PROJETO DE SUSTENTABILIDADE DA INDÚSTRIA EXTRATIVA
EXPLORAÇÃO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS NO MACIÇO CALCÁRIO ESTREMENHO

PLANO DE GESTÃO DOS RESÍDUOS DE EXTRAÇÃO

VISA consultores

Assimagra® Recursos Minerais

COMPETE PROGRAMA OPERACIONAL FACTORES DE COMPETITIVIDADE

QREN QUADRO DE REFERÊNCIA ESTRATÉGICO NACIONAL

UNIÃO EUROPEIA Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

Fevereiro de 2015

(Página intencionalmente deixada em branco)

FICHA TÉCNICA DO AUTOR

EQUIPA TÉCNICA

TÉCNICO	INTERVENÇÃO
Mário Bastos	Supervisão
Pedro Mimoso	Controlo de qualidade
João Meira	Coordenação e metodologia geral
Sofia Sobreiro	Geologia Caracterização dos resíduos Sistemas de Informação Geográfica
Sofia Franco	Caracterização dos resíduos Caracterização das indústrias
Humberto Guerreiro	Caracterização das operações
Nuno Ferreira	Ambiente

CONTROLO DE QUALIDADE

TAREFA	NOME	DATA	RÚBRICA
VERIFICADO	Pedro Mimoso	16-02-2015	
APROVADO	Mário Bastos	16-02-2015	

(Página intencionalmente deixada em branco)

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO 1
1.1. ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS 1
1.2. OBJETO DO PGRE 2
1.3. ENQUADRAMENTO GERAL DO PGRE 3
1.4. PARTICIPAÇÃO DAS ENTIDADES OFICIAIS 5
2. ÂMBITO GEOGRÁFICO 6
3. VISÃO DO PGRE 14
4. OBJETIVOS DO PROCESSO DE ELABORAÇÃO DO PGRE 15
5. ENQUADRAMENTO LEGAL 16
5.1. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL 16
5.2. DEFINIÇÕES E CONCEITOS 16
5.3. PRINCÍPIOS GERAIS DA GESTÃO DE RESÍDUOS 20
6. CONCEÇÃO GERAL DO PGRE 22
6.1. ENQUADRAMENTO 22
6.2. RESÍDUOS MINEIROS 23
6.2.1. Prevenção e redução 23
6.2.2. Valorização 23
6.2.3. Eliminação 25
6.3. RESÍDUOS NÃO MINEIROS 26
6.3.1. Armazenamento 26
6.3.2. Recolha 26
6.3.3. Soluções integradas 26
7. CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA 28
7.1. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA 28
7.1.1. Enquadramento 28
7.1.2. O Maciço Calcário Estremenho no contexto da bacia lusitaniana 28
7.1.2.1. Enquadramento regional 28
7.1.2.2. Geomorfologia 30
7.1.2.3. Geologia 31
7.1.2.4. Tectónica 34
7.1.3. Enquadramento geológico e geomorfológico das AIE 35
7.1.4. Caracterização geológica das AIE 36
7.1.4.1. AIE do Codaçal 36
7.1.4.2. AIE do Pé da Pedreira 39
7.1.4.3. AIE de Moleanos 40
7.1.4.4. AIE da Cabeça Veada 42
7.1.4.5. AIE da Portela das Salgueiras 43
7.2. CARACTERIZAÇÃO DAS ROCHAS ORNAMENTAIS 46
7.2.1. Caracterização físico-mecânica 46
7.2.2. Caracterização mineralógica e química 49
7.2.3. Aptidão ornamental 52
7.2.4. Aptidão industrial 53
7.3. CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS 54
7.3.1. Tipologias de resíduos 54
7.3.1.1. Resíduos de extração 54
7.3.1.2. Resíduos não mineiros 54
7.3.2. Natureza química e física dos resíduos 55
7.3.2.1. Resíduos de extração 55
7.3.2.2. Resíduos não mineiros 58
7.3.3. Origem dos resíduos 58

7.3.3.1. Resíduos de extração 58
7.3.3.2. Resíduos não mineiros 61
7.3.4. Soluções de gestão dos resíduos de extração 61
7.3.4.1. Valorização e eliminação 61
7.3.4.2. Localização das operações de valorização e eliminação 62
7.3.5. Acessos existentes 70
7.4. CARACTERIZAÇÃO DAS ESCOMBREIRAS 70
7.5. CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE BRITAGEM E CLASSIFICAÇÃO 73
7.6. CARACTERIZAÇÃO DAS INDÚSTRIAS CONSUMIDORAS DE CALCÁRIO 75
7.6.1. Considerações gerais 75
7.6.2. Indústrias consumidoras de calcário 75
7.6.2.1. Cal 75
7.6.2.2. Cimentos, argamassas e misturas betuminosas 77
7.6.2.3. Vidro 78
7.6.2.4. Cerâmica 79
7.6.2.5. Metalurgia 80
7.6.2.6. Agricultura 81
7.6.2.7. Agroalimentar e alimentar 81
7.6.2.8. Papel 82
7.6.2.9. Plásticos 84
7.6.2.10. Tintas 84
7.6.2.11. Borracha 85
7.6.2.12. Ambiente 86
7.6.3. Consumo anual de calcário em Portugal 86
7.6.4. Origem do calcário para a indústria 89

8. METODOLOGIA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS 92

8.1. OPERAÇÕES DE GESTÃO DE RESÍDUOS 92
8.2. RESÍDUOS DE EXTRAÇÃO 93
8.2.1. Quantificação dos resíduos de extração 93
8.2.1.1. Pressupostos 93
8.2.1.2. Quantificação 110
8.2.2. Princípio da hierarquia dos resíduos 119
8.2.3. Operações de gestão 120
8.2.3.1. Recolha 120
8.2.3.2. Armazenagem 120
8.2.3.3. Tratamento 120
8.2.3.4. Valorização 121
8.2.3.5. Eliminação 122
8.2.4. Destinos de valorização 123
8.2.4.1. Recuperação paisagística 123
8.2.4.2. Valorização noutras indústrias 124
8.2.4.3. Quantificação 125
8.2.5. Princípios para o encaminhamento dos resíduos 127
8.2.6. Procedimentos básicos a aplicar para a gestão dos resíduos 127
8.2.7. Definição das prioridades no desmonte de diferentes variedades comerciais 128
8.2.8. Tratamento e transformação 129
8.2.9. Critérios a aplicar para o corte e serragem de pedra 130
8.2.10. Valorização para a recuperação paisagística 130
8.2.11. Zonamento das escombreiras 132
8.2.12. Eliminação em escombreiras 133
8.2.13. Constituição de instalações de resíduos 134
8.2.13.1. Orientações para a elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos 134
8.2.13.2. Regras para a construção, exploração e encerramento de instalações de resíduos 136
8.3. RESÍDUOS NÃO MINEIROS 138
8.3.1. Operações de gestão 138
8.3.2. Regras de armazenamento 139
8.3.3. Regras de transporte 140

8.3.4. Manutenções dos equipamentos 141
8.4. UNIDADES INDUSTRIAIS DE BRITAGEM E CLASSIFICAÇÃO DE PEDRA 142
8.4.1. Características das unidades industriais de britagem e classificação de pedra 142
8.4.2. Condicionantes à implantação das unidades industriais de britagem e classificação de pedra 143
8.5. SOLUÇÕES INTEGRADAS PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS 143
8.6. ACESSOS 145
8.7. PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS 146
8.7.1. Medidas de carácter geral 146
8.7.2. Medidas de carácter específico 148
8.7.2.1. Recursos hídricos superficiais e subterrâneos 148
8.7.2.2. Qualidade das águas 149
8.7.2.3. Solos 149
8.7.2.4. Ocupação do solo 150
8.7.2.5. Qualidade do ar 150
8.7.2.6. Ambiente sonoro 150
8.7.2.7. Flora e vegetação e Fauna e habitats 150
8.7.2.8. Paisagem 151
8.7.2.9. Património arqueológico e arquitetónico 151
9. CONCLUSÕES 152
BIBLOGRAFIA 157
ANEXOS
PEÇAS DESENHADAS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Enquadramento geográfico do PNSAC e das AIE. 7
Figura 2 – Enquadramento geográfico da AIE de Moleanos. 8
Figura 3 – Enquadramento geográfico da AIE da Portela das Salgueiras. 9
Figura 4 – Enquadramento geográfico da AIE da Cabeça Veada. 10
Figura 5 – Enquadramento geográfico da AIE do Pé da Pedreira. 11
Figura 6 – Enquadramento geográfico da AIE do Codaçal. 13
Figura 7 – Delimitação do MCE no território nacional. 29
Figura 8 - Enquadramento do MCE no Setor Central da Bacia Lusitaniana. 30
Figura 9 – Modelo digital de terreno do MCE. 31
Figura 10 – Mapa geológico simplificado do MCE. 33
Figura 11 – Enquadramento das AIE no MCE. 36
Figura 12 – Ilustração do ciclo de produção das pedreiras. 60
Figura 13 – Localização das instalações de valorização para agregados na AIE de Moleanos. 65
Figura 14 – Localização das instalações de valorização para agregados na AIE do Codaçal. 66
Figura 15 – Localização da instalação de valorização para agregados na AIE do Pé da Pedreira. 67
Figura 16 - Localização da instalação de valorização para agregados na AIE da Portela das Salgueiras. 68
Figura 17 - Localização das instalações de britagem e classificação de pedra para a indústria de cal na AIE do Pé da Pedreira. 69
Figura 18 - Percentagem de elementos utilizados na produção de vidro. 79
Figura 19 - Distribuição geográfica dos centros de produção de calcário em Portugal. 91
Figura 20 - Distribuição percentual da produção de rochas do tipo calcário. 91

Figura 21 – Análise da espessura da cobertura de estéril máxima passível de extrair face à espessura da camada de calcário ornamental na AIE da Cabeça Veada. 97
Figura 22 – Análise da espessura da cobertura de estéril máxima passível de extrair face à espessura da camada de calcário ornamental na AIE do Codaçal. 98
Figura 23 – Análise da espessura da cobertura de estéril máxima passível de extrair face à espessura da camada de calcário ornamental na AIE de Moleanos. 98
Figura 24 – Análise da espessura da cobertura de estéril máxima passível de extrair face à espessura da camada de calcário ornamental na AIE do Pé da Pedreira..... 99
Figura 25 – Análise da espessura da cobertura de estéril máxima passível de extrair face à espessura da camada de calcário ornamental na AIE da Portela das Salgueiras. 99
Figura 26 - Zonas onde é viável a exploração de rocha ornamental na área do Projeto Integrado da Cabeça Veada. 100
Figura 27 - Zonas onde é viável a exploração de rocha ornamental na área do Projeto Integrado do Codaçal. 101
Figura 28 - Zonas onde é viável a exploração de rocha ornamental na AIE de Moleanos. 102
Figura 29 - Zonas onde é viável a exploração de rocha ornamental na área do Projeto Integrado do Pé da Pedreira.....103
Figura 30 - Zonas onde é viável a exploração de rocha ornamental na área do Projeto Integrado da Portela das Salgueiras. 104
Figura 31 - Zonas passíveis de exploração na área do Projeto Integrado da Cabeça Veada. 106
Figura 32 - Zonas passíveis de exploração na área do Projeto Integrado do Codaçal. 106
Figura 33 - Zonas passíveis de exploração na área do Projeto Integrado de Moleanos. 107
Figura 34 - Zonas passíveis de exploração na área do Projeto Integrado do Pé da Pedreira. 108
Figura 35 - Zonas passíveis de exploração na área do Projeto Integrado da Portela das Salgueiras.....109
Figura 36 – Modelo Digital do Terreno da AIE da Cabeça Veada (perspetiva de Sul para Norte). 111
Figura 37 - Modelo Digital do Terreno da AIE do Codaçal (perspetiva de Sul para Norte). 112
Figura 38 - Modelo Digital do Terreno da AIE de Moleanos (perspetiva de Sul para Norte). 112
Figura 39 - Modelo Digital do Terreno da AIE do Pé da Pedreira (perspetiva de Sul para Norte). 113
Figura 40 - Modelo Digital do Terreno da AIE da Portela das Salgueiras (perspetiva de Norte para Sul).....113
Figura 41 – Configuração final de escavação da AIE da Cabeça Veada (perspetiva de Sudeste para Noroeste). 114
Figura 42 - Configuração final de escavação da AIE do Codaçal (perspetiva de Sudoeste para Nordeste). 115
Figura 43 - Configuração final de escavação da AIE de Moleanos (perspetiva de Sudeste para Noroeste). 115
Figura 44 - Configuração final de escavação da AIE do Pé da Pedreira (perspetiva de Sudeste para Noroeste). 116
Figura 45 - Configuração final de escavação da AIE da Portela das Salgueiras (perspetiva de Nordeste para Sudoeste).....117

