfica apresentada por Azerêdo (2007) para o Maciço Calcário Estremenho, mais à frente clarificada.

- “Complexos gresosos de Nazaré e Cós-Juncal” – Essencialmente do Aptiano e Albiano, embora possam incluir o Neocomiano (França & Zbyszewski, 1963). É um complexo detrítico essencialmente constituído por grés finos a grosseiros, com frequentes intercalações argilosas e calhaus rolados. Os depósitos argilosos são frequentemente lenticulares. De acordo com o trabalho de Diniz (2001), esta unidade foi formalizada na Formação da Figueira da Foz.

- Unidades de Famalicão, de Mangues e de Salir do Porto e “Complexo Arenoso de Valado dos Frades” – Pliocénico (França & Zbyszewski, 1963). É um complexo arenoso, com alguns seixos e conglomerados, podendo surgir algumas intercalações de calcários gresosos.

- Dunas e areias de dunas – Holocénica (França & Zbyszewski, 1963). É uma formação de origem dunar, composta por areias soltas, siliciosas, de cor amarela e esbranquiçada.

2. Recolha e análise de dados de campo

Os trabalhos foram realizados nas duas pedreiras, que pelas particularidades observadas, foram separadas em quatro áreas distintas, tal como é apresentado na Figura V.1, tendo a ordem sido estabelecida segundo um alinhamento geográfico. Os

esboços cartográficos dizem respeito inicialmente a uma cartografia geral com localização dos pontos de observações e informações diversas, para posteriormente se apresentar um esboço cartográfico geológico. Em ambos os casos, não é apresentada uma escala comum, uma vez que as áreas são bastante diferentes, e só assim se consegue visualizar os aspetos considerados para cada local.

2.1 Pedreira dos Olhos de Água

As observações foram essencialmente efetuadas nos patamares existentes, junto das frentes de desmonte, ou em locais onde se considerou pertinente a recolha de dados. A pedreira é essencialmente constituída por calcários de cor clara (branca), nalguns locais bastante cristalinos, surgindo algumas intercalações de calcários mais arenosos, biocalcarenitos. Nalguns locais aparecem calcários bioconstruídos, por vezes oolíticos, a formar estruturas recifais de grande dimensão, algumas das quais camufladas por cobertura arenosa (cor castanha) proveniente da superfície e que se instala pelas depressões ou fendas existentes nestes locais, pontos 4 e 11 (Figuras V.2 e V.3).

Na zona sudoeste da pedreira, pontos 16 e 17 existem também depósitos detríticos de granulometrias diversas combinados com calcários bastante fraturados, com fendas preenchidas por material arenoso proveniente da superfície.

Em diversas zonas da pedreira, para além das estruturas recifais longas e muito completas atrás referidas, que é uma característica visível desta pedreira, também surgem alguns corais solitários, equinodermes (grande quantidades de radíolas), lamelibrânquios, braquiópodes e alguns crinoides, embora muito raros. São ainda visíveis algumas mineralizações de calcite com cristais bem desenvolvidos, em particular nos pontos 1, 2, 3, 4, 10 e 11 (Figura V.2)

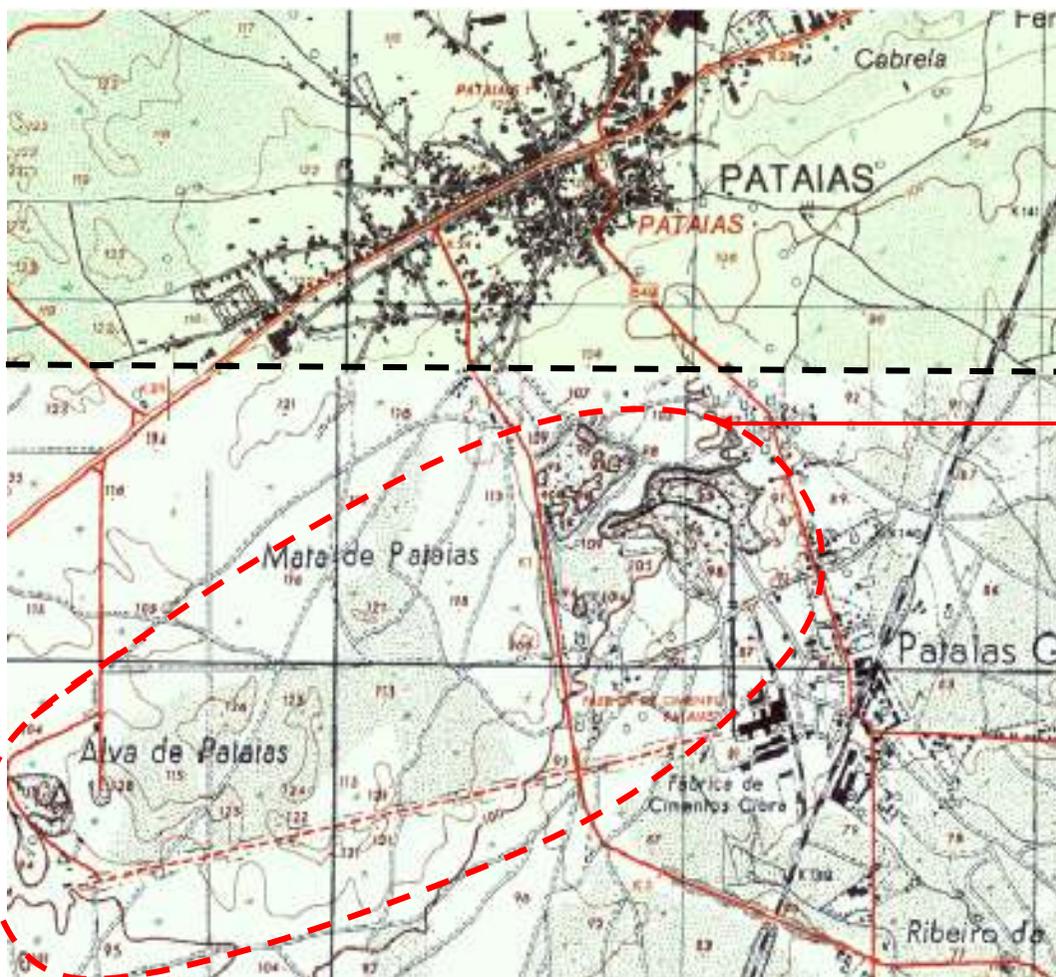
Em diversos locais os calcários estão bastante carsificados, apresentando menor grau de pureza e conseqüentemente menor qualidade o que condiciona a sua utilização. Na zona noroeste da pedreira, entre os pontos 20 e 22 existem estruturas carsificadas (Figura V.4) e bastante fraturadas.

Apesar de existir alguma dificuldade em definir orientações preferenciais dos calcários, uma vez que este se encontram muito fraturados, tal como é perceptível pelos dados apresentados (Figura V.2), parece existir uma tendência para NW-SE, a pender para NE, embora que aqui se tenham encontrado com frequência orientações N-S sub verticais.

Localização da zona estudada – Carta Militar de Portugal

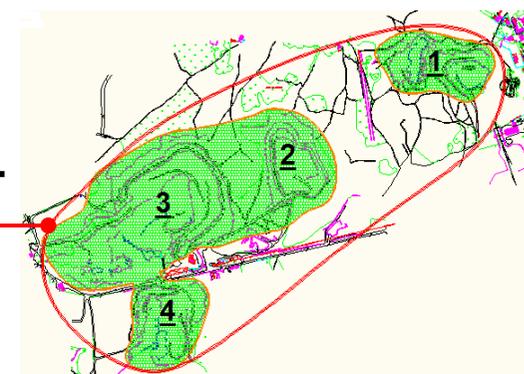
Levantamento da zona estudada - AutoCad

Carta Militar de Portugal nº 296 – Marinha Grande



Carta Militar de Portugal nº 307 – Valado dos Frades

(área a verde)



- 1** – Pedreira de Olhos de Água
- 2** – Pedreira de Alva de Pataias – Calcários brancos
- 3** – Pedreira de Alva de Pataias – Calcários cinzentos
- 4** – Pedreira de Alva de Pataias – Lutitos gipsíferos e areias

Figura V.1 – Extrato das Cartas Militares de Portugal, Escala 1 / 25 000. Localização das pedreiras e área estudada.