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Características físico-mecânicas de algumas variedades de calcários. 47
Quadro 2 – Características mineralógicas e químicas das variedades de calcários. 50
Quadro 3 – Aptidão ornamental dos calcários identificados nas AIE. 52
Quadro 4 – Códigos LER dos resíduos de extração. 54
Quadro 5 – Códigos LER dos resíduos não mineiros. 54
Quadro 6 – Demonstração do carácter de inerte das lamas resultantes do corte e serragem da pedra. 56
Quadro 7 – Caracterização das escombreiras existentes nas AIE. 63
Quadro 8 – Características gerais das escombreiras. 71
Quadro 9 – Caracterização das instalações de britagem existentes nas AIE. 74
Quadro 10 - Composição química de um calcário para fabricação de cimento. 77
Quadro 11 - Composição química de um calcário utilizado na produção de vidro. 79
Quadro 12 – Propriedades típicas do CCP. 83
Quadro 13 - Especificação de carbonato de cálcio utilizado na produção de tintas. 84
Quadro 14 - Produção de minerais de construção. 87
Quadro 15 - Produção de minerais para cimento e cal em 2011. 87
Quadro 16 - Vendas por indústria consumidora em 2011. 87
Quadro 17 - Tipos de rochas calcária (industrial e ornamental). 89
Quadro 18 – Cenários definidos para a determinação da REM a utilizar na AIE da Cabeça Veada. 95
Quadro 19 – Cenários definidos para a determinação da REM a utilizar na AIE do Codaçal. 96
Quadro 20 – Cenários definidos para a determinação da REM a utilizar na AIE de Moleanos. 96
Quadro 21 – Cenários definidos para a determinação da REM a utilizar na AIE do Pé da Pedreira. 96
Quadro 22 – Cenários definidos para a determinação da REM a utilizar na AIE da Portela das Salgueiras. 96
Quadro 23 – Cálculo de reservas realizado em cada Projeto Integrado. 118
Quadro 24 – Distribuição dos resíduos de extração para valorização em cada Projeto Integrado. 126

(Página intencionalmente deixada em branco)

1. INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS

A ASSIMAGRA - Associação Portuguesa dos Industriais de Mármores, Granitos e Ramos Afins, candidatou e viu aprovado pelo QREN, no âmbito do PROGRAMA: "Âncora 2 do *cluster* da Pedra Natural", o Projeto "Sustentabilidade Ambiental da Indústria Extrativa - Exploração Sustentável de Recursos no Maciço Calcário Estremenho".

Esse Projeto tem como objetivo geral a planificação territorial e ambiental da atividade extrativa em núcleos de pedreiras localizados no Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (PNSAC), onde são produzidas, maioritariamente, rochas ornamentais com características tecnológicas e estéticas que lhes conferem grande aceitação no mercado interno e externo.

Nos últimos anos, a atividade extrativa atravessou grandes dificuldades na área do PNSAC. De facto, a situação de esgotamento das pedreiras, aliada à inexistência de áreas alternativas consignadas em instrumento de gestão do território com uma tipologia de uso compatível com a atividade extrativa, perspetivam o estrangulamento de uma atividade de grande relevância económica e social na região.

O Plano de Ordenamento do PNSAC (POPNSAC)[1] veio propor instrumentos inovadores de enquadramento das atividades humanas através de uma gestão racional dos recursos naturais, incluindo o ordenamento da indústria extrativa, com vista a promover simultaneamente o desenvolvimento socioeconómico e o bem-estar das populações de forma sustentada.

Refere o POPNSAC que "*(…) Só com um grande esforço, também ao nível do planeamento, se poderá sustentar a prazo uma situação em que grande parte do património biológico, tal como o conhecemos hoje na região, depende, em maior ou menor grau, da presença humana, a qual, por outro lado, se apoia actualmente em actividades com forte impacte negativo para o património geológico, geomorfológico e paisagístico como é o caso da actividade extractiva ou a produção animal intensiva. A preocupação de encontrar pontos de equilíbrio sustentáveis, entre estas realidades contraditórias, aparece como a maior e mais urgente das preocupações de gestão do território* (…)".

Neste contexto, o POPNSAC propõe a criação de seis "Áreas de Intervenção Específica - Áreas sujeitas a exploração extrativa" (AIE), onde deverão ser "…*elaborados planos municipais de ordenamento do território visando o estabelecimento de medidas de compatibilização entre a gestão racional da extração de massas minerais, a recuperação das áreas degradadas e a conservação do património natural existente tendo em conta os valores e a sensibilidade paisagística e ambiental da área envolvente*".

Fazem parte do Projeto "Sustentabilidade Ambiental da Indústria Extrativa - Exploração Sustentável de Recursos no Maciço Calcário Estremenho" as seguintes AIE: Cabeça Veada (29 ha), Codaçal (98 ha), Moleanos (147 ha), Pé da Pedreira (1374 ha) e Portela das Salgueiras (63 ha). Foi excluída a AIE de Alqueidão da Serra que se localiza parcialmente no PNSAC e onde apenas decorre a exploração de calcários para calçada.

A agenda de elaboração do Projeto "Sustentabilidade Ambiental da Indústria Extrativa - Exploração Sustentável de Recursos no Maciço Calcário Estremenho" contemplou 3 fases:

[1] Ratificado pela Resolução de Conselho de Ministros (RCM) n.º 57/2010, de 12 de Agosto.

- FASE 1 - Caracterização da Situação de Referência;
- FASE 2 - Desenvolvimento de um modelo de gestão dos resíduos das explorações articulado com as restrições de natureza ambiental existentes;
- FASE 3 - Proposta de Ordenamento e Gestão Territorial dos Núcleos Extrativos e Desenvolvimento do Modelo de Gestão de Resíduos.

Neste contexto, o Projeto "Sustentabilidade Ambiental da Indústria Extrativa - Exploração Sustentável de Recursos no Maciço Calcário Estremenho" contemplou a realização dos seguintes documentos técnicos:

- Um Plano de Gestão dos Resíduos de Extração (PGRE), objeto deste documento;
- Planos de Intervenção em Espaço Rural para cada um dos municípios envolvidos[2] e respetivas Avaliações Ambientais Estratégicas nos termos do disposto no Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 de setembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 310/2003, de 10 de dezembro, pelo Decreto-Lei nº 316/2007, de 19 de setembro e pelo Decreto-Lei nº 46/2009, de 20 de fevereiro;
- Projetos Integrados para cada uma das 5 AIE, nos termos do artigo 35.º do Decreto-Lei n.º 270/2001, de 6 de outubro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 340/2007, de 12 de outubro, e respetivos Estudos de Impacte Ambiental nos termos do Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro.

O presente documento constitui, assim, o Plano de Gestão dos Resíduos de Extração (PGRE), tendo por objetivos principais:

- Definir os princípios, pressupostos e estratégias para a gestão dos resíduos produzidos e a produzir no interior das 5 AIE;
- Assegurar a correta gestão dos resíduos garantindo a preservação do património natural existente no PNSAC;
- Definir um conjunto de procedimentos preventivos que assegurem a proteção do património natural existente no PNSAC e a saúde humana.

1.2. OBJETO DO PGRE

A exploração de pedreiras, em particular as de rocha ornamental, bem como as atividades de tratamento e transformação dos produtos resultantes da sua exploração, origina volumes apreciáveis de resíduos que, em caso de gestão inadequada, podem conduzir a situações de risco elevado para o ambiente e para as populações.

Tal circunstância aconselha a adoção de medidas de gestão de resíduos orientadas para a prevenção, para a valorização e, subsidiariamente, para uma deposição final em condições adequadas de estabilidade, segurança, de integração no meio envolvente e de proteção do ambiente, aspeto particularmente crítico em áreas de grande sensibilidade ambiental como é o caso do PNSAC.

No entanto, os resíduos desta indústria não se resumem aos resíduos de extração em sentido estrito. Embora em menor quantidade, verifica-se existirem resíduos de outras naturezas resultantes dos processos de suporte industrial, também eles sujeitos a um quadro regulamentar próprio e exigente.

[2] Alcobaça, Porto de Mós, Rio Maior e Santarém.

No PNSAC, nem sempre tem sido possível conciliar as dificuldades e as circunstâncias de operação das pedreiras - maioritariamente de rochas ornamentais e, portanto, geradoras de grandes volumes de resíduos de extração - com as preocupações ao nível da proteção, conservação e gestão do património natural próprias de uma área protegida.

Face à situação de referência nas AIE e ao alcance estratégico traçado para o Projeto "Sustentabilidade Ambiental da Indústria Extrativa - Exploração Sustentável de Recursos no Maciço Calcário Estremenho", entendeu-se ser fundamental o desenvolvimento de um Modelo de Gestão dos Resíduos das pedreiras, que considerasse e integrasse diferentes sensibilidades e, consequentemente, visões do problema.

Pretendeu-se, assim, identificar os problemas, caracterizar as soluções uma vez feita a sua análise crítica, e construir, num quadro de participação alargado, um modelo de gestão de resíduos que se encontra consubstanciado neste PGRE.

As orientações contidas neste PGRE foram consideradas na elaboração dos Projetos Integrados de cada AIE, sendo aí adaptadas às orientações definidas nos respetivos Planos de Lavra e Planos Ambientais e de Recuperação Paisagística.

Neste contexto, este PGRE tem como objeto principal os resíduos de extração produzidos e a produzir nas AIE. Para além dos resíduos de extração, entendeu-se que os resíduos não mineiros, produzidos nas operações acessórias da exploração das pedreiras, também integrar este PGRE, embora de forma subordinada.

1.3. ENQUADRAMENTO GERAL DO PGRE

Para a elaboração do PGRE foram consideradas, genericamente, as seguintes linhas orientadoras:

- A caracterização individual das escombreiras existentes nas várias AIE, em termos de área, volume e de tipologia de materiais depositados, com o objetivo de dimensionar o passivo ambiental existente;
- A aferição da taxa de aproveitamento média das explorações e o ritmo de produção existente, para que o PGRE possa ser um instrumento prospetivo e eficaz;
- O estudo de soluções integradas de gestão de resíduos, no interior das AIE e entre AIE, onde foram avaliadas a possibilidade e a vantagem de constituição de áreas comuns para recolha, valorização ou eliminação;
- A preservação do património natural e do ambiente, assegurando uma correta avaliação dos riscos para a saúde pública e para o ambiente, nomeadamente, os solos, a qualidade das águas, a flora, o ambiente sonoro, a qualidade do ar e o património natural;
- Os princípios de gestão de resíduos definidos no Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho;
- A discussão em torno da diferenciação entre resíduos e subprodutos;
- A elaboração de propostas de atuação que, sem esquecer a vertente económica, obviamente fundamental para o seu sucesso, venha a permitir que todo o processo decorra dentro dos parâmetros ambientais adequados e no âmbito do quadro legal em vigor;

- A conciliação das preocupações de natureza ambiental com os aspetos económicos que determinam a sua viabilidade, consubstanciada no envolvimento próximo entre a Direção do PNSAC e as empresas exploradoras.