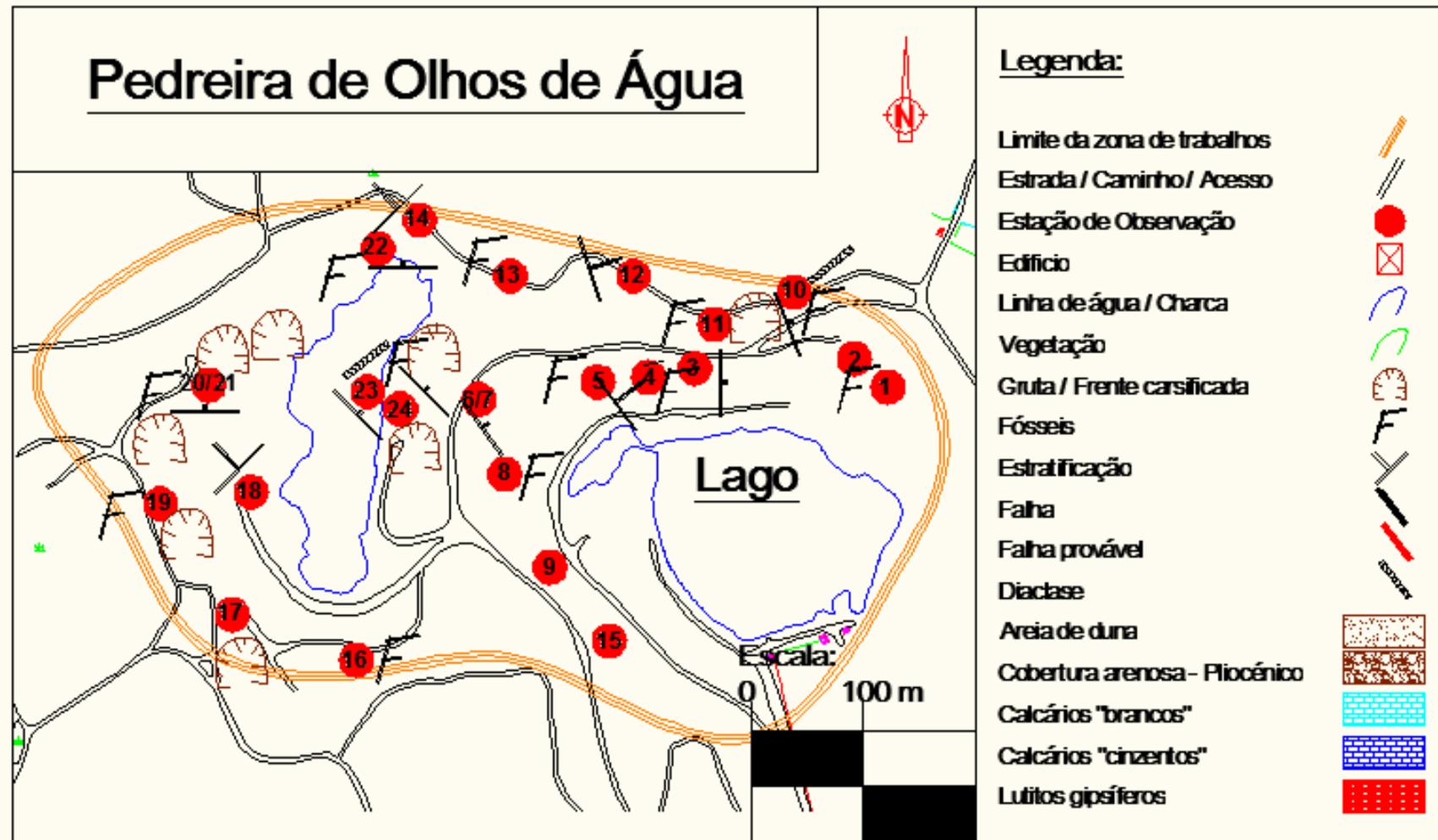


Figura V.2 – Esboço cartográfico da Pedreira dos Olhos de Água. Estações de observação e outras estruturas / registos.

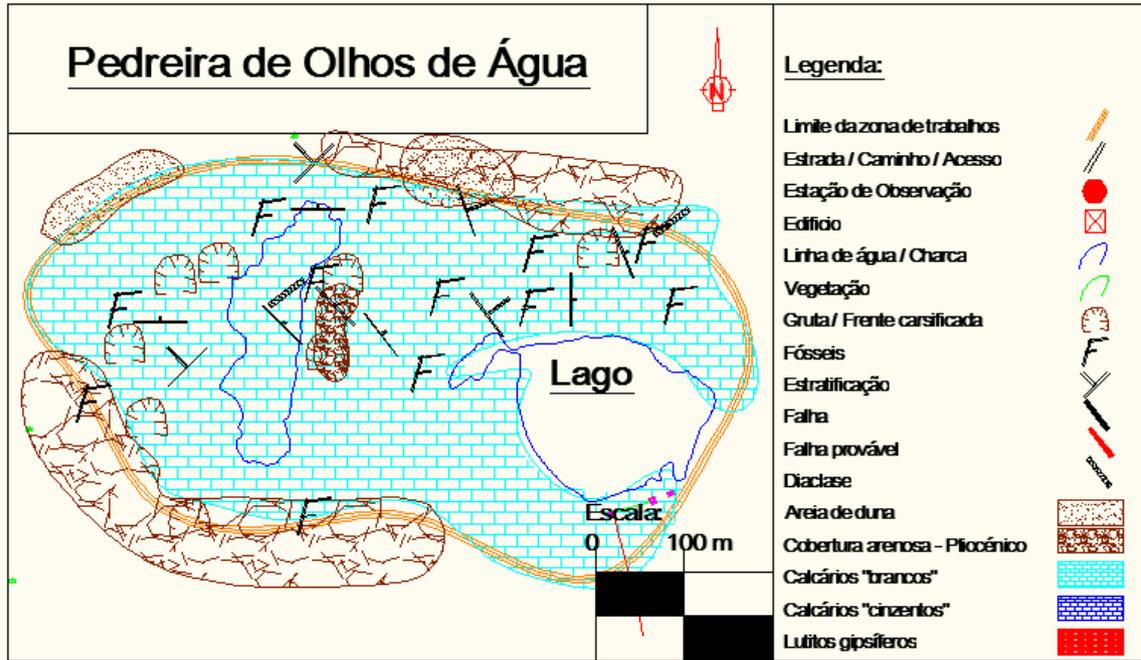


Figura V.3 – Esboço da cartografia geológica da Pedreira dos Olhos de Água.



Figura V.4 – Aspeto da frente de desmonte (frente Noroeste – Ponto 22), com ausência de superfícies de estratificação e zona intensamente carsificada.

2.2 Pedreira de Alva de Pataias – Calcários brancos

Esta pedreira está em laboração, tendo os trabalhos de campo sido efetuados em simultâneo com a atividade extrativa, em particular com a fase de perfuração para colocação de cargas explosivas para desmonte das frentes, tendo as observações sido efetuadas nas frentes de exploração. A extração é feita por patamares com cerca de 15 m de altura, existindo neste momento um nível de base e mais dois patamares superiores. O material extraído da pedreira é transportado diretamente para o britador, não existindo escombreira ou qualquer *stock* no local de desmonte.

A pedreira, situada em zona cartografada como pertencendo às unidades já referidas do Jurássico Médio (Figuras V.5 e V.6), apresenta frentes de desmonte bem definidas, composta por calcários de cor bastante clara, branca, sendo a pureza dos calcários uma das características de realce deste local. Os calcários são, cristalinos, contudo por vezes surgem alguns níveis de calcários mais arenosos – calcarenitos ou biocalcarenitos, mais pulverulentos.

A existência de calcários recifais, com estruturas bioconstruídas, em particular no patamar 3 - topo da exploração - (pontos 8, 8A e 9) (Figuras V.5 e V.7), no flanco Nordeste, associadas a alguma carsificação, é bastante marcante, uma vez que estas estruturas coralíferas se estendem por quase todo este flanco. Surgem também alguns equinodermes, abundante quantidade de radiólas, e ainda alguns lamelibrânquios. Neste local ocorrem intercalações de material arenoso com componente argilosa, proveniente da superfície que acaba por proceder ao preenchimento das estruturas carsificadas (cavernosas).

Esta pedreira apresenta algumas zonas particularmente sensíveis e com grande grau de carsificação, onde se podem associar quer os calcários recifais mas também algumas mineralizações de calcite, ponto 7 (Figura V.5).

A estratificação é bastante regular no nível base, com orientação tendencial NE-SW, a pender para NW, apesar da existência de uma zona de carsificação a cortar toda a área desta pedreira, ligando os pontos de observação 1 e 2 (Figuras V.5 e V.6). Já na zona envolvente dos calcários bioconstruídos, ocorrem bastantes fraturas. No flanco Sudoeste, ponto 6, surgem fraturas e diaclases de grande extensão (desenvolvimento), que acabam por condicionar os trabalhos de extração, uma vez que criam descontinuidades e quebras na fase de desmonte (Figura V.8), ocorrendo também uma quebra no ponto 7, mas por carsificação.

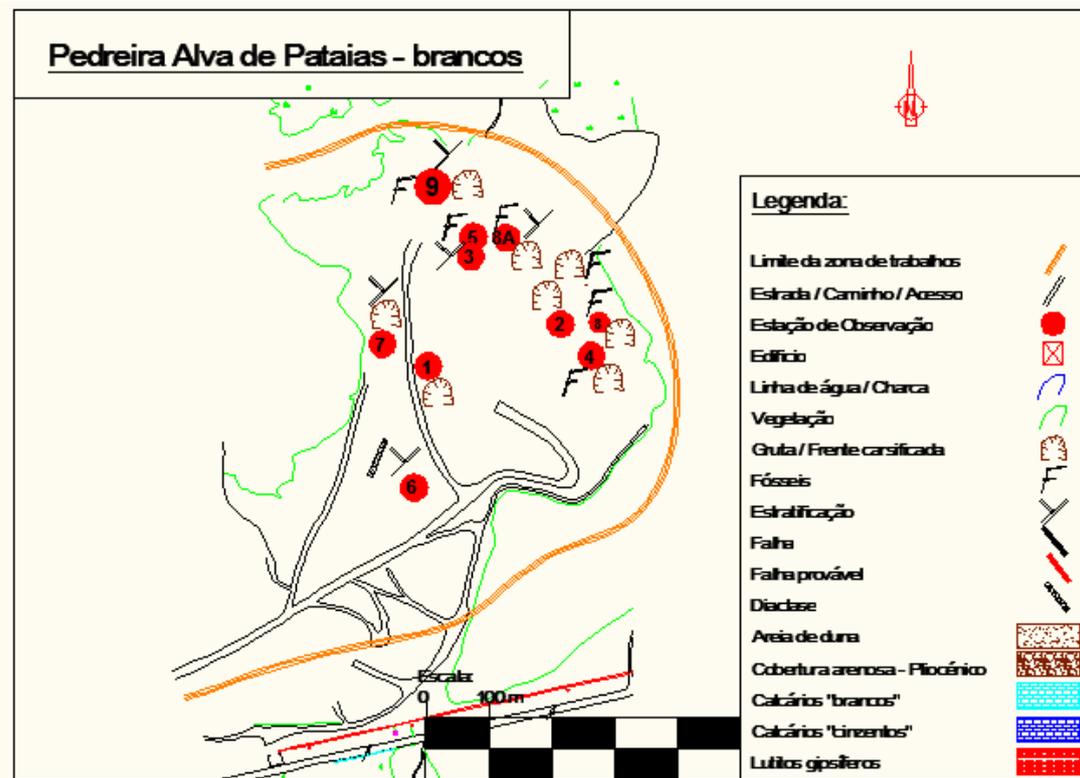


Figura V.5 – Esboço cartográfico da Pedreira de Alva de Pataias (calcários brancos). Estações de observação e outras estruturas / registos.

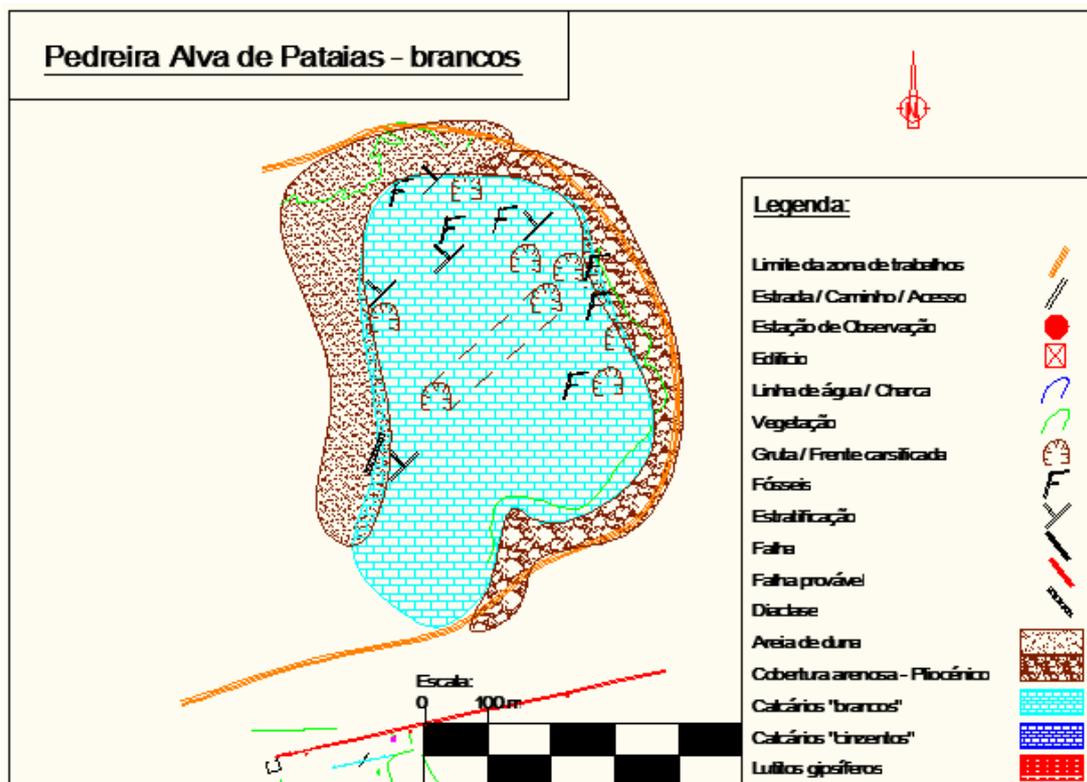


Figura V.6 – Esboço da cartografia geológica da Pedreira de Alva de Pataias – Pedreira dos brancos.



Figura V.7 – Pormenor das fácies recifais (calcários bioconstruídos) com fósseis de corais na pedra dos calcários brancos.



Figura V.8 – Aspeto da frente de desmorte na Pedreira dos brancos com orientação N-S. São visíveis planos de estratificação (1) e de fracturação (diaclasses) (2).

Apesar dos condicionalismos atrás apresentados, fraturação diversa, diaclases e a ocorrência de calcários bioconstruídos, a estratificação no geral mostra alguma regularidade com orientação próxima de NE-SW, a pender para NW, com exceção dos locais de ocorrência dos corais, onde não existe estratificação.

2.3 Pedreira de Alva de Pataias – Calcários cinzentos

A pedreira está ativa e em plena laboração, registando-se quer desmonte por rebentamentos com recurso a explosivos, quer transporte de material arrancado. Apresenta três níveis (patamares) de extração, sendo que no nível da base a existência de algumas zonas com exurgências de água condicionam bastante os trabalhos de extração, apresentando os restantes patamares cerca de 15 m de altura.

Nesta área existem diversas variações litológicas e estruturais que conferem ao local dificuldades na cartografia, mas acima de tudo aos trabalhos de extração, apesar de ser essencialmente constituída por calcários do Jurássico Médio, podendo mesmo ocorrer neste local a transição entre o Bajociano e Batoniano (Figuras V.9 e V.10). As unidades e litologias existentes no local, evoluem de Sul para Norte, de lutitos (Formação de Dagorda) para calcários, margosos (contacto por falha) a alternar com litográficos passando no topo Norte a mais arenosos, alguns carsificados e ainda algumas estruturas bioconstruídas – recifais.

Na zona Sul da pedreira surgem calcários e lutitos avermelhados, bastante gipsíferos, pertencendo à Formação de Dagorda, com algumas intercalações dolomíticas observadas essencialmente no topo da unidade. O gesso aparece essencialmente sob a forma de placas de dimensões diversas e sem orientação preferencial. Na zona 13A (Figura V.9) continuam a aflorar os corpos lutíticos, sendo visíveis alguns calcários remanescentes de anterior extração.

Os níveis que contactam com os lutitos são carbonatados, compostos por calcários maciços, muito finos, intercalados por níveis mais margosos, estes de espessura centimétrica e onde foram detetados alguns exemplares de amonites e belemnites. Os calcários, apresentam-se em bancadas que podem ser métricas, apresentando o conjunto uma orientação preferencial para Norte ou NW.

Sobre a sequência anterior surgem calcários mais claros, bastante fraturados e mais arenosos, onde por vezes se observam blocos (nódulos) siliciosos dispersos aleatoriamente pelas diversas camadas. A partir do ponto 3, ver Figura V.9, e em todo o flanco Nordeste da pedreira, os calcários apresentam uma alteração significativa,

surgindo algumas estruturas bioconstruídas, com forma cilíndrica vertical, com corais, coloniais ou solitários em simultâneo com lamelibrânquios e equinoides, estando por vezes colmatados por terras de cobertura. Ocorrem calcários cristalinos, com algumas intercalações arenosas (calcarenito) e de material pulverulento.

No ponto de observação 11, ocorrem bancadas de calcário muito maciço, fino e cristalino, com bancadas de espessura superior a 1 m. Entre este ponto e o 6 existe uma descontinuidade notória, sendo visível uma mudança no tipo de calcários e um desaparecimento brusco das estruturas com fósseis de corais. Entre os pontos 7 e 12 foi identificada a existência de algumas belemnites, tendo sido também detetada a existência de um exemplar de amonite, num bloco já extraído, não se sabendo assim a origem real deste exemplar único. A estratificação apresenta maior regularidade neste flanco e no terceiro patamar – E-O, N ou NNW.

Nesta pedreira existem diversas zonas carsificadas, apresentando mesmo estruturas mais complexas de desenvolvimento e evolução dos calcários, ocorrendo alguns sinais de existência de estalactites e estalagmites. Junto da zona 8, ver Figura V.9, existem calcários bastante carsificados, que se prolongam até ao flanco NE desta frente. Também na zona central e no patamar base da pedreira ocorre carsificação associada às exurgências de água, condicionando estas significativamente o desmonte.

No ponto 3, a estratificação apresenta uma tendência para E-W, N ou SW-NE, NW, existindo variações diversas, relacionadas com os aspetos atrás referidos, fracturação, sobretudo diaclasamento. Já a Sudoeste deste ponto a estratificação apresenta uma orientação preferencial N-S, embora que em diversos locais esta não seja de fácil análise, devido ao elevado grau de fracturação e à homogeneidade litológica.

Junto do ponto de observação 11, os calcários apresentam algumas descontinuidades, diaclases com inclinações de cerca de 40 a 45° para SW, mantendo-se no entanto a estratificação uma orientação geral E-O, NNE. Entre este ponto e o 6 existe uma descontinuidade notória, “Falha provável” (Figura V.9), marcada por uma mudança brusca nalguns aspetos litológicos atrás referidos.

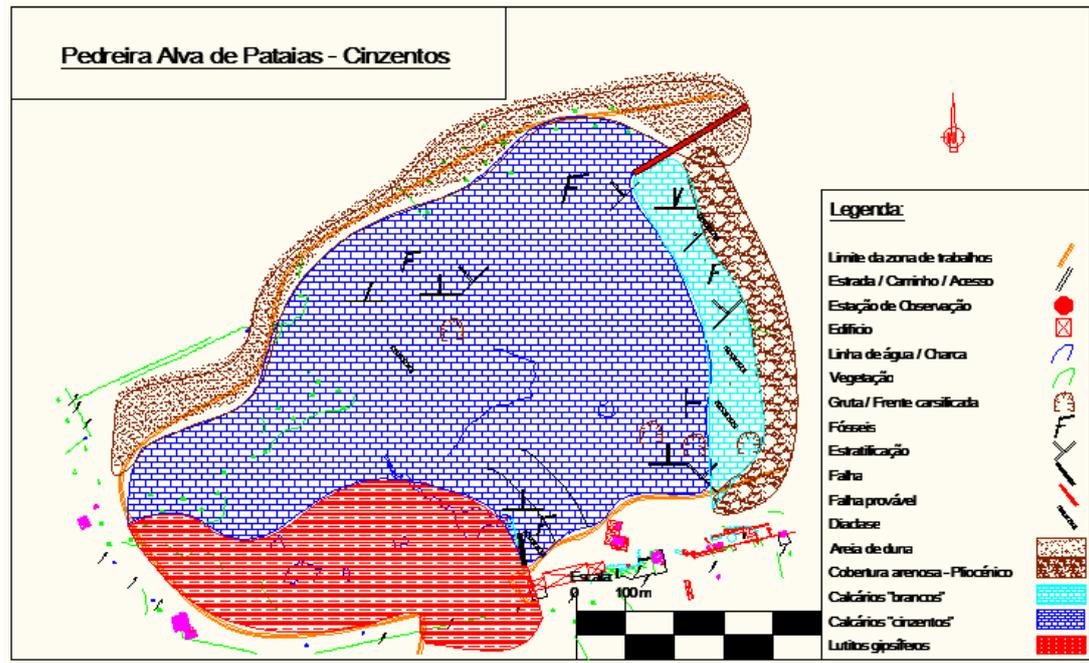


Figura V.10 – Esboço da cartografia geológica da Pedreira de Alva de Pataias – Calcários cinzentos.