Tendo sido identificados os resíduos produzidos, as operações de gestão já praticadas e alguns dos fatores críticos ambientais na gestão dos resíduos, a realização e concretização do PGRE foi possível através do desenvolvimento dos seguintes trabalhos principais:

- Avaliação dos volumes de resíduos de extração existentes e a produzir, face ao recurso mineral ainda disponível;
- Identificação e caracterização dos materiais existentes em escombreiras, no sentido de avaliar a possibilidade de constituírem matéria-prima para outras indústrias;
- Inventariação das indústrias que poderão receber como matéria-prima os resíduos de extração a produzir nas pedreiras, no sentido de identificar alternativas à eliminação em escombreiras que deverá ser a última operação de gestão de resíduos a considerar;
- Identificação, classificação, localização e caracterização dos resíduos de extração, diferenciando resíduos e subprodutos;
- Avaliação da possibilidade de remoção das escombreiras existentes sobre o recurso mineral com aptidão para exploração, com base em critérios económicos;
- Definição de regras para o encaminhamento dos estéreis a produzir nas operações de exploração das pedreiras;
- Avaliação das soluções de modelação das pedreiras no sentido de acautelar a utilização de estéreis para proporcionar uma recuperação paisagística adequada à preservação dos valores paisagísticos, florísticos e faunísticos do PNSAC;
- Definição do conjunto de procedimentos de natureza técnica que deverão garantir a correta gestão dos resíduos da indústria extrativa, o acompanhamento das condições de produção, recolha, armazenamento, transporte, valorização e eliminação;
- Definição do conjunto de procedimentos preventivos no sentido de assegurar a proteção da saúde humana e do ambiente, designadamente em matéria de solos, qualidade das águas, fauna e flora e património natural;
- Definição dos locais e condições para a eliminação dos resíduos de forma a assegurar a proteção do património natural;
- Definição da forma e locais para as operações de corte e serragem de pedra e as operações de gestão que deverão envolver os resíduos da transformação e avaliadas soluções específicas de valorização e de eliminação;
- Avaliação das características químicas das lamas da perfuração no sentido de avaliar a presença de elementos químicos que possam eventualmente classificar esses resíduos como perigosos nos termos da Portaria n.º 209/2004, de 4 de março;
- Definição das regras de acondicionamento dos resíduos não mineiros no sentido de acautelar os riscos para a saúde humana e para o ambiente;

- Definição das condições de realização das operações de manutenção dos equipamentos nas pedreiras, pelo grau de perigosidade que alguns resíduos decorrentes dessas operações possuem.

1.4. PARTICIPAÇÃO DAS ENTIDADES OFICIAIS

A elaboração do PGRE contou com a participação ativa do PNSAC e da DEGEG (Direção Geral de Energia e Geologia), conseguida através do envolvimento criado pelo promotor do Projeto "Sustentabilidade da Indústria Extrativa, Exploração Sustentável de Recursos no Maciço Calcário Estremenho", a ASSIMAGRA. A participação dessas entidades foi determinante na definição de algumas soluções integradas e regras a aplicar na gestão dos resíduos.

2. ÂMBITO GEOGRÁFICO

O Projeto "Sustentabilidade da Indústria Extrativa, Exploração Sustentável de Recursos no Maciço Calcário Estremenho", incide sobre a área do PNSAC (Figura 1), mais concretamente sobre as áreas dos Projetos Integrados referentes às 5 AIE: Moleanos (Figura 2), Portela das Salgueiras (Figura 3), Cabeça Veada (Figura 4), Pé da Pedreira (Figura 5) e Codaçal (Figura 6).

De referir que o âmbito geográfico de cada Projeto Integrado é ligeiramente diferente da poligonal que define cada AIE. Tal facto, deve-se à inclusão nos Projetos Integrados de áreas adjacentes às AIE onde existe compatibilidade com a atividade extrativa e onde ocorre recurso mineral com aptidão ornamental. Foram também incluídas nos Projetos Integrados as áreas adjacentes às AIE que se encontram intervencionadas pela atividade extrativa, perspetivando-se a necessidade de desenvolver operações de recuperação paisagística.

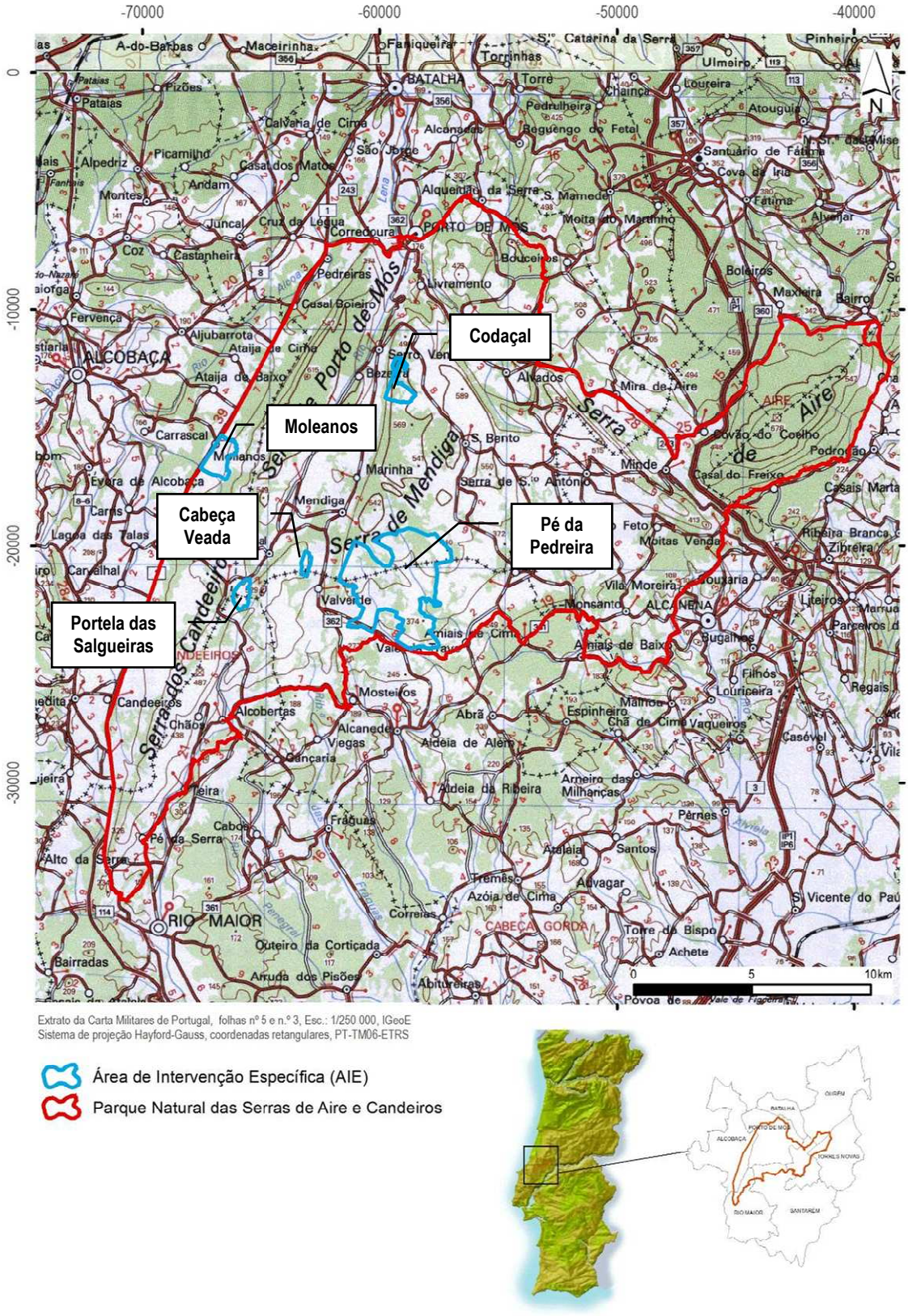


Figura 1 – Enquadramento geográfico do PNSAC e das AIE.

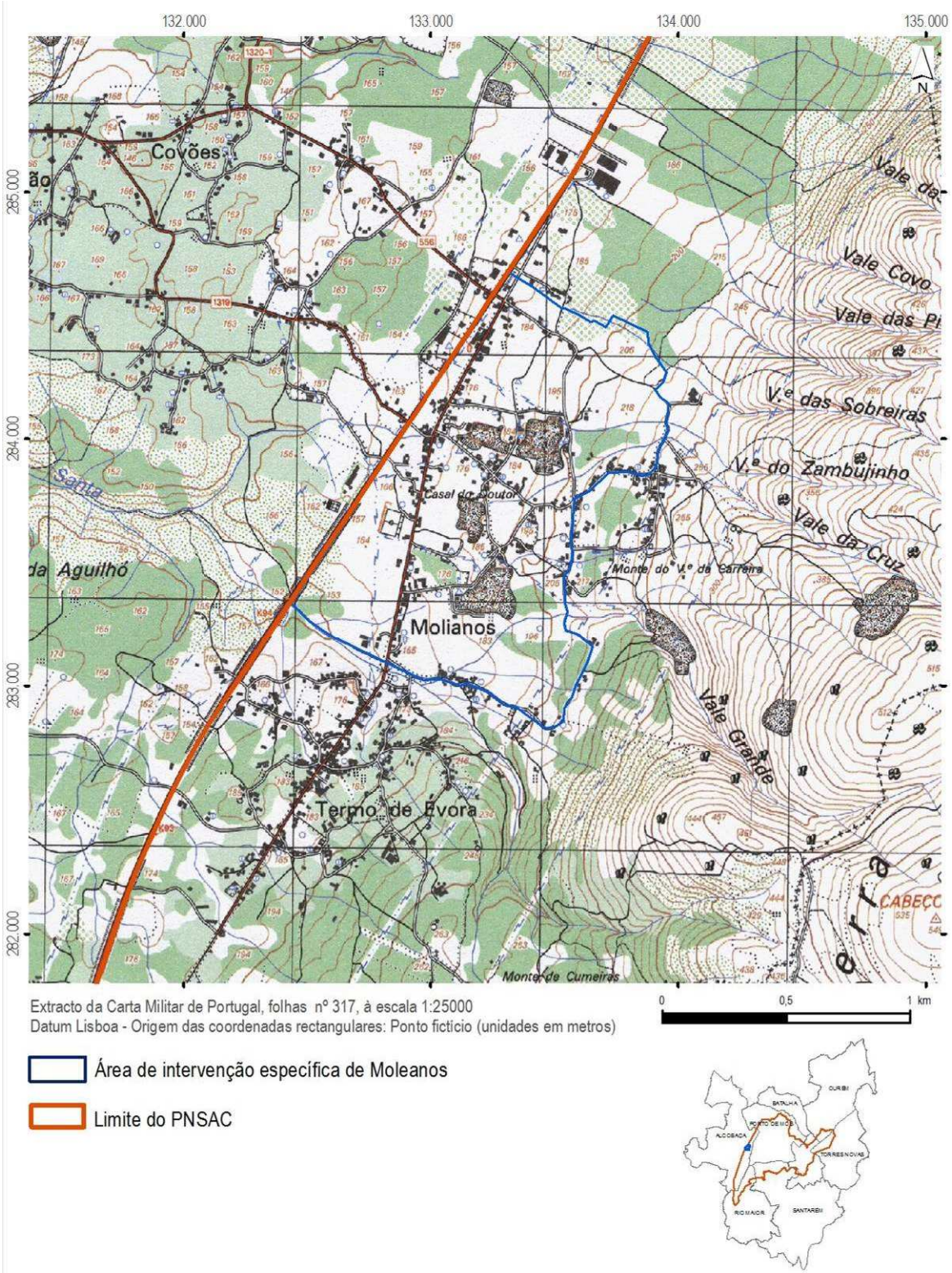


Figura 2 – Enquadramento geográfico da AIE de Moleanos.