.No local de observação 13, para além do contato por falha, entre os calcários e a Formação de Dagorda, (Figura V.9), ainda é perceptível a existência de duas diaclases, criando descontinuidade na estratificação (orientação das diaclases SE-NW, 40°SW (Figura V.11).

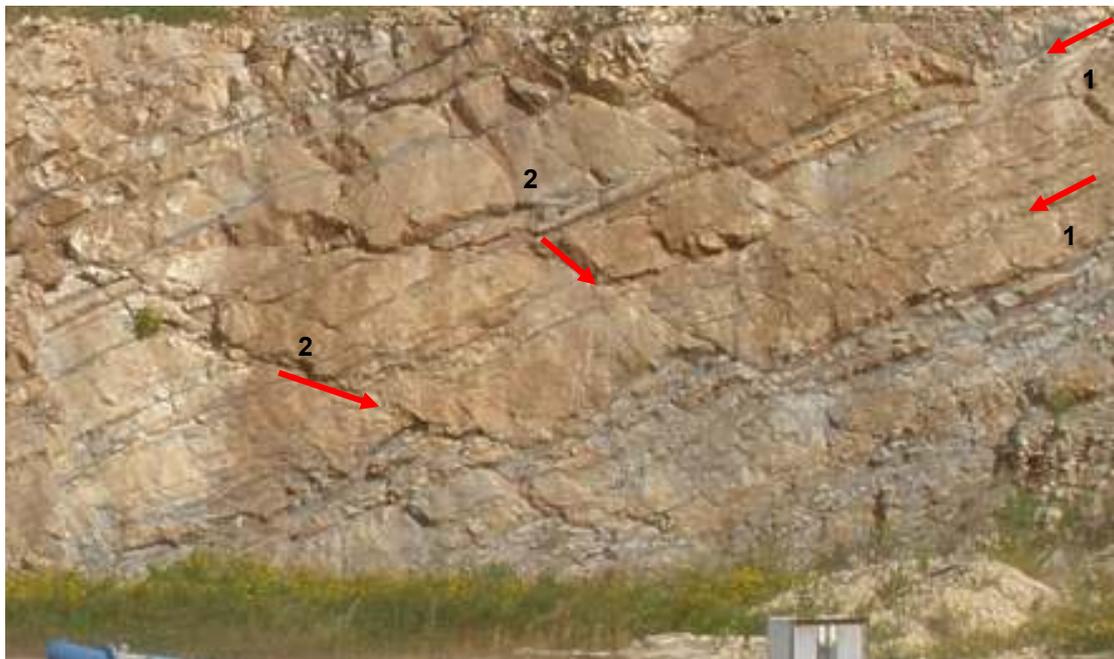


Figura V.11 – Aspeto da frente de desmorte na Pedreira dos cinzentos (calcários e margocalcários), com orientação NW-SE onde é possível observar planos de estratificação (1) e fraturas (diaclases) (2).

2.4 Pedreira de Alva de Pataias – Barro / argila – Formação de Dagorda

Esta pedreira está ativa, e em laboração, extraíndo-se barro vermelho e areia fina. A tipologia desta pedreira enquadra-se perfeitamente nos barreiros ou areeiros, sendo a metodologia de desmonte diferente da utilizada nas restantes pedreiras, executando-se a extração com recurso a pá carregadora ou giratória.

Aqui, apenas foram considerados três pontos de observação (Figura V.12), uma vez que nesta pedreira se verifica uma grande regularidade na representatividade litostratigráfica (Figura V.13). A pedreira apresenta uma extensa área em que materiais argilosos, ricos em gesso, estão à superfície, tendo já uma grande parte sido extraída, existindo mesmo um lago fruto da acumulação de água na zona mais profunda anteriormente explorada.

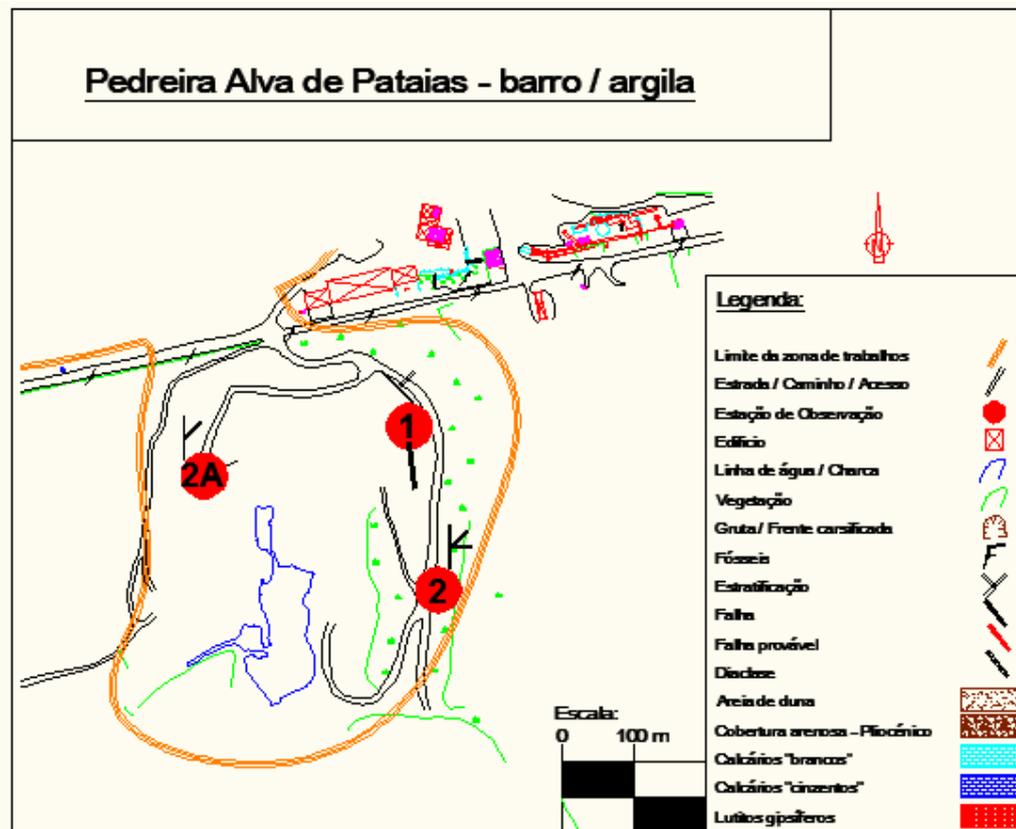


Figura V.12 – Esboço cartográfico da Pedreira de Alva de Pataias (barro / argila). Estações de observação e outras estruturas / registos.

Na zona Sul da pedreira os corpos lutíficos apresentam grande quantidade de gesso, sob a forma de placas de dimensão e orientação diversas (Figura V.14).

No topo da sequência argilosa existem alguns dolomitos, muito próximos do contacto por falha (Figura V.15), que se estende desde a pedreira dos cinzentos, com os calcários do Jurássico Médio. Os calcários apresentam orientação NW-SE, 30°NE, na zona 1. No ponto de observação 2 (Figura V.12) estes apresentam já uma rotação para S, e pendor para Este. No ponto de observação 2A, os corpos argilosos são cobertos pelas areias finas de duna, também alvo da atividade extrativa (Figura V.16).

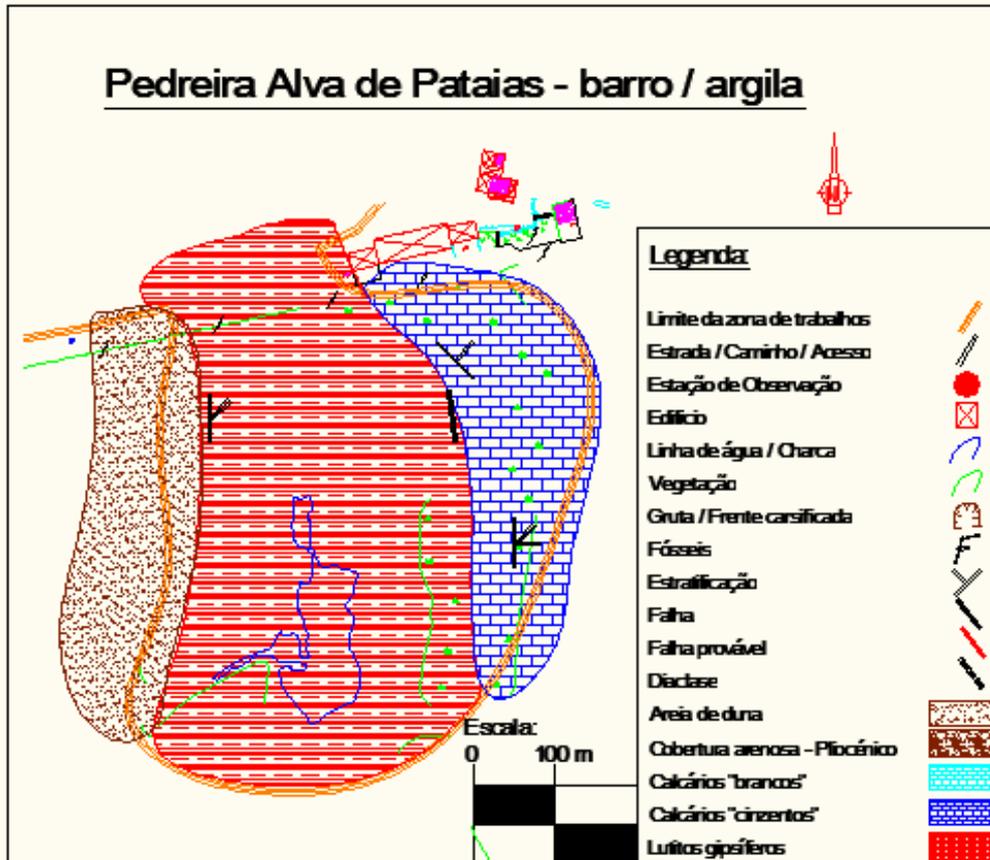


Figura V.13 – Esboço da cartografia geológica da Pedreira de Alva de Pataias – Barro (Formação de Dagorda).



Figura V.14 – Aspeto dos lutitos da Formação de Dagorda com ocorrência de gesso.



Figura V.15 – Contacto por falha da Formação de Dagorda com calcários do Jurássico Médio, no flanco Sul (Ponto 13) da pedreira dos cinzentos. Falha (F).



Figura V.16 – Aspeto do contacto entre a Formação de Dagorda e as areias de cobertura, no flanco Oeste da Pedreira do barro / argila. Zona de extração das areias.

3. Esboço cartográfico da zona estudada

Para a realização da cartografia geológica geral da zona estudada foram considerados os dados obtidos no campo, anteriormente apresentados e sistematizados no ANEXO I – Dados de Campo, e também a cartografia geológica nacional publicada para esta zona (França & Zbyszewski, 1963; Zbyszewski & Assunção, 1965). A proximidade das quatro pedreiras consideradas, permitiu efetuar a ligação entre cada uma delas, construindo-se o modelo (Figura V.17) que parece mais adequado às observações realizadas, mas tendo presente que existem algumas variações que podem influenciar a continuidade litostratigráfica local. Também se deve considerar que esta observação foi executada em terrenos que estão a ser explorados, expondo-se estruturas, muitas vezes encobertas ou que estão a alguns metros de profundidade, e que posteriormente vão ser “destruídas”.

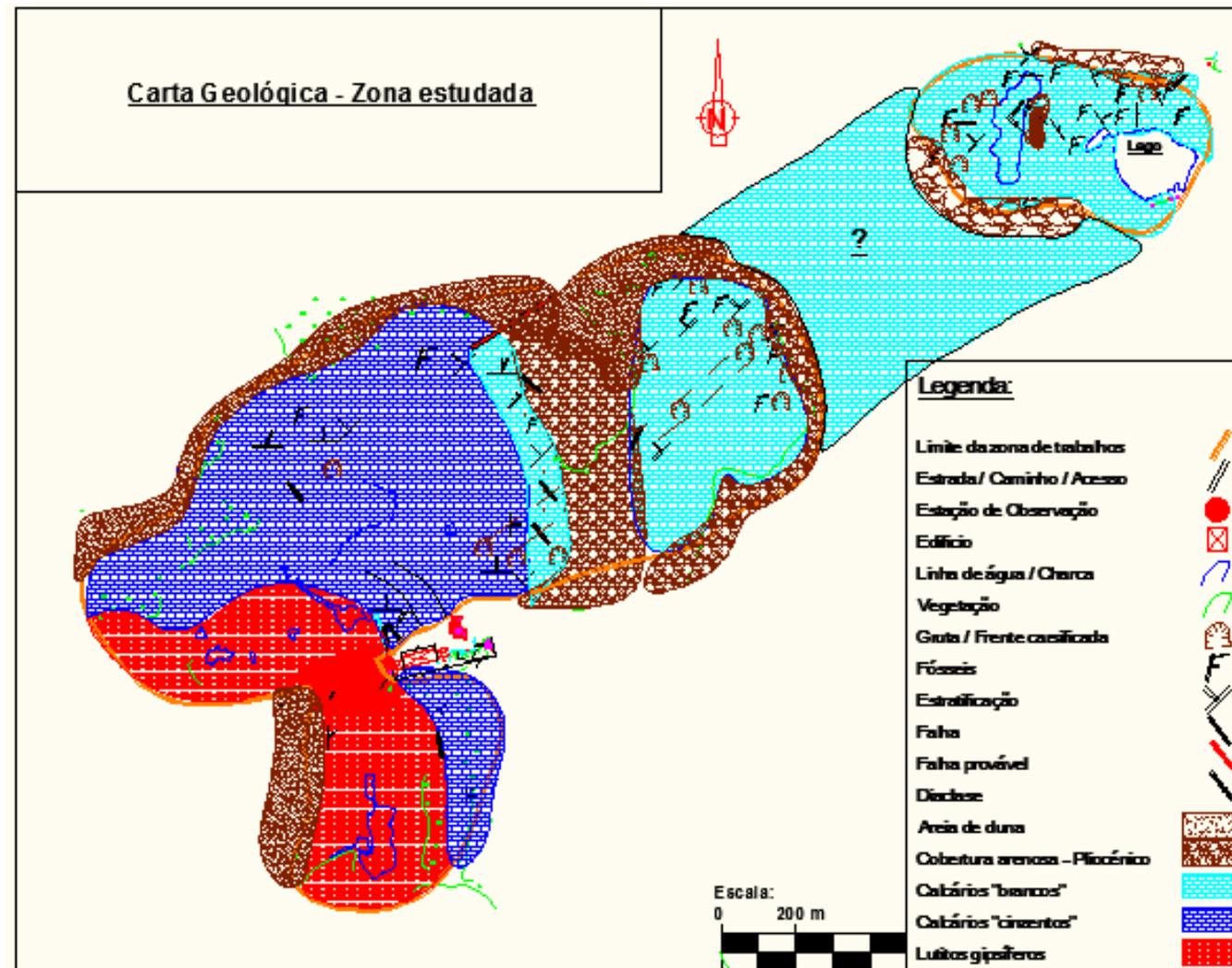


Figura V.17 – Esboço da cartografia geológica geral da zona estudada.

3.1 Calcários e o seu enquadramento estratigráfico

Tal como foi visto anteriormente os calcários existentes na zona estudada e que são alvo de exploração, surgem numa sequência pertencente ao Jurássico Médio (França & Zbyszewski, 1963; Zbyszewski & Assunção, 1965), apresentando algumas variantes. Inicia-se a sequência com uma alternância de bancadas de espessura métrica a sub métrica de calcários e calcários margosos ou mesmo margas, ambos de tonalidades azuladas ou acinzentadas e que na totalidade perfazem cerca de 5 metros de espessura. Nestes níveis ocorrem algumas belemnites e amonites.

Sobre as camadas anteriores surgem calcários de tonalidade clara, onde ocorrem nódulos (blocos) siliciosos, dispersos aleatoriamente e incrustados nas camadas. Para o topo estes calcários apresentam-se mais compactos e finos, surgindo por vezes algumas intercalações de calcarenitos em camadas de espessura métrica. Estes dão lugar a calcários bioconstruídos (coralíferos), biocalcarenitos com grande quantidade de radíolas de equinodermes. São cristalinos e bastante compactos, aparecendo por vezes algumas intercalações de calcários pulverulentos. Apresentam cor branca e as bancadas, quando existentes, são de espessura métrica.

Estes calcários com as diferenças já atrás referidas (mais ou menos brancos – mais ou menos puros), pertencem a dois andares diferentes, Bajociano e Batoniano, tendo sido cartografados de forma indiferenciada (Zbyszewski *et al.*, 1961; França & Zbyszewski, 1963; França *et al.*, 1964; Zbyszewski & Assunção, 1965). No entanto, pelos dados obtidos, verifica-se que a transição ocorre em plena pedreira dos “Cinzentos”. Existem diversos indicadores desta transição, como é o caso da existência de algumas descontinuidades claramente marcantes de mudança, a ocorrência de estruturas carsificadas em grande quantidade, assim como os fósseis de corais a marcarem de forma bem definida a existência de uma estrutura recifal de grandes dimensões. Para além desta transição, pode ainda ser criadas algumas subdivisões, tendo em conta características que parecem evidenciar-se nestes. Na base da unidade existem calcários finos, margosos com amonites e belemnites. Sobre estes surgem calcários mais arenosos, bastante fraturados onde aparecem por vezes nódulos siliciosos. Estas duas subdivisões não apresentam, aparentemente, grande continuidade lateral na pedreira, no entanto podem ser representantes das unidades litostratigráficas definidas para este intervalo de tempo na região do Maciço Calcário Estremenho: Formação de Barranco do Zambujal (parte margo-calcária) e Formação de Chão das Pias (ausência de margas e ocorrência de nódulos siliciosos) (ver Azerêdo *et al.*, 2003; Azerêdo, 2007); já a unidade recifal, que ocorre no topo da

sequência, parece ser única no contexto da bacia, não se reconhecendo noutros setores este tipo de características e volume de sedimentos bioconstruídos (ver Martins, 2007). Pela sucessão litostratigráfica observada no local de estudo e pelo registo sedimentar observado noutros setores da bacia, esta unidade recifal será possivelmente um equivalente lateral da Formação de Serra de Aire (Azerêdo *et al.*, 2003; Azerêdo, 2007), para o Maciço Calcário Estremenho e Formação de Sicó (Martins, 2008) para o Maciço de Sicó.

No geral este maciço calcário apresenta algumas oscilações na estratificação, podendo no entanto considerar-se a orientação SW-NE, NW ou E-W, N como a orientação média das camadas. As variações frequentes na orientação das camadas, está associada a uma intensa fraturação com frequente ocorrência de diaclases que provocam descontinuidades bem visíveis, mas sem uma orientação preferencial. Na zona Sul da pedreira o contacto com a Formação de Dagorda é feito por falha (ver Figura V.15).