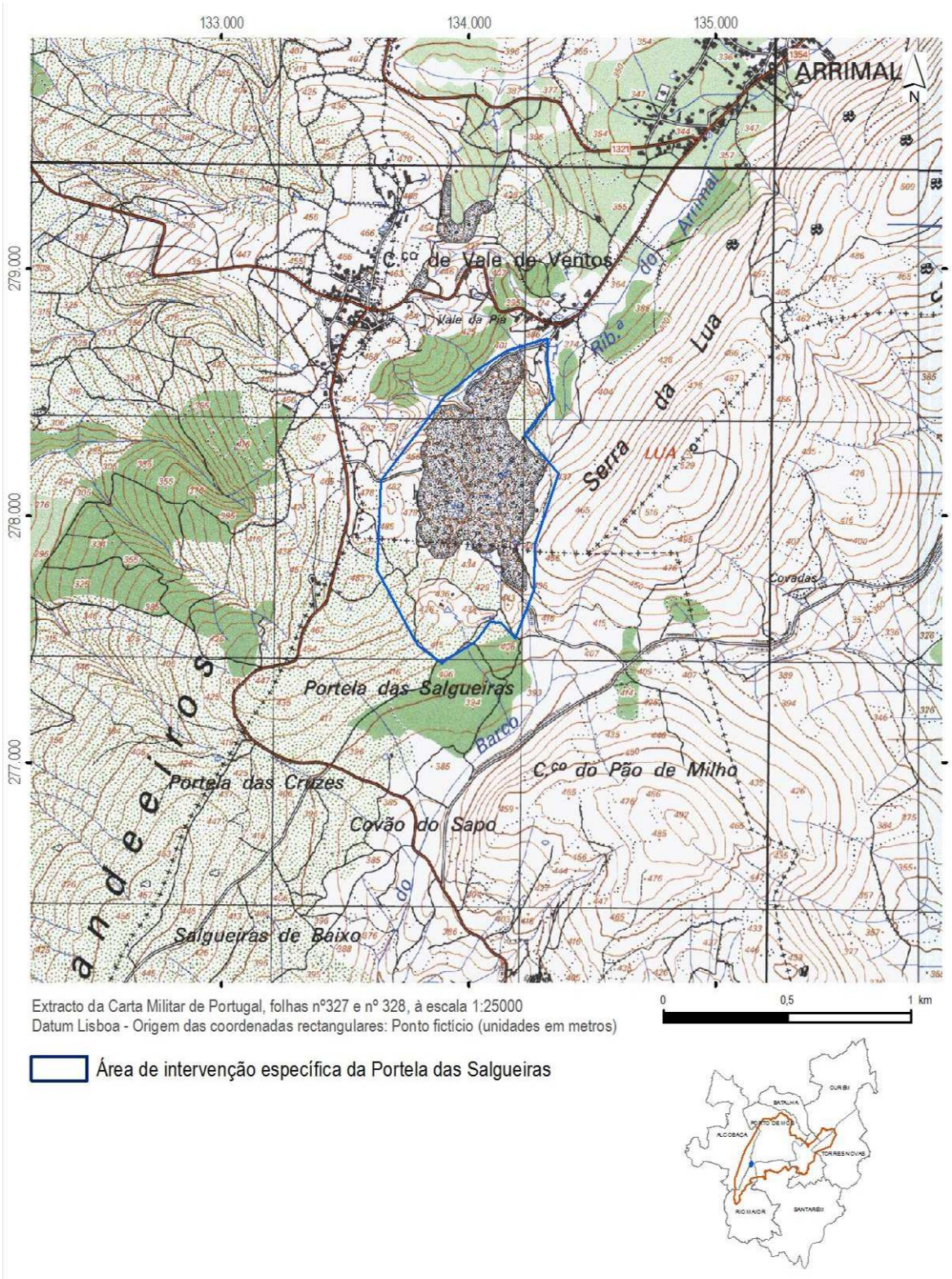


Figura 3 – Enquadramento geográfico da AIE da Portela das Salgueiras.

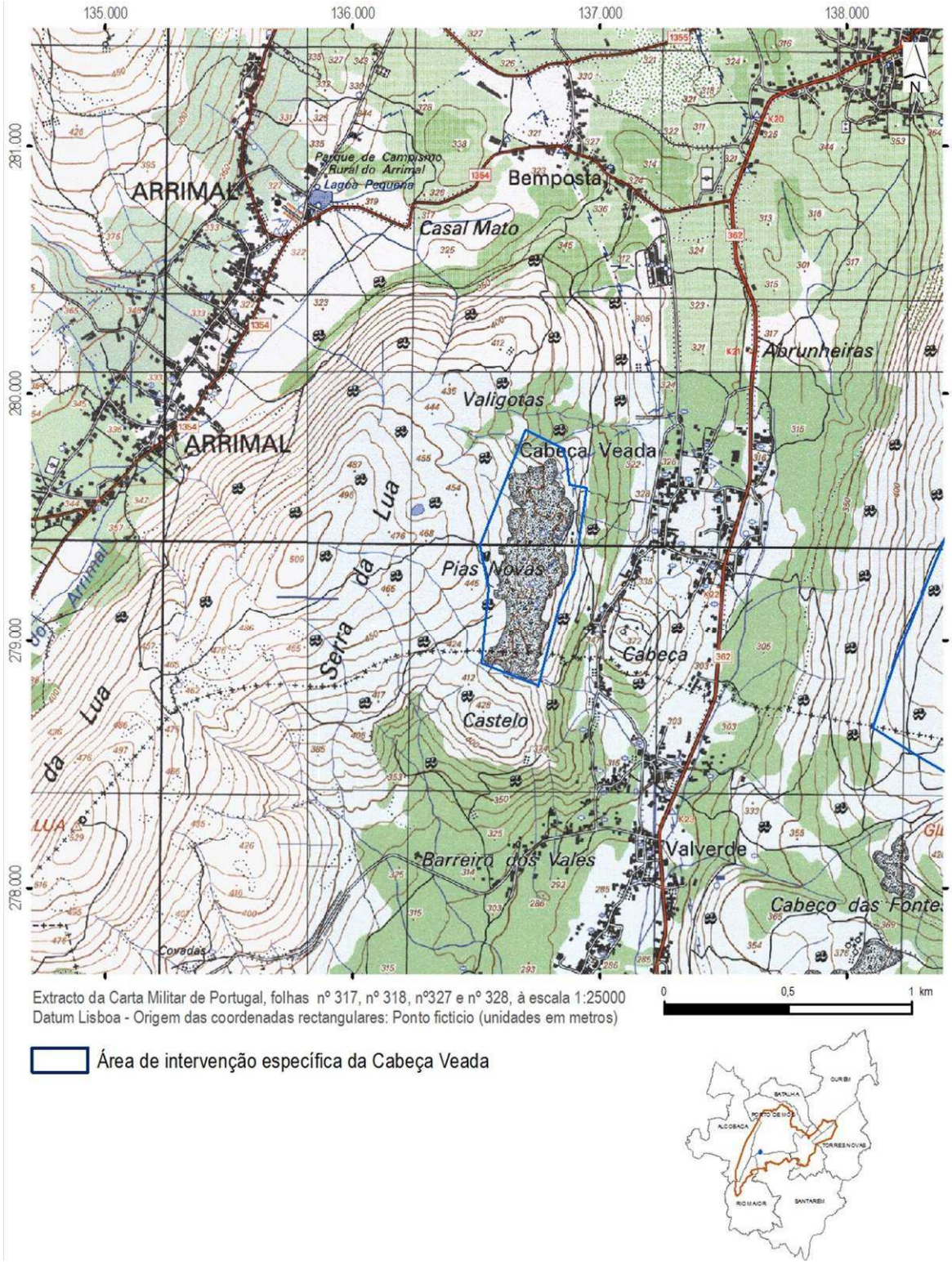


Figura 4 – Enquadramento geográfico da AIE da Cabeça Veada.

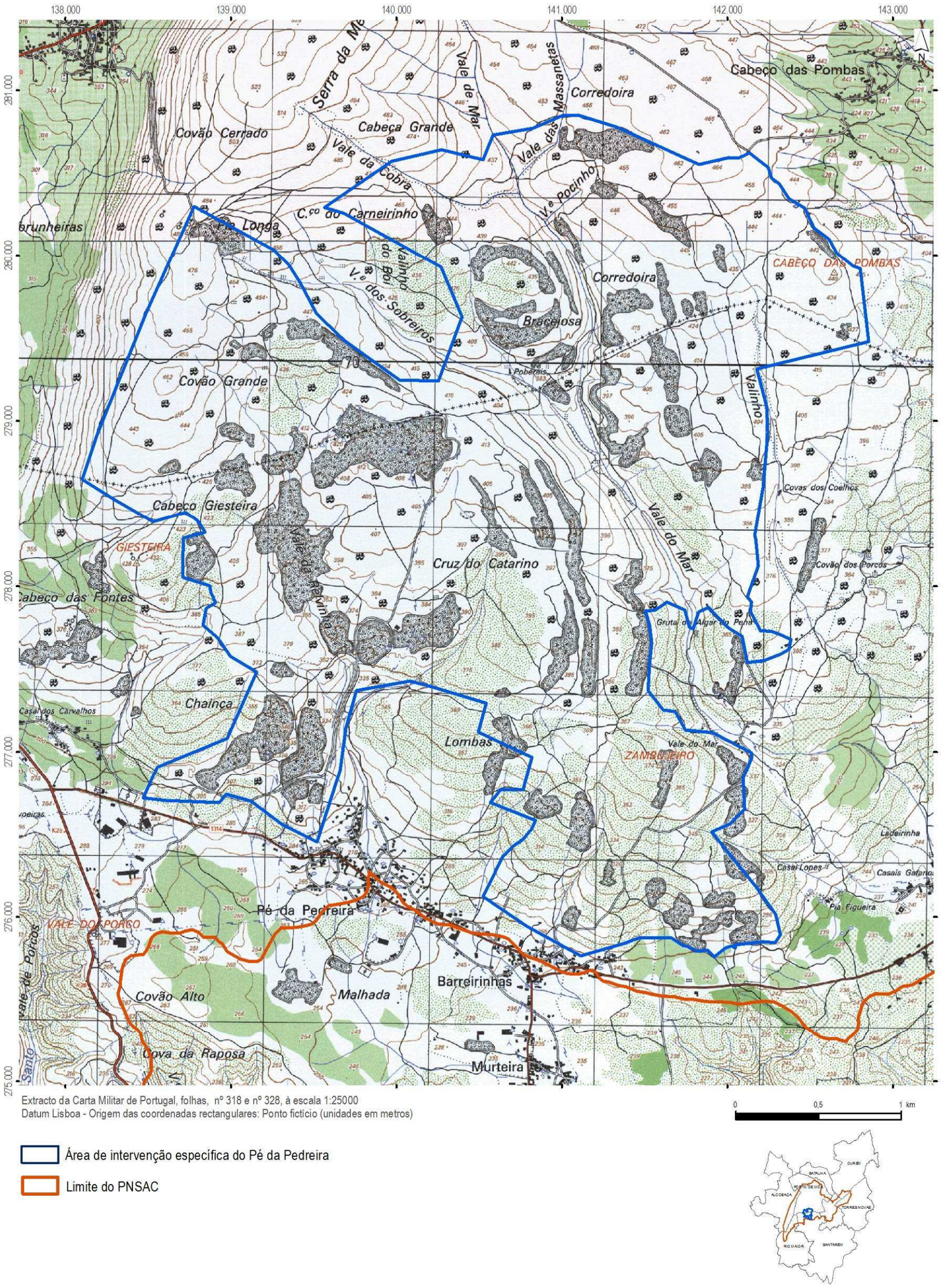


Figura 5 – Enquadramento geográfico da AIE do Pé da Pedreira.