A extração dos calcários existentes nestas pedreiras está condicionada a diversos fatores que têm vindo a ser frequentemente referidos, sendo que a fraturação e a carsificação aliados ao tipo de calcário, condicionam significativamente o desmonte. A resposta do maciço à utilização de explosivos é assim bastante condicionada por estes dois fatores, processando-se e evoluindo de forma bastante diferente nas zonas mais carsificadas, aumentando a possibilidade de projeção de materiais e conseqüente diminuição do controlo do desmonte. Também nestas zonas aumenta a possibilidade de infiltrações de materiais diversos, contribuindo para baixar a pureza dos calcários. A existência de diaclases e de falhas diminui a continuidade dos estratos, dificultando assim a obtenção de maior homogeneidade do material extraído.

3.2 A Formação de Dagorda

Esta formação do Jurássico Inferior (Hetangiano) contacta por falha, com inclinação entre 25 a 30° NE (ver Figura V.15), com os calcários do Jurássico Médio (com a Formação de Barranco do Zambujal, utilizando a terminologia de Azerêdo, 2007) que ocorrem na zona estudada. Desenvolve-se significativamente na zona Sul e Sudoeste das pedreiras e é essencialmente constituída por lutitos vermelhos e arenitos argilosos gipsíferos (Figura V.14). O gesso surge a preencher pequenas fraturas (fibroso) ou sob a forma de disseminações (em placas). Nesta unidade

também ocorrem alguns níveis dolomíticos. A Formação de Dagorda estende-se para Sul, estando coberta por areias de duna.

As argilas constituintes desta formação são alvo de extração, existindo a pedreira dos barros/argilas na Pedreira de Alva de Pataias. A extração é efetuada de forma direta com recurso a equipamento mecânico móvel, uma vez que o material é bastante brando e de fácil remoção, estando a exploração condicionada às condições climáticas, uma vez que aumentam as dificuldades de circulação sobre argilas com excesso de humidade.

3.3 Unidades de cobertura

As coberturas arenosas que ocorrem no local estudado, Areias de duna e as unidades arenosas do Pliocénico, por vezes sobrepõem-se, tal como ocorre no topo Nordeste da “Pedreira dos Cinzentos” e na “Pedreira dos Brancos”, e ainda nalguns locais da Pedreira de Olhos de Água”, criando dificuldades na sua diferenciação. É bastante evidente a existência de areias de duna no flanco Oeste da pedreira das argilas, assim como também o é no exterior Norte da Pedreira de Alva de Pataias.

As areias de dunas assentam discordantes sobre as unidades subjacentes, sob a forma de areias finas soltas, siliciosas. Os depósitos arenosos de cobertura Pliocénicos são compostos por arenitos e alguns seixos de dimensão diversa, apresentando também uma fração argilosa e que facilmente colmatam os espaços nas zonas carsificadas.

As areias de duna são alvo de extração, juntamente com as argilas da Formação de Dagorda, enquanto os depósitos arenosos do Pliocénico, dada a variação granulométrica, não são objeto de exploração.

VI. Considerações finais

A execução desta dissertação foi levada a cabo com o intuito de identificar alguns aspetos da importante zona de extração de calcários de Pataias. O prévio conhecimento da zona serviu para uma abordagem inicial e assim avaliar as potencialidades para a realização do trabalho, e também para planear alguns dos passos a dar. Sendo um trabalho de geologia, mais precisamente recursos geológicos, o trabalho de campo foi fundamental para a obtenção dos dados necessários para a progressão do trabalho. No entanto, esta fase foi bastante complexa, uma vez que foi necessário conciliar as visitas aos locais pretendidos, as Pedreiras de Olhos de Água e Alva de Pataias, com os trabalhos de extração em curso.

A introdução teórica, não menos importante, incidiu sobre as diversas vertentes que envolvem os recursos geológicos, passando pelo conhecimento e identificação histórica, regulamentos e regras da atividade extrativa, e todo o enquadramento geológico do local e zona envolvente.

No capítulo II foi feita uma análise aprofundada da legislação que regula o setor dos recursos geológicos, mais particularmente a atividade extrativa, com particular incidência sobre a especificidade da atividade local – extração em pedreiras a céu aberto. A evolução histórica da legislação para recursos geológicos em Portugal é apresentada no Capítulo II, mostrando as adaptações a realidades diferentes ao longo dos tempos, mas tentando sempre responder às necessidades do momento, nem sempre alcançado esse objetivo, como é referido o caso da Lei de Pedreiras, Decreto-Lei 270 de 6 de Outubro de 2001. A legislação é e deverá ser sempre considerada uma importante ferramenta de trabalho para o desenvolvimento da atividade extrativa, assumindo particular relevância na preservação e utilização racional dos recursos.

Uma vez que os calcários apresentam uma grande diversidade de tipos, formas e utilizações, no Capítulo III foi feita uma seriação e identificação, assim como a apresentação de alguns exemplos de utilização dos calcários. Esta abordagem acabou por evoluir para a utilização histórica dos calcários que ocorrem na zona em estudo – produção de cal e cimento. Estes foram inicialmente explorados tendo como principal objetivo alimentar os fornos de cal existentes nas imediações da zona estudada, passando posteriormente a ser a produção de cimento o destino dos calcários extraídos. Através da análise da história da Fábrica de Cimentos de Pataias, ficou perceptível que a sua instalação, já na segunda metade do século 20, foi também um dos fatores para o declínio da produção de cal na zona.

Entre a pedreira de Olhos de Água e Alva de Pataias existe grande quantidade de ruínas de fornos, e o que parecem ser vestígios de algumas “caboucas” das quais se extraía a pedra para os fornos. Considera-se assim que este poderia ser um local com bastante potencial para a instalação de um núcleo museológico da “arte”.

Os aspetos geológicos, em particular a litologia, estratigrafia e características estruturais foram o núcleo central desta dissertação. Nos capítulos IV e V, foram abordados os pontos anteriores, com o enquadramento geológico da zona estudada na Bacia Lusitânica, realçando alguns pontos da sua formação e evolução, em particular a abertura do Atlântico e os ciclos sedimentares. Após a análise de campo, verificou-se que os terrenos estudados, datados do Jurássico Médio, apresentam características litostratigráficas que podem ser correlacionáveis com as formações de Barranco do Zambujal, Chão das Pias e possivelmente Serra de Aire, do Maciço Calcário Estremenho. Este foi um dos pontos importantes a reter na realização deste trabalho, uma vez que é evidente a contribuição para a definição das unidades litostratigráficas presentes.

Nas pedreiras de Olhos de Água e Alva de Pataias – Pedreira dos Brancos, ocorre uma estrutura bioconstruída, recifal, de dimensão assinalável que assume um papel importante devido ao facto de não ser conhecida estrutura com tal desenvolvimento nas unidades que lhe são equivalentes.

A preservação de um recurso geológico é a sua exploração de forma sustentável e proteção de fatores externos. Tendo presente estes conceitos, e dada a importância da jazida de calcários estudada, considera-se francamente positiva a criação da zona de concessão existente para o local e referida anteriormente. Para além disso, deve ser também considerado que este tipo de exploração cria impactes para além da área licenciada. Assim, quando forem analisadas alterações das áreas urbanas envolventes, deve ser tido em conta a existência deste recurso neste local, com a importância conhecida, devendo evitar-se a aproximação da área urbana destes locais e, conseqüentemente, evitar focos de conflito entre as pedreiras e a população envolvente.

Referências bibliográficas

ALARCÃO, J., 1978 – Argamassas de Asfalto e de Cal na Antiguidade. In: História, 1, Nov., Lisboa: Editorial O Jornal, pp. 20-24.

Ambi 22 Estudos e Projetos de Ambiente, Lda., 2006 – Estudo de Impacte Ambiental. Ampliação da área de exploração da pedreira Alva de Pataias – Licença nº 2031 (Resumo Não Técnico).

AMZALAK, M., 1953 – Catão e a agricultura. Editorial Império. Lisboa.

AZAMBUJA, J., 1998 – Cidade da Marinha Grande Subsídios para a sua história. Marinha Grande: Câmara Municipal da Marinha Grande.

AZERÊDO, A. C., DUARTE, L. V., HENRIQUES, M. H., MANUPELLA, G., 2003 – Da dinâmica continental no Triásico aos mares do Jurássico Inferior e Médio, Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa.

AZERÊDO, A. C., 2007 – Formalização da litostratigrafia do Jurássico Inferior e Médio do Maciço calcário Estremenho (Bacia Lusitânica), Comunicações Geológicas, 2007, T94, pp 29-51.

AZERÊDO, A. C., CABRAL, M. C., MARTINS, M. J., LOUREIRO, I. M., INÊS, N., 2010 – Estudo Estratigráfico dum novo afloramento da Formação de Cabaços (Oxgordiano) na região da Serra do Bouro (Caldas da Rainha), Comunicações Geológicas, 2010, T97, pp 05-22.

CARVALHO, A. M. G., 2006 – Geologia Sedimentar. Volume III – Rochas Sedimentares. Coleção Sopas de Pedra. Ancora Editora, Lisboa, 3332 p.

COROADO, J., FERRAZ, E., ROCHA, F., 2010 – Apontamentos sobre a Evolução Regulamentar da Exploração de Massas Mineiras:1434-2010, Boletim de Minas 45.

COSTA, J. R. G., MOREIRA, J. C. B., MANUPPELLA, G., 1988 – Calcários Ornamentais do Maciço Calcário Estremenho. Estudos, Notas e Trabalhos, DGGM, 1988, t.30, pp. 51-88.

DINIS, J. L., 2001. Definição da Formação de Figueira da Foz – Aptiano a Cenomaniano do sector central da margem oeste ibérica. *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*, 88, 127-160.

DGGM, 1985 – Catálogo das Argilas Portuguesas Utilizadas na Industria Cerâmica. Direção Geral de Geologia e Minas, Ministério da Industria e Energia, Porto, 175 p.

DGGM, 1990 – Recursos geológicos – Legislação. Secretaria de Estado da Energia, Direção Geral de Geologia e Minas, Ministério da Industria e Energia, 326 p.