(Página intencionalmente deixada em branco)

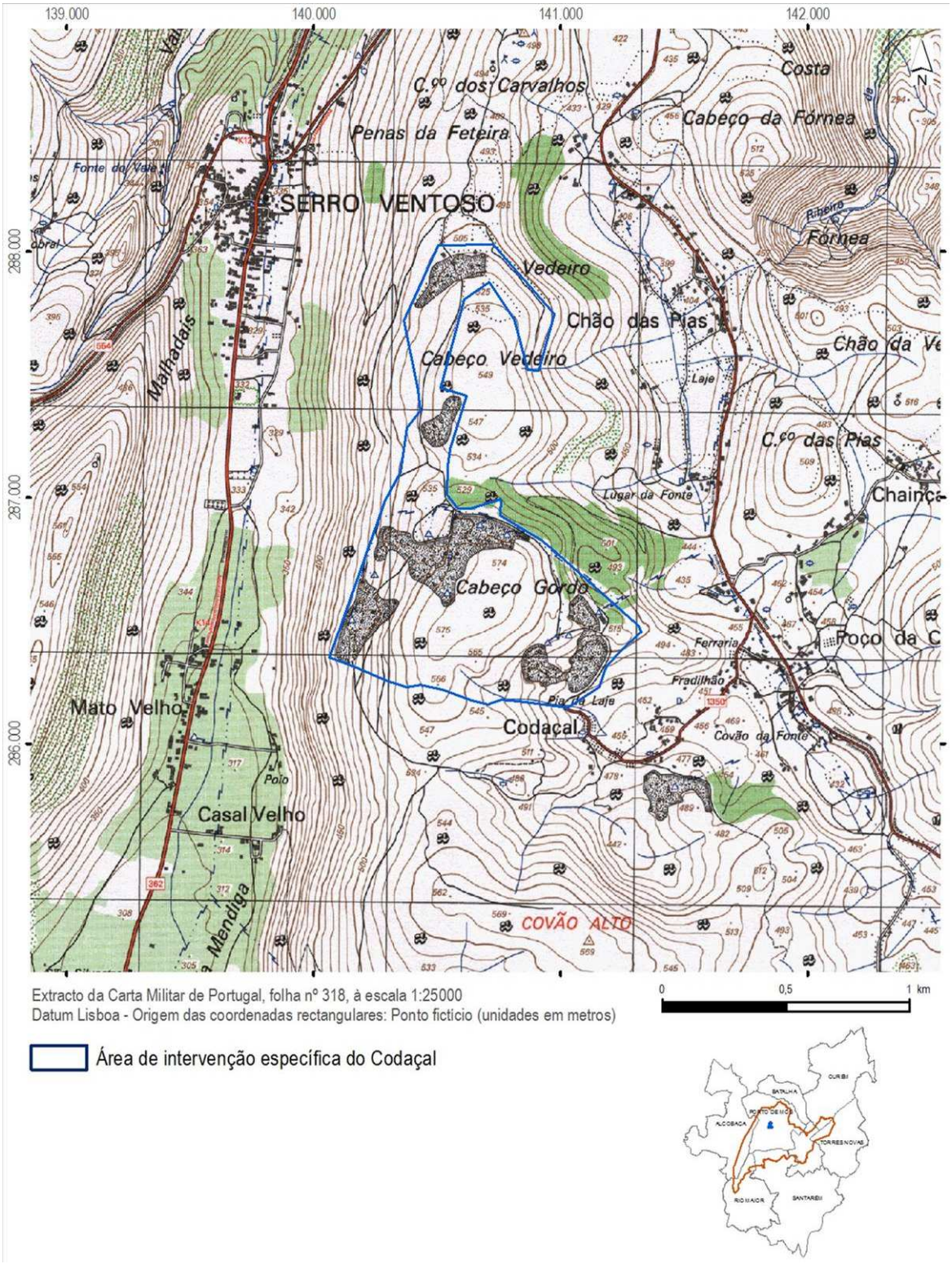


Figura 6 – Enquadramento geográfico da AIE do Codaçal.

3. VISÃO DO PGRE

Em termos gerais, considerou-se na elaboração deste PGRE o quadro legal que regula as operações de gestão de resíduos, a localização, características e enquadramento das pedreiras que produzem os resíduos de extração, as soluções atualmente existentes de armazenamento, valorização ou de eliminação, as alternativas disponíveis, os acessos utilizados, os volumes envolvidos e o tempo de vida das pedreiras. Tudo isto foi articulado tomando como referência a inserção numa área protegida como é o PNSAC onde naturalmente prevalecem as preocupações de proteção e de conservação da natureza.

Neste contexto, estabeleceu-se como VISÃO do PGRE:

> ***Encontrar, através do planeamento, pontos de equilíbrio sustentáveis entre a atividade extrativa e os valores paisagísticos e ambientais do PNSAC, através de medidas que permitam a correta gestão dos resíduos produzidos, a recuperação das áreas degradadas e a conservação do património natural existente.***

4. OBJETIVOS DO PROCESSO DE ELABORAÇÃO DO PGRE

Tendo como base a Visão do PGRE, definiram-se os seguintes objetivos principais do processo de elaboração do PGRE:

- Elaboração de um documento que contribua para o objetivo geral da gestão racional da extração de massas minerais, a recuperação das áreas degradadas e a conservação do património natural existente tendo em conta os valores e a sensibilidade paisagística e ambiental da área envolvente, tal como preconiza o POPNSAC;
- Encontrar um modelo de gestão de resíduos, com orientações estratégicas claras, que permita conciliar as dificuldades e as circunstâncias de operação das pedreiras com as preocupações ao nível da proteção, conservação e gestão do património natural próprias de uma área protegida;
- Maximizar, sempre que possível, os ganhos de eficiência de ambas as partes na prossecução dos seus objetivos, de forma sustentável, contínua, monitorizável e avaliável;
- Criar elevado consenso e concertação entre todos os intervenientes envolvidos na conceção e aplicação do PGRE;
- Elaborar e discutir estudos e instrumentos que permitam uma compreensão integrada e abrangente da situação de referência em matéria de gestão de resíduos, em particular e pela sua relevância, os resíduos de extração, bem como a fundamentação técnico-científica das estratégias preconizadas;
- Propor estratégias de gestão de resíduos que incorporem as melhores opções e recomendações tendo em conta o estado da arte, e em resultado da avaliação de potenciais impactes ambientais e económicos;
- Criar processos claros e eficientes de articulação entre as decisões estratégicas, a atribuição e a gestão de recursos, a implementação de ações e a avaliação de impactes ambientais e económicos;
- Criar instrumentos de envolvimento da Indústria na melhoria contínua do seu desempenho ambiental.

5. ENQUADRAMENTO LEGAL

5.1. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

Na elaboração deste PGRE foi observada a legislação nacional em matéria de gestão de resíduos, nomeadamente:

- Portaria n.º 335/97, de 16 de maio – Fixa as regras a que fica sujeito o transporte de resíduos dentro do território nacional;
- Decreto-Lei n.º 111/2001, de 6 de Abril – Estabelece o regime jurídico a que fica sujeita a gestão de pneus e pneus usados;
- Decreto-Lei n.º 153/2003, de 11 de julho – Estabelece o regime jurídico da gestão de óleos usados;
- Portaria n.º 209/2004, de 3 de março, que introduz no direito interno a Lista Europeia de Resíduos, em conformidade com a Decisão n.º 2000/532/CE, da Comissão, de 3 de maio, alterada pelas Decisões n.º 2001/118/CE, da Comissão, de 16 de janeiro, 2001/119/CE, da Comissão, de 22 de janeiro, e 2001/573/CE, do Conselho, de 23 de julho;
- Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, que estabelece o regime geral de gestão de resíduos, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2006/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de Abril, e a Diretiva n.º 91/689/CEE, do Conselho, de 12 de dezembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, que transpõe a Diretiva n.º 2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro, relativa aos resíduos. Note-se contudo que este diploma legal exclui do seu âmbito os resíduos de extração, que estão sujeitos a um regime específico, consagrado no Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro. Ainda assim, entendeu-se útil para este PGRE a aplicação de alguns dos conceitos e princípios expressos na Lei-Quadro;
- Portaria n.º 1408/2006, de 18 de dezembro – Aprova o Regulamento de Funcionamento do Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos (SIRER);
- Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro, que estabelece o regime jurídico a que está sujeita a gestão de resíduos das explorações de depósitos minerais e de massas minerais, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2006/21/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de março, relativa à gestão dos resíduos das indústrias extrativas (resíduos de extração).

Foi também observado o Decreto-Lei n.º 270/2001, de 6 de outubro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 340/2007, de 12 de outubro, que consagra a revelação e aproveitamento de massas minerais, pelo facto de estar em causa a exploração de pedreiras.

5.2. DEFINIÇÕES E CONCEITOS

De forma a clarificar alguns termos utilizados neste documento apresentam-se de seguida os principais conceitos utilizados na legislação sobre resíduos, designadamente, no Decreto-Lei 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro, e no Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, fazendo-se ainda a sua discussão e enquadramento.

No Decreto-Lei 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro salientam-se os seguintes termos e respetiva definição transcrita do diploma:

- Bacia: "*uma instalação natural ou tecnicamente preparada para a eliminação de resíduos finos, normalmente rejeitados, juntamente com volumes variáveis de água livre, resultantes do tratamento de recursos minerais e da clarificação e reciclagem de águas de processo*". São exemplo de bacias, os locais onde se procede à deposição das lamas resultantes do corte e serragem da pedra;
- Detentor: "*o produtor dos resíduos de extração ou a pessoa singular ou coletiva que esteja na sua posse*". São todas as empresas exploradoras de pedreiras com produção de resíduos de extração, e que tenham soluções próprias, definitivas ou temporárias, de armazenamento de resíduos;
- Escombreira: "*uma instalação tecnicamente preparada para a deposição à superfície de resíduos sólidos quando constituídos por partículas de espectro granulométrico largo*". Salienta-se que uma escombreira poderá constituir uma operação de eliminação caso os resíduos de extração permaneçam aí em definitivo, ou um depósito temporário de resíduos de extração, ali armazenados enquanto aguardam uma operação de valorização.
- Instalação de resíduos: "*qualquer superfície designada para a acumulação ou depósito de resíduos de extração, sólidos, líquidos, em solução ou em suspensão (…) bem como as escombreiras e as bacias, com exclusão dos vazios de escavação em que sejam repostos resíduos depois da extração do mineral para fins de reabilitação, estabilização geomecânica e ou como requisito da sequência do método de exploração (…)*". No caso concreto das pedreiras de rocha ornamental são exemplo de instalações de resíduos, as escombreiras (definitivas ou temporárias) e as bacias de lamas;
- Operador: "*a pessoa singular ou coletiva responsável, nos termos do disposto no artigo 5.º do Decreto–Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, pela gestão de resíduos de extração, durante a armazenagem temporária de resíduos de extração, e nas fases de funcionamento e de pós-encerramento*";
- Reabilitação: "*o tratamento do terreno afetado por uma instalação de resíduos, de modo a repô-lo num estado satisfatório, em especial no respeitante à qualidade do solo, à vida selvagem, aos habitats naturais, aos sistemas de água doce, à paisagem e à utilização proveitosa adequada*". Refere-se que a solução de reabilitação deverá estar contemplada nos Planos Ambientais e de Recuperação Paisagística de cada pedreira, incluindo as escombreiras (quer para eliminação quer para armazenamento temporário de resíduos de extração) e as bacias para armazenamento das lamas do corte e serragem de pedra;
- Resíduos de extração: são os "*resíduos resultantes da prospeção, extração, tratamento, transformação e armazenagem de recursos minerais, bem como da exploração das pedreiras*";
- Resíduos inertes: "*o resíduo que (…) reúne as seguintes características:*
    - *i) Não é suscetível de sofrer transformações físicas, químicas ou biológicas importantes*;
    - *ii) Não é solúvel nem inflamável, nem tem qualquer outro tipo de reação física ou química*;
    - *iii) Não é biodegradável*;

- *iv) Não afeta negativamente outras substâncias com as quais entre em contacto de forma suscetível de aumentar a poluição do ambiente ou prejudicar a saúde humana*;
- *v) Possui lixiviabilidade total, conteúdo poluente e ecotoxicidade do lixiviado insignificante*;
- *vi) Não põe em perigo a qualidade das águas superficiais e ou subterrâneas*";

- Tratamento: "*um processo ou combinação de processos, mineralúrgico, com carácter mecânico, físico, biológico, térmico ou químico, incluindo a lixiviação, que vise transformar, valorizar ou extrair uma fração dos recursos minerais, através do corte ou serragem e ou da alteração de granulometria, da classificação, da separação de espécies mineralógicas, bem como o reprocessamento de resíduos anteriormente rejeitados, excluindo os processos metalúrgicos como a fundição e os processos térmicos de fabrico, que não a calcinação de calcário*".

No Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, salientam-se os seguintes termos e respetiva definição transcrita do diploma:

- Abandono: "*a renúncia ao controlo de resíduo sem qualquer beneficiário determinado, impedindo a sua gestão*";
- Armazenagem: "*a deposição controlada de resíduos, antes do seu tratamento e por prazo determinado (…)*".
- Eliminação: "*qualquer operação que não seja de valorização (…) ainda que se verifique como consequência secundária a recuperação de substâncias ou de energia*".
- Gestão de resíduos: "*a recolha, o transporte, a valorização e a eliminação de resíduos, incluindo a supervisão destas operações, a manutenção dos locais de eliminação no pós-encerramento, bem como as medidas adotadas na qualidade de comerciante ou corretor*";
- Prevenção: "*a adoção de medidas antes de uma substância, material ou produto assumir a natureza de resíduo, destinadas a reduzir:*
  - *i) A quantidade de resíduos produzidos, designadamente através da reutilização de produtos ou do prolongamento do tempo de vida dos produtos*;
  - *ii) Os impactes adversos no ambiente e na saúde humana resultantes dos resíduos produzidos*; ou
  - *iii) O teor de substâncias nocivas presentes nos materiais e nos produtos*";
- Produtor de resíduos: "*qualquer pessoa, singular ou coletiva, cuja atividade produza resíduos (produtor inicial de resíduos) ou que efetue operações de pré-processamento, de mistura ou outras que alterem a natureza ou a composição desses resíduos*";
- Recolha: "*a apanha de resíduos, incluindo a triagem e o armazenamento preliminares dos resíduos, para fins de transporte para uma instalação de tratamento de resíduos*";
- Resíduos: "*quaisquer substâncias ou objetos de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer*";
- Resíduo perigoso: "*resíduos que apresentam uma ou mais das características de perigosidade constantes do anexo III do presente Decreto-Lei, do qual faz parte integrante*";

- Reutilização: "*qualquer operação mediante a qual produtos ou componentes que não sejam resíduos são utilizados novamente para o mesmo fim para que foram concebidos*";
- Valorização: "*qualquer operação (…) cujo resultado principal seja a transformação dos resíduos de modo a servirem um fim útil, substituindo outros materiais que, caso contrário, teriam sido utilizados para um fim específico ou a preparação dos resíduos para esse fim na instalação ou conjunto da economia*". Embora esta operação não possua enquadramento no âmbito do Decreto-Lei 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro adotou-se neste PGRE que a atividade de proceder à utilização dos resíduos de extração produzidos nas pedreiras para efeitos de modelação ou reabilitação no âmbito do processo de recuperação paisagística ou a utilização como matéria-prima para outras indústrias constitui uma operação de valorização.

Releva-se, ainda, a necessidade de clarificar a diferença entre resíduos e subprodutos que no caso concreto dos resíduos de extração das pedreiras de rocha ornamental assume particular importância. A esse respeito, o Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, refere, no seu artigo 44-A que "*podem ser considerados subprodutos e não resíduos quaisquer substâncias ou objetos resultantes de um processo produtivo cujo principal objetivo não seja a sua produção quando verificadas as seguintes condições:*

a) Existir a certeza de posterior utilização da substância ou objeto;

b) A substância ou objeto poder ser utilizado diretamente, sem qualquer outro processamento que não seja o da prática industrial normal;

c) A produção da substância ou objeto ser parte integrante de um processo produtivo; e

d) A substância ou objeto cumprir os requisitos relevantes como produto em matéria ambiental e de proteção da saúde e não acarretar impactes globalmente adversos do ponto de vista ambiental ou da saúde humana, face à posterior utilização específica.(…)".

O artigo 44-B desse mesmo Diploma refere, por seu lado, que "*(…) o fim do estatuto de resíduo pode aplicar-se a determinados resíduos quando tenham sido submetidos a uma operação de valorização, incluindo a reciclagem, e satisfaçam critérios específicos a estabelecer nos termos das seguintes condições:*

a) a substância ou objeto ser habitualmente utilizado para fins específicos;

b) Existir um mercado ou procura para essa substância ou objecto;

c) A substância ou objecto satisfazer os requisitos técnicos para os fins específicos e respeitar a legislação e as normas aplicáveis aos produtos; e

d) A utilização da substância ou objeto não acarretar impactes globalmente adversos do ponto de vista ambiental ou da saúde humana."

O conceito de subproduto presente na nova Diretiva-quadro[3] é importante, de forma a facilitar o aproveitamento destes recursos, desde que se garanta que esse aproveitamento é realizado em condições adequadas[4]. Por outro lado, abrem-se outras perspetivas, nomeadamente com a

[3] Diretiva-quadro n.º 2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de Novembro, relativa aos resíduos.
[4] Proposta do Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2011-2020. Agência Portuguesa do Ambiente. Lisboa, 26 de Maio de 2011.

possibilidade da desclassificação da categoria de resíduo para certos materiais, desde que estes cumpram determinados critérios específicos. Trata-se de um passo importante para agilizar a reincorporação desses materiais no circuito económico, aumentando a eficiência da utilização dos recursos naturais.

5.3. PRINCÍPIOS GERAIS DA GESTÃO DE RESÍDUOS

Como se referiu o Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro estabelece o regime jurídico da gestão de resíduos das explorações de depósitos minerais e de massas minerais (resíduos de extração) transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2006/21/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 15 de março, relativa à gestão dos resíduos das indústrias extrativas.

A gestão dos resíduos não mineiros é, por outro lado, enquadrada pelo Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, que pode ser entendida como a Lei-Quadro em matéria de resíduos.

Este último diploma refere, na alínea *b)*, do ponto 3, do artigo 2.º que estão excluídos do seu âmbito de aplicação os "*(…) Resíduos resultantes da prospeção, extração, tratamento e armazenagem de recursos minerais, bem como da exploração de pedreiras (…)*", os quais passaram a estar enquadrados com a publicação do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro.

No entanto, o Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, que define o regime geral da gestão de resíduos, consagra no ordenamento jurídico nacional um conjunto de princípios da maior importância em matéria de gestão de resíduos também eles expressos, ainda que de forma menos detalhada, no Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro.

Assim, e por uma questão de uniformização, apresentam-se os princípios de gestão de resíduos, na redação que lhe é dada pelo Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, considerando-se, para efeitos de aplicação deste PGRE, que esses princípios deverão ser transversais a todos os resíduos (mineiros ou resíduos de extração enquadrados no Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro e resíduos não mineiros):

- **Princípio da responsabilidade pela gestão** – definido no artigo 5.º refere que "*(…) A responsabilidade pela gestão dos resíduos, incluindo os respetivos custos, cabe ao produtor inicial dos resíduos, sem prejuízo de poder ser imputada, na totalidade ou em parte, ao produtor do produto que deu origem aos resíduos e partilhada pelos distribuidores desse produto se tal decorrer de legislação específica aplicável (…)*". Refere, ainda, que "*(…) O produtor inicial dos resíduos ou o detentor devem, em conformidade com os princípios da hierarquia de gestão de resíduos e da proteção da saúde humana e do ambiente, assegurar o tratamento dos resíduos. (…)*". Resulta claro que a gestão dos resíduos a produzir em cada pedreira é da responsabilidade do respetivo produtor, no caso a empresa exploradora;
- **Princípios da proteção da saúde humana e do ambiente** – definido no artigo 6.º refere que "*(…) Constitui objetivo prioritário da política de gestão de resíduos evitar e reduzir os riscos para a saúde humana e para o ambiente, garantindo que a produção, a recolha e transporte, o armazenamento preliminar e o tratamento de resíduos sejam realizados recorrendo a processos*

ou métodos que não sejam suscetíveis de gerar efeitos adversos sobre o ambiente, nomeadamente poluição da água, do ar, do solo, afetação da fauna ou da flora, ruído ou odores ou danos em quaisquer locais de interesse e na paisagem. (…)". Este princípio concorre para os objetivos de proteção, de conservação e de gestão do património natural que enformam o POPNSAC.

- **Princípio da hierarquia dos resíduos** – definido no artigo 7.º refere que "*(…) A política e a legislação em matéria de resíduos devem respeitar a seguinte ordem de prioridades no que se refere às opções de prevenção e gestão de resíduos:*

  - *Prevenção e redução;*
  - *Preparação para a reutilização;*
  - *Reciclagem;*
  - *Outros tipos de valorização;*
  - *Eliminação. (…)*".

  A exploração de pedreiras de rocha ornamental gera grandes volumes de resíduos de extração, sendo o seu destino maioritário, atualmente, a deposição em escombreiras. Esses depósitos poderão vir a configurar uma operação de eliminação de resíduos caso venham a ser definitivas, pelo que um dos desafios principais deste PGRE foi encontrar novas soluções de redução e de valorização ou de tornar mais eficazes as soluções já implementadas;

- **Princípio da responsabilidade do cidadão** – definido no artigo 8.º refere que "*(…) Os cidadãos contribuem para a prossecução dos princípios e objetivos referidos (…) adotando comportamentos de carácter preventivo em matéria de produção de resíduos, bem como práticas que facilitem a respetiva reutilização e valorização. (…)*". No caso em análise a manifestação de interesse do sector é clara, consubstanciada na iniciativa da ASSIMAGRA em promover a realização do Projeto "Sustentabilidade Ambiental da Indústria Extrativa - Exploração Sustentável de Recursos no Maciço Calcário Estremenho" de que este PGRE é parte integrante;

- **Princípio da regulação da gestão de resíduos** – definido no artigo 9.º refere que "*(…) a gestão de resíduos é realizada de acordo com os princípios gerais fixados nos termos do presente decreto–lei e demais legislação aplicável e em respeito dos critérios qualitativos e quantitativos fixados nos instrumentos regulamentares (…)",* sendo proibida a descarga em locais não licenciados para realização de operações de gestão de resíduos. No caso dos resíduos de extração, como se referiu, a regulação é estabelecida pelo Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro. Com relevância específica haverá ainda que considerar o POPNSAC, nomeadamente as orientações apresentadas no seu artigo 32.º, sob epígrafe "indústria extrativa" e as orientações contidas nos regulamentos dos PIER de cada AIE.

6. CONCEÇÃO GERAL DO PGRE

6.1. ENQUADRAMENTO

Os resíduos produzidos pela indústria extrativa podem ser divididos em duas tipologias principais: os resíduos mineiros (ou resíduos de extração nos termos do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro) e os resíduos não mineiros que resultam das operações acessórias à atividade extrativa e que possuem enquadramento no Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho. É sobre essas duas tipologias de resíduos que incide este PGRE.

Os resíduos mineiros ou resíduos de extração são aqueles que resultam diretamente das atividades de exploração das pedreiras, como sejam a extração, o tratamento ou a transformação. Essa tipologia de resíduos é produzida em grande quantidade, no caso da produção de rocha ornamental, chegando a ser produzidos, por vezes, 3 m^3 de resíduos por cada m^3 de rocha ornamental comercializável. Esses resíduos são, maioritariamente, produzidos na frente de desmonte através da remoção dos materiais de fraca aptidão para aceder à rocha ornamental e nas operações de transformação da pedra com vista a torná-la comercializável.