Diário da República – Diário da República Eletrónico. Disponível em <http://dre.pt/>

DUARTE, L.V., 1997 – Facies analysis and sequential evolution of the Toarcian-Lower Aalenian series in the Lusitanian Basin (Portugal). *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*, L. 83, pp 65-94.

DUARTE, L.V.& SOARES,A.F., 2002 - Litostratigrafia das séries margo-calcárias do Jurássico inferior da Bacia Lusitânica. Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa.

DUARTE, L.V., 2007 – Lithostratigraphy, sequence stratigraphy and depositional setting of the Pliensbachian and Toarcian series in the Lusitanian Basin. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, Nº 16, PP. 17-23.

DUARTE, L.V., SILVA R. L., OLIVEIRA L. C. V., COMAS-RENGIFO M. J., SILVA F., 2010 – Organic-Rich facies in the Sinemurian and Pliensbachian of the Lusitanian Basin, Portugal: Total organic carbon distribution and relation to transgressive-regressive facies cycles. *Geologica Acta* (disponível em www.geologica-acta.com) Vol. 8 Nº 3, pp. 325-340.

FRANÇA, J. C. & ZBYSZEWSKY, G., 1963 – Carta Geológica de Portugal na escala 1/50000. Notícia explicativa da Folha 26-B, Alcobaça, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 51 p.

FRANÇA, J. C., ZBYSZEWSKY, G., DEUS, P. C., RODRIGUES, A., RODRIGUES, L., TEIXEIRA, C., 1964 – Carta Geológica de Portugal na escala 1/50000, Folha 22-D, Marinha Grande, Serviços Geológicos de Portugal.

JORNAL DE PATAIAS, 1994. Nº 160 de 6 de Junho de 1994.

KULLBERG, J. C. R. 2000 – Evolução Tectónica Mesozóica da Bacia Lusitaniana. Tese de Doutoramento (Não publicada), Volume 1, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 307 p.

LEINFELDER, R.R. & WILSON, R.C.L., 1998. - Third-order sequences in an Upper Jurassic rift-related second-order sequence, central Lusitanian Basin, Portugal. In: DE GRACIANSKY, P.-C., HARDENBOL, J., JACQUIN, T. and VAIL, P.R. (Eds.): Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins. *SEPM Special Publication*, **60**, pp. 507-525.

MANUPELLA, G., MOREIRA, J. C. B., ROMÃO, M. L., 1981 – Calcários Portugueses - Sua utilização. *Boletim de Minas*, 18 (4) Out / Dez 1981, p 271-283, Lisboa.

MARTINS, J.M., 2007 – Series do meio marinho interno do Jurássico Médio de Condeixa-Sicó-Alvaiázere: Sedimentologia, micropaleontologia e correlação com o Maciço Calcário Estremenho. Tese de Doutoramento (Não publicada).

MARTINS, J. M., 2008 – Litostratigrafia das séries de meio marinho interno do Jurássico Médio da região de Condeixa-Sicó-Alvaiázere (Portugal). *Comunicações Geológicas*, 2008, t. 95, pp 27-49

MOURA, A., VELHO, J.L., 2012 – Recursos Geológicos de Portugal, Palimage Editores, 574 p.

NATIVIDADE, M. V., 1960 – Mosteiro e Coutos de Alcobaça. Tipografia Alcobacense. Alcobaça

PINHEIRO, L. M., WILSON, R. C. L., REIS, R. P., WHITMARSH, R. B., RIBEIRO, A. (1996) – THE WESTERN IBERIAN MARGIN: A GEOPHYSICAL AND GEOLOGICAL OVERVIEW, Whitmarsh, R. B., Sawyer, D. S., Klaus, and Masson, D.G. (Eds), 1996 – Proceedings of the ocean drilling program, Scientific results, Vol. 149.

REIS, R. P., CUNHA, P.M.R., DINIS, J.L. and TRINCÃO, P., 1999. Geologic evolution of Lusitanian Basin during Late Jurassic (Portugal). In: HALL, R.L., SMITH, P.L. (Eds.): *Advances in Jurassic Research 2000. GeoResearch Forum*, **6**, 345–356.

REY, J, DINIS, J. L., CALLAPEZ, P. & CUNHA, P. P., 2006 – Da rotura continental à margem passiva. Composição e evolução do Cretácico de Portugal. *Cadernos de Geologia de Portugal*, Instituto Geológico Mineiro, Lisboa.

RIBEIRO, A., ANTUNES, M. T., FERREIRA, M. P., ROCHA, R. B., SOARES, A. F., ZBYSZEWSKI, G., ALMEIDA, F. M., CARVALHO, D. & MONTEIRO J.H., 1979 – Introduction à la Géologie Générale du Portugal, *Serviços Geológicos de Portugal*, Lisboa.

RIBEIRO, A., SILVA, J. B., CABRAL, J., DIAS, R., FONSECA, P., KULLBERG, M. C., TERRINHA, P. & KULLBERG, J. C., 1996. – Tectonics of the Lusitanian Basin. Final Report, Proj. MILUPOBAS, Contract n° JOU-CT94-0348, ICTE/GG/GeoFCUL; 126 p., Lisboa.

ROCHA, R. B. & SOARES, A. F., 1984 – Algumas reflexões sobre a sedimentação jurássica na orla mesocenoica ocidental de Portugal. *Mem. Notícias* 97, 133-142, Coimbra.

RUGET-PERROT, C., 1961 – Etudes stratigraphiques sur le Dogger et le Malm inférieur du Portugal au Nord du Tage. *Mem. Serv. Geol. Portugal, N.S.*, Lisboa, 7, 197 p.

SGP, 1968 – Carta Geológica de Portugal na escala 1/1000000. Direção Geral de Minas e Serviços Geológicos, *Serviços Geológicos de Portugal*.

SGP, 1992 – Carta Geológica de Portugal na escala 1/500000 (Folhas Norte e Sul). Direção-Geral de Geologia e Minas, Secretaria de Estado da Industria, Ministério da Indústria e Energia. *Serviços Geológicos de Portugal*.

SOARES, A. F., ROCHA, R. B., ELMÍ, S., HENRIQUES, M. H., MOUTERDE, R., ALMERAS, Y., RUGET-PERROT, C., MARQUES, J., DUARTE, L., CARAPITO, M. C., KULLBERG, J. C., 1993 – Le sous-bassins nord-lusitanien (Portugal) du Trias au Jurassique moyen: histoire d'un "rift avorté", *C. R. Acad. Sci. Paris*, t 317, Serie II, p 1659-1666.

TEIXEIRA, C., GONÇALVES, F., 1980 – Introdução à Geologia de Portugal, Instituto Nacional de Investigação Científica, Lisboa.

TEIXEIRA, C., FRANÇA, J. C., ZBYSZEWSKY, G., FERREIRA, O. V., MATOS, M., OLIVEIRA, J., RODRIGUES, L., RODRIGUES, A. MANUPPELLA, G., 1966 – Carta Geológica de Portugal na escala 1/50000, Folha 23-C, Leiria, Serviços Geológicos de Portugal.

TEIXEIRA, C., ZBYSZEWSKY, G., ASSUNÇÃO, C. Torre, MANUPELLA G., 1968 - Notícia explicativa da Folha 23-C (Leiria) da Carta Geológica de Portugal na escala 1/50000, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 99 p.

TINTANT, H., 1967 - Précisions sur le Bathonien et le Callovien dans la region de Maceira, Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, Tomo LI, Lisboa.

VELHO, J., GOMES, C., ROMARIZ, C., 1998 – Minerais Industriais: Geologia, Propriedades, Tratamentos, Aplicações, Especificações, Produções e Mercados, Coimbra, 591 p.

WILSON, R. C. L., HISCOTT, R. N., WILLIS, M. G., GRADSTEIN, F. M., 1989 – The Lusitanian Basin of west-central Portugal: Mesozoic and Tertiary tectonic, stratigraphic and subsidence history. American Association of Petroleum Geologists, 46 (Memoir), 341.361.

ZBYSZEWSKY, G., 1959 – Étude structurale de l'aire typhonique de Caldas da Rainha. Memórias N°3 (nova série), Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 184 p.

ZBYSZEWSKY, G., MATOS, R., MATOS, M., DEUS, P. C., OLIVEIRA, J., RODRIGUES, L., NERY, F., RODRIGUES, A., 1959 – Carta Geológica de Portugal na escala 1/50000, Folha 26-D, Caldas da Rainha, Serviços Geológicos de Portugal.

ZBYSZEWSKY, G. & ALMEIDA, F. M., 1960 – Carta Geológica de Portugal na escala 1/5000. Notícia explicativa da Folha 26-D, Caldas da Rainha, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 56 p.

ZBYSZEWSKY, G., FRANÇA, J. C., FERREIRA, O. V., MATOS, M., DEUS, P. C., OLIVEIRA, J., RODRIGUES, L., RODRIGUES, A. & NERY, F., 1961 – Carta Geológica de Portugal na escala 1/50000, Folha 26-B, Alcobaça, Serviços Geológicos de Portugal.

ZBYSZEWSKY, G. & ASSUNÇÃO, C. T., 1965 – Carta Geológica de Portugal na escala 1/5000. Notícia explicativa da Folha 22-D, Marinha Grande, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 45 p.

ZBYSZEWSKY, G.; FARIA, J. B., 1967 - Os jazigos de lignitos da região de Caldas da Rainha. Boletim de Minas (4-1 Jan. Mar.) Lisboa, pp. 3-34.

ZBYSZEWSKY, G., MANUPPELLA, G., FERREIRA, O. V., MATOS, R., MATOS, M., DEUS, P. C., OLIVEIRA, J., RODRIGUES, L., RODRIGUES, A., 1970 – Carta Geológica de Portugal na escala 1/50000, Folha 27-A, Vila Nova de Ourém, Serviços Geológicos de Portugal.

ZBYSZEWSKY, G., MANUPPELLA, G., FERREIRA, O. V., MOUTERDE, R., RUGET-PERROT, C., ASSUNÇÃO, C. T., 1974 – Carta Geológica de Portugal na escala 1/50000. Notícia explicativa da Folha 27-A, Vila Nova de Ourém, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 82 p..