Em termos genéricos, a melhoria de desempenho ao nível da gestão dos resíduos de extração passará, necessariamente, pela prevenção, redução e valorização[5]. A eliminação, considerando a sua deposição definitiva em escombreiras (definidas como instalações de resíduos nos termos do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro), deverá constituir a última opção de gestão, justificando-se apenas quando seja técnica ou financeiramente inviável a sua valorização.

No que respeita à aplicação dos princípios da prevenção e redução, haverá, em tese, espaço para que as empresas exploradoras adotem ou desenvolvam métodos de desmonte seletivo e definam de forma criteriosa na frente de desmonte quais os materiais que constituirão estéreis (resíduos de extração) e quais serão recurso mineral com valor comercial (rocha ornamental). As operações de esquartejamento e esquadriamento, nas pedreiras de blocos, e o corte de pedra, nas pedreiras de calçada ou laje, deverão ser realizadas de forma a reduzir tanto quanto possível a produção de resíduos de extração.

Quanto à valorização, verifica-se que já é prática corrente a utilização de parte dos resíduos de extração como matéria-prima para outras indústrias, nomeadamente, na produção de cal e de agregados.

Também a indústria cimenteira já recebe resíduos provenientes da indústria de transformação de pedra, podendo esta prática ser alargada à valorização dos resíduos de extração produzidos nas pedreiras e mesmo a outras indústrias. Acresce, que a deposição de resíduos de extração para enchimento dos vazios de escavação, no âmbito da recuperação paisagística de pedreiras, é entendida neste PGRE como uma operação de valorização de resíduos.

Quanto aos resíduos não mineiros deverão ser respeitados os princípios gerais da gestão de resíduos, pelo que caberá a cada empresa exploradora proceder à entrega dos resíduos produzidos a entidades licenciadas, responsáveis por sistemas de gestão de fluxos específicos. Apesar das pequenas quantidades produzidas, quando comparadas com as quantidades produzidas de resíduos de extração, esta tipologia de resíduos deverá obedecer a cuidados especiais, pois uma gestão inadequada poderá

[5] A este respeito importa salientar que a *reciclagem* é uma operação de gestão que não se aplica a esta tipologia de resíduos.

causar impactes significativos no ambiente e na saúde humana, devido ao carácter de perigosidade que alguns resíduos apresentam. Neste âmbito, foram definidas neste PGRE as regras de gestão que deverão ser aplicadas para essa tipologia de resíduos.

6.2. RESÍDUOS MINEIROS

6.2.1. Prevenção e redução

Os resíduos de extração são produzidos maioritariamente nas operações de desmonte da rocha. Com o objetivo de proceder à redução na produção de resíduos foram definidas neste PGRE as regras a cumprir nas operações de extração, esquartejamento e esquadriamento. Pretendeu-se com a definição dessas regras dar cumprimento ao disposto no artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro, sob epígrafe "P*rincípios da prevenção e redução*", que refere que a "*(…) A exploração de depósitos minerais e de massas minerais deve, sempre que possível, evitar e reduzir a produção de resíduos, de modo a minimizar o seu carácter nocivo, e reduzir os riscos para a saúde humana e para o ambiente, utilizando, para o efeito, processos ou métodos insuscetíveis de gerar efeitos adversos sobre o ambiente, nomeadamente na criação de perigos para a água, o ar, o solo, a fauna e a flora, perturbações sonoras ou odoríficas ou de danos em quaisquer locais de interesse e na paisagem (…)*".

Deste modo, na elaboração do PGRE foram devidamente analisados e contemplados os seguintes aspetos:

- O conhecimento do recurso mineral e o planeamento do desmonte e a sua definição nos Planos de Lavra dos respetivos Projetos Integrados;
- As prioridades no desmonte das diversas tipologias de rocha ornamental com o objetivo de evitar a exploração de variedades que não possuem aptidão comercial no momento;
- As regras a aplicar no derrube das talhadas;
- As possibilidades de melhorar as técnicas de esquartejamento e esquadriamento e o corte e serragem de pedra.

6.2.2. Valorização

A atividade desenvolvida pelas empresas exploradoras centra-se na exploração e na comercialização de rocha ornamental, pelo que o desenvolvimento de outras atividades como sejam a valorização dos resíduos que produzem implicam um esforço adicional de adaptação. A internalização dos custos ambientais da atividade, nomeadamente, a correta gestão dos resíduos, tem também sido um processo com muitas resistências. Por essa razão, tem sido mais fácil recorrer à eliminação dos resíduos em escombreiras do que proceder à sua valorização através de soluções individuais ou em parceria.

Conforme já foi referido, a utilização dos resíduos de extração no enchimento dos vazios de escavação, no âmbito das ações de recuperação paisagística, é considerada no âmbito deste PGRE uma operação de valorização. Essa prática vem decorrendo, maioritariamente, no final da lavra devido aos constrangimentos de espaço que as pedreiras de rocha ornamental, em regra, enfrentam. Deste modo, é fundamental que cada empresa avalie a possibilidade do encaminhamento direto dos resíduos de extração para áreas em processo de recuperação paisagística em detrimento da deposição temporária ou definitiva em escombreiras. Dito de outra forma, é necessário que as empresas adotem uma gestão

integrada de espaços contíguos ainda que em diferentes momentos de exploração/recuperação paisagística.

De facto, da exploração das pedreiras, nomeadamente as de blocos, resultam de um modo geral, cortas que não possuem qualquer enquadramento morfológico com a envolvente. Atendendo a que as AIE se inserem numa área sensível, o PGRE procurou assegurar que a gestão de resíduos contribuísse, de facto, para uma recuperação paisagística adequada, ao mesmo tempo que se possam obter ganhos económicos, nomeadamente, pela não inviabilização de futuras áreas de exploração.

A este respeito refere o artigo 40.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro, que a reposição de resíduos de extração nos vazios de escavação para fins de reabilitação e de modelação do local deve constar do respetivo Plano de Pedreira. Neste PGRE foram definidas as regras a que deverá obedecer a reposição dos vazios de escavação. Cada Projeto Integrado integrou essas regras e definiu a solução de modelação, contabilizando os estéreis a utilizar.

Por outro lado, convirá avaliar as pedreiras que se encontram desativadas e que poderão receber os resíduos de extração no âmbito dos Planos Ambientais e de Recuperação Paisagística. De facto, foram identificadas inúmeras pedreiras, nomeadamente de calçada e laje, que possuem as suas explorações desativadas ou finalizadas e que não se encontram recuperadas, sendo esta uma oportunidade para o estudo da viabilidade da valorização dos resíduos de extração produzidos nas pedreiras de blocos no processo de recuperação paisagística dessas pedreiras ou na constituição de áreas de deposição comum. Assim, na avaliação da constituição dessas áreas foram considerados os seguintes aspetos:

- A possibilidade de utilização de pedreiras desativadas ou em fase de recuperação paisagística;
- A existência de escombreiras antigas ou em utilização;
- A distância e a facilidade de acesso aos locais de produção (as pedreiras);
- A existência do recurso mineral;
- A capacidade de armazenamento;
- A estabilidade geotécnica e os riscos para a segurança;
- Os impactes ambientais sobre a paisagem, recursos hídricos, flora e fauna, ambiente sonoro e qualidade do ar.

As operações de valorização de resíduos têm passado também pela produção de agregados e pela utilização como matéria-prima na indústria de cal.

No caso da indústria da cal existem várias soluções dedicadas à valorização dos resíduos de extração que permitem às empresas produtoras fazer entregas nas pedreiras das empresas de cal, depositar em escombreiras onde existam instalações de britagem das empresas de cal, entrega em instalações de britagem que depois encaminham para a indústria de cal ou diretamente nas fábricas de cal.

No caso da valorização para a produção de agregados já existem instaladas algumas unidades de britagem e classificação de pedra, onde as empresas também podem fazer chegar os seus resíduos de extração.

Essas alternativas de valorização dos resíduos de extração têm vindo a ser cada vez mais utilizadas pelas empresas exploradoras de rochas ornamentais. Ainda assim, existem alguns fatores que condicionam um maior desenvolvimento destas soluções, nomeadamente:

- A qualidade da pedra que deverá respeitar os critérios de qualidade definidos para a produção de agregados ou cal, consoante o fim a que se destinam;
- As misturas de vários tipos de resíduos de extração que tornam inviável a sua utilização, independentemente de alguns poderem reunir as características indicadas para a produção de agregados ou cal;
- O desconhecimento de algumas empresas exploradoras relativamente às soluções de valorização disponíveis;
- A distância entre os pontos de produção e os locais de receção, ou seja, o custo associado ao transporte inviabiliza, por vezes, a solução de valorização.

Dado que essas duas soluções de valorização se têm revelado insuficientes, foi ainda avaliada a possibilidade de incorporar os resíduos de extração noutras indústrias. Nesse sentido, a elaboração do PGRE considerou:

- Inventariação das indústrias que poderão receber como matéria-prima os resíduos de extração produzidos nas pedreiras, no sentido de identificar alternativas à eliminação em escombreiras e às operações de valorização já existentes;
- Avaliação dos critérios de qualidade e quantidade que possam ser determinantes;
- Identificação e caracterização pericial dos materiais já existentes em escombreiras;
- Definição dos critérios a aplicar para o encaminhamento dos resíduos de extração para essas indústrias;
- Avaliação dos aspetos económicos que determinam a viabilidade de aplicação dessas operações de valorização;
- Avaliação do desenvolvimento de operações de tratamento dos resíduos que permitam a sua valorização;
- Definição de soluções integradas para a valorização dos resíduos de extração.

6.2.3. Eliminação

Atendendo a que os resíduos de extração não possuem intrinsecamente valor comercial, a sua gestão é quase sempre feita numa lógica de contenção de custos, pelo que as empresas exploradoras, na ausência de outras soluções, procedem à sua deposição em escombreiras, localizadas, normalmente, nas imediações das zonas de extração.

Por outro lado, e como se referiu, as soluções de valorização disponíveis têm-se revelado insuficientes, pelo que a eliminação (quando considerada a deposição definitiva em escombreira) é a operação que gere a maior quantidade dos resíduos de extração.

Assim, na elaboração do PGRE foram tomados em consideração os seguintes aspetos:

- O volume de escombreiras existente e a quantidade de resíduos de extração ainda a produzir;

- A avaliação da oportunidade de constituição de áreas de deposição comum e escombreiras existentes e a definição dos acessos e percursos a realizar entre os locais de produção de resíduos de extração a essas áreas, considerando fatores como o ordenamento do território, a paisagem, a qualidade do ar, o ambiente sonoro, a fauna e a flora e o património natural existente no PNSAC;
- Definição das linhas mestras para a elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos exigíveis nos termos do artigo 10.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro, para as instalações de resíduos que carecem de licenciamento nos termos do artigo 21.º do referido diploma. A este respeito, refere-se que estão nestas circunstâncias todas as escombreiras e bacias de lamas (instalações de resíduos) que não sejam integradas em nenhuma pedreira (áreas não licenciadas) estando nesse caso sujeitas a licenciamento autónomo;
- Definição das regras para a construção, exploração e encerramento das instalações de resíduos tendo em consideração as exigências definidas no capítulo II do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro, sob epígrafe "*Construção, exploração e encerramento de instalações de resíduos*".

6.3. RESÍDUOS NÃO MINEIROS

6.3.1. Armazenamento

A gestão dos resíduos não mineiros, neste momento, passa, basicamente, pela operação de armazenamento. De facto, os resíduos não mineiros produzidos nas pedreiras são armazenados temporariamente a aguardar recolha por parte dos operadores de gestão de resíduos. De um modo geral, cada pedreira ou empresa exploradora possui o seu local próprio de armazenamento dos resíduos que normalmente apresenta condições deficitárias ou ausência de impermeabilização.