ANEXO I – Dados de campo

Alva de Pataias – Pedreira dos brancos

Ponto Observação	Latitude GPS WGS84	Longitude GPS WGS84	Descritivo
1	39°39'28"N	8°59'57"O	Frente com carsificação visível. Sem estratificação definida
2	39°39'30"N	8°59'52"O	
3	39°39'33N	8°59'56"O	Frente com calcários bastante brancos, cristalinos. Estratificação bem definida, NE-SW, NW.
4			Zona bastante carsificada e com a ocorrência de alguns fósseis de corais. Ocorrência de material arenoso detrítico de dimensão diversa
5	39°39'33"N	8°59'56"O	Zona no patamar 2. Calcários muito brancos e friáveis (pulverulentos) e aspeto arenoso. Presença de lamelibrânquios. Intercalações de calcários cinzentos azulados compactos. Mineralizações de calcite frequentes
6	39°39'25"N	9°00'00"O	Patamar do topo. Calcários brancos intercalados por alguns de tonalidade mais escura (sujo). Estratificação bem definida (NE-SW, NW), com diáclases transversais (a cortar estratificação). Por vezes as superfícies de estratificação não se distinguem com clareza devido ao forte diaclasamento. Zona bastante fraturada.
7	39°39'30"N	8°59'59"O	Calcários bastante fraturados e carsificados. Mineralização de calcite com cristais decimétricos. A orientação

			das camadas situadas a Norte é NE-SW, 35°NW
8	39°39'30"N	8°59'50"O	Calcários fortemente carsificados e sem estratificação. Bolsas de carsificação verticais (cilíndricas), colmatadas por material areno argiloso. Existência de estrutura coralífera de grande dimensão – calcários biohéricos
8A	39°39'33"N	8°59'54"O	Calcários carsificados com fósseis de corais. Estratificação NE-SW, NW
9	39°39'35"N	8°59'57"O	Calcários carsificados com fósseis de corais. Estratificação SW-NE, NW

O patamar do flanco oposto ao ponto 8 não apresenta estrutura coralífera.

Alva de Pataias – Pedreira dos cinzentos e do barro / argila

Ponto Observação	Latitude GPS WGS84	Longitude GPS WGS84	Descritivo
1			. Contacto entre as argilas vermelhas, calcários dolomíticos ou dolomitos com os calcários do Bajociano. Contacto por falha NW-SE, NE
2	39°39'01"N	9°00'14O	Argilas gipsíferas (apresentam muitas placas de gesso). Orientação dos calcários que contactam com as argilas N-S, 30°E
2 ^a			Zona de areia de duna a cobrir as argilas de cor vermelha
3	39°39'20"N	9°00'09"O	Zona com calcários muito carsificados, existindo estalactites e estalagmites. Na base do patamar já existe orientação e é N-S, 25°E
4	39°39'26"N	9°00'23"O	Calcários brancos, com algumas

			intercalações de material pulverulento. Estratificação bem definida com camadas métricas e orientação E-O, 35°N ou NE
5	39°39'23"N	9°00'24"O	Calcário desagregado e fraturado, com diaclases. Bastante carsificado (intercalações de terra – material de cobertura que poderá penetrar nas bolsas de carsificação).
6	39°39'30"N	9°00'14"O	Possível rotação com afundamento das camadas para NW. Possível existência de descontinuidade mais extensa
7	39°39'28"N	9°00'18"O	Amonite (recolhida em material já arrancado não sendo possível localizar a origem precisa)
8	39°39'19"N	9°00'07"O	- Flanco Norte - Estratificação bem definida, mas os calcários estão bastante fraturados. - Flanco Este - Apresenta algumas diaclases. Afundamento para N ou NE 25°. Intercalações arenosas e calcários muito carsificados, com algumas mineralizações de calcite. Camadas entre 0.5 e 1.5 m de espessura
9	39°39'23"N	9°00'07"O	Frentes bastante fraturadas e diaclasadas, com pendores para S. Algumas intercalações arenosas concordantes com os calcários. No flanco E, na zona mais central, surgem depressões ou mesmo estruturas cilíndricas com corais, preenchidas por areia. Ocorrem alguns equinoides.
10	39°39'28"N	9°00'09"O	Local com estrutura coralífera muito desenvolvida, abrangendo a totalidade

			da frente de desmonte. Mantém-se a estratificação.
11	39°39'29"N	9°00'11"O	Calcários brancos. Estratificação coincidente com a atitude geral. Diaclases com 40° a 45° SW. No topo destes calcários surgem camadas mais finas com alguns calcários mais arenosos. No flanco N as camadas mantém-se com direção E-O com pendor para NNE
12	39°39'26"N	9°00'25"O	Camadas de calcário com direção E-O, 30° a 35° NNE. Camadas maciças, de espessura métrica Visível a ocorrência de algumas belemnites
13	39°39'16"N	9°00'19"O	Contacto entre as Margas de Dagorda e calcários do Bajociano. Ocorrência de belemnoides e amonoides. Na frente de desmonte são visíveis diaclases.
13A			Afloramento de argilas e argilas em contato com calcários

Olhos de Água

Ponto Observação	Latitude GPS WGS84	Longitude GPS WGS84	Descritivo
P1OA	39°39'45"N	8° 59'18"O	Calcários de tonalidade amarelada, com cristalizações de calcite
P2OA	39°39'45"N	8°59'19"O	Calcários de tonalidade branca, amarelada, com algumas mineralizações de calcite. Ocorrência de fósseis de corais e alguns lamelibrânquios
P3OA	39°39'45"N	8°59'23"O	Estrutura bioconstruída coralífera a encostar verticalmente nos calcários

			Estratificação sub vertical N-S
P4OA	39°39'44"N	8°59'24"O	Estratificação vertical aparente com orientação NW-SE. Algumas intercalações arenosas. Ocorrência de fósseis de corais e lamelibrânquios
P5OA	39°39'45"N	8°59'25"O	Calcários com bastantes intercalações arenosas de enchimento das depressões. Ocorrência de crinoides (raros) e bastante quantidade de espículas de ouriços (radíolas de equinodermes). Também ocorrem alguns blocos compactos de grande dimensão com braquiópodes
P6OA	39°39'44"N	8°59'28"O	Calcários muito compactos com estratificação vertical. Ausência de fósseis. Depósitos verticais arenosos
P7OA	39°39'44"N	8°59'28"O	
P8OA	39°39'43"N	8°59'26"O	Calcários bastante fossilíferos com diversas radíolas de equinodermes Estrutura carsificada
P9OA	39°39'41"N	8°59'26"O	Frente de desmonte exposta à algum tempo. Calcários escuros compactos
P10OA	39°39'46"N	8°59'21"O	Calcários com estrutura recifal pouco definida. Calcários muito fraturados e com estratificação sub vertical, NNW-SSE. Existência de diaclases
P11OA	39°39'45"N	8°59'23"O	Ocorrência de calcários de cor amarelada com fósseis de corais. Material muito fraturado e carsificado, com enchimento arenoso
P12OA	39°39'46"N	8°59'25"O	Afloramento reduzido. Orientação preferencial NNW-SSE Fraturas com enchimento por areia fina - duna
P13OA	39°39'46"N	8°59'27"O	Calcários amarelados (contaminação de enchimento) apresentando-se por vezes muito brancos. Fraturados, tipo brecha, e com muitas radíolas.

			Estratificação não definida
P14OA	39°39'47"N	8°59'29"O	Frente de exploração com cerca de 15 m, composta essencialmente por calcários brancos cristalinos, bastante compactos. Estratificação não definida, apesar de existir uma linha de descontinuidade que continua para o patamar inferior 17°NW
P15OA	39°39'40"N	8°59'25"O	Cobertura de areia grosseira com seixo, sobre calcários brancos bastante fraturados
P16OA	39°39'40"N	8°59'30"O	Frente calcária bastante desagregada, com fraturas diversas, preenchidas por material arenoso e material fossilífero – radiólas equinodermes
P17OA	39°39'40"N	8°59'33"O	Frente com bastantes depressões preenchidas por material areno argiloso. Estruturas carsificadas com ocorrência de algumas cristalizações de calcite. Biocalcarenito (desagrega-se com facilidade)
P18OA	39°39'42"N	8°59'34"O	Calcário bastante coeso e fino, pouco fossilífero. Estratificação mal definida mas a fundar para NW
P19OA	39°39'43"N	8°59'35"O	Calcários brancos maciços mas um pouco fraturados. Cavidades verticais preenchidas por material arenoso de cobertura. Ocorre muito material fóssil, ouriços e radiólas
P20OA	39°39'45"N	8°59'34"O	Frente com calcários brancos e amarelados fossilíferos a intercalar. Estrutura carsificada e carsificação vertical com orientação próxima de E-W
P21OA	39°39'45"N	8°59'34"O	Calcários carsificados, de tonalidade castanha, com bastante fósseis de

			corais. Parecem dispor-se sobre alinhamento vertical E-W. Existência de cavidades cilíndricas preenchidas por material argilo-arenoso
P22OA	39°39'47"N	8°59'30"O	Calcários maciços brancos de possança elevada. Estratificação sub vertical e vertical com orientação E-W. Esta estratificação dá continuidade há vinda dos patamares de cima. Ocorrência de lamelibrânquios
P23OA	39°39'44"N	8°59'32"O	Base da pedreira. Calcários brancos, maciços. Com fracturação e estratificação pouco clara e definida, com orientação possível para SE (20)
P24OA	39°39'43"N	8°59'30"O	Calcários muito carsificados com argilas, areias e muitas radiólas de equinodermes. Neste patamar e mais para Norte os calcários são mais maciços, brancos, com menos fósseis. Em ambos os casos parece existir uma estratificação SE-NW ou E-W. Na ponta deste patamar surgem corais e alguma carsificação

Pedreira com exploração suspensa, mas parcialmente explorada.