Tratando-se o PNSAC de uma área ambientalmente sensível, foram definidas as regras específicas no armazenamento desses resíduos, incluindo o que se encontra tipificado na legislação.

Foram, ainda, considerados fatores como a qualidade das águas, os solos e o património natural existente no PNSAC.

6.3.2. Recolha

A recolha dos resíduos não mineiros é uma operação realizada pelos operadores de gestão de resíduos que se deslocam às pedreiras, por solicitação das empresas. Regra geral, as recolhas são realizadas por pedreira, ou seja, nos locais de armazenamento específicos de cada produtor.

6.3.3. Soluções integradas

Foi avaliada a possibilidade de adotar soluções integradas de gestão de resíduos não mineiros, envolvendo diferentes produtores, com destaque para a criação de áreas comuns de armazenamento de resíduos. Contudo, os riscos associados a uma operação dessa natureza poderão ser mais gravosos para o ambiente e para a saúde pública que a gestão realizada, individualmente, por cada empresa.

Foram ponderadas as vantagens e as desvantagens da gestão integrada dos resíduos não mineiros e optou-se por manter a gestão dos resíduos a cargo de cada produtor, à semelhança do que ocorre

atualmente. Ainda assim, ficou definido que os produtores de resíduos poderão fazer uma gestão integrada, se isso for mais vantajoso para a gestão dos resíduos e não prejudicar o ambiente ou a saúde humana.

7. CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

7.1. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA

7.1.1. Enquadramento

O Projeto "Sustentabilidade Ambiental da Indústria Extrativa - Exploração Sustentável de Recursos no Maciço Calcário Estremenho" incluiu a avaliação dos recursos minerais de cada AIE, no sentido de avaliar a aptidão para a produção de rocha ornamental. Esse trabalho de pormenor foi realizada pelo Laboratório Nacional de Engenharia e Geologia (LNEG) e incluiu, entre outros, a caracterização geológica de pormenor, a cartografia geológica e a caracterização da aptidão ornamental, com produção de mapas e perfis geológicos que se encontram no Anexo 1 deste PGRE.

Assim, toda a informação contida neste capítulo de caracterização geológica resulta desse trabalho realizado pelo LNEG.

7.1.2. O Maciço Calcário Estremenho no contexto da bacia lusitaniana

7.1.2.1. Enquadramento regional

O Maciço Calcário Estremenho (MCE), cujo limite aproximado está representado na Figura 7, localiza-se na região central de Portugal, enquadrado pelas cidades de Leiria, Alcobaça, Rio Maior, Torres Novas e Ourém. Corresponde a uma unidade morfoestrutural do território português que se individualiza das regiões circundantes pelas suas características geológicas e geomorfológicas. Destaca-se o facto de a sua constituição ser feita maioritariamente por rochas calcárias que se encontram sobrelevadas tectonicamente, em relação à envolvente.

O MCE é parte integrante da Bacia Lusitaniana (BL), particularmente, da sub-bacia de Bombarral-Alcobaça (Figura 8). A Bacia Lusitaniana é uma bacia intracratónica situada no bordo Oeste da microplaca Ibérica que teve a sua origem associada aos episódios distensivos que levaram à abertura do Oceano Atlântico durante o Mesozoico.

Tectonicamente, corresponde a um graben alongado segundo NNE-SSW no qual se depositaram sedimentos mesozóicos de natureza essencialmente calcária e cuja espessura total ronda os 4 a 5 km[6]. Essa depressão tectónica está limitada por acidentes longitudinais herdados da orogenia varisca e apresenta-se compartimentada transversalmente por acidentes orientados NE-SW e W-E, também eles de herança varisca e cuja atuação se reflete ao nível da distribuição e espessura das fácies sedimentares[7].

[6] Ribeiro *et al*., 1979; Wilson, 1988.
[7] Kullberg *et al*., 2013.

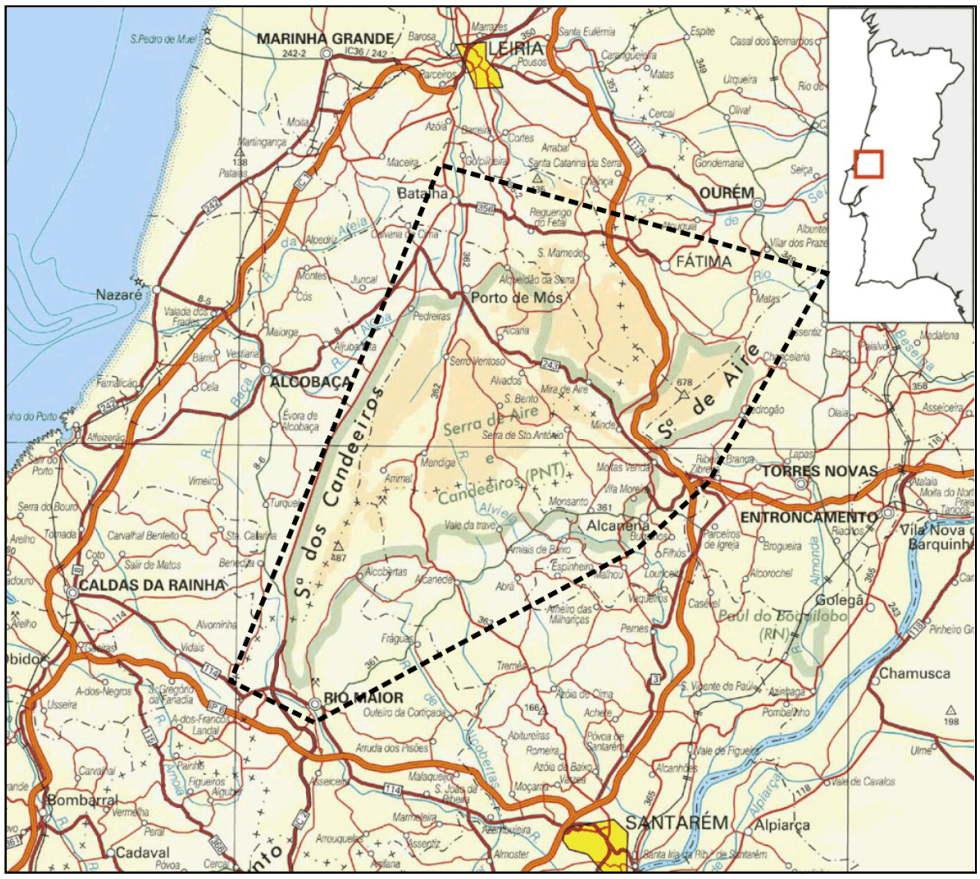


Figura 7 – Delimitação do MCE no território nacional.

Após esse período compressivo, a BL ficou sujeita a um regime tectónico compressivo, desde o final do Cretácico até à atualidade, por efeito da colisão entre a microplaca ibérica com as placas africana e euroasiática. Conduziu à inversão das principais estruturas tectónicas e exposição subaérea da sequência de rochas carbonatadas mesozoicas, tendo-se depositado sobre estas uma sequência descontínua de sedimentos siliciclásticos[8].

[8] Kullberg *et al.*, 2013.

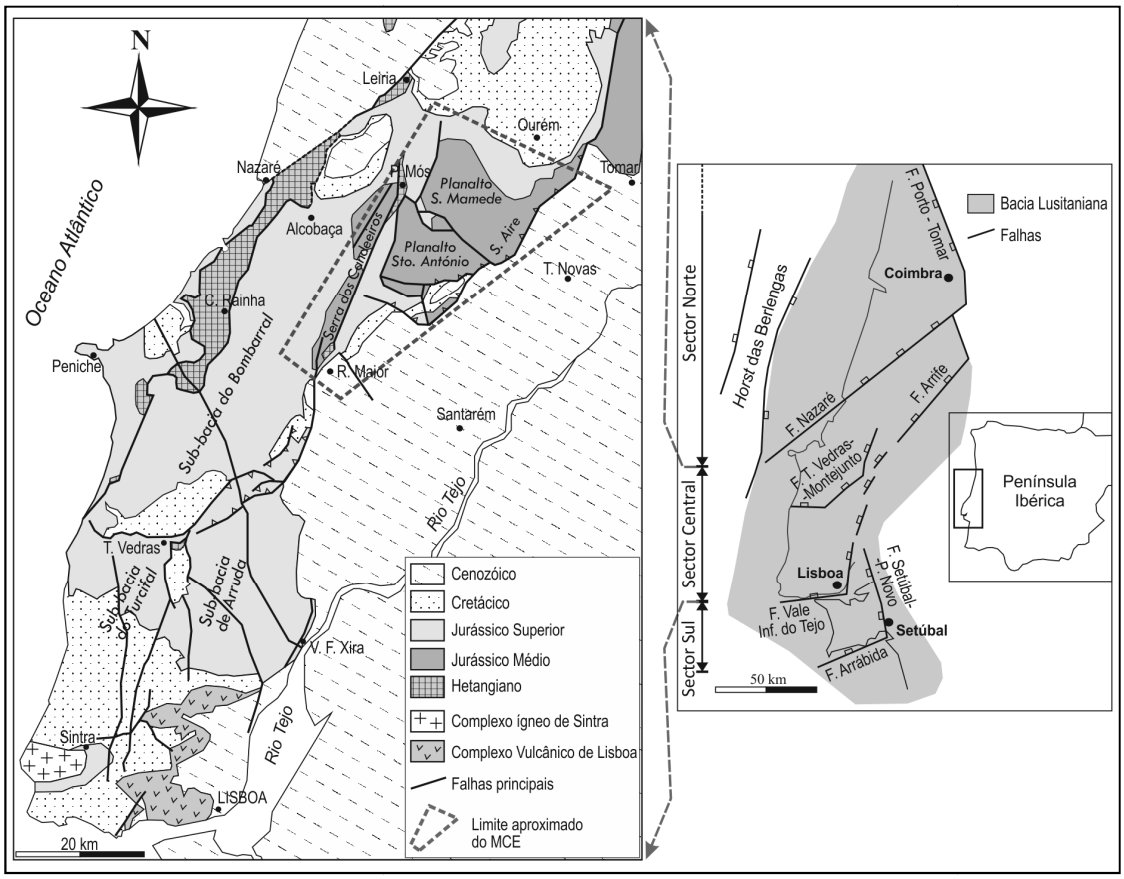


Figura 8 - Enquadramento do MCE no Setor Central da Bacia Lusitaniana[9].

7.1.2.2. Geomorfologia

O MCE foi definido enquanto unidade geomorfológica por A. Fernando Martins na sua tese de Doutoramento[10], sendo constituída essencialmente por rochas calcárias que se elevam acima Bacia Terciária do Tejo, da Plataforma Litoral e da Bacia de Ourém que se encontram na envolvente.

A morfologia do MCE está condicionada pela natureza calcária das rochas que o compõem e que condicionam o desenvolvimento de uma morfologia cársica bem característica. A sua arquitetura é resultado, fundamentalmente, da movimentação tectónica das diversas falhas que o afetam[11]. Essa arquitetura consiste em 3 regiões elevadas, separadas por duas depressões alongadas. A Depressão da Mendiga, alinhada segundo NNE-SSW, separa a serra dos Candeeiros, com a mesma orientação e que se localiza a Oeste, do Planalto de Santo António a Este. O alinhamento segundo NW-SE denunciado pelas depressões de Alvados e de Minde separa o Planalto de Santo António do planalto de São Mamede (Figura 9). Ao longo da Serra dos Candeeiros, truncando-a, distingue-se ainda o alinhamento tectónico diapírico de Rio Maior – Porto de Mós – Batalha e, a Sudeste do Planalto de São Mamede, eleva-se a serra de Aire, com orientação NE-SW e que constitui a região mais elevada de todo o MCE.

[9] Subdivisões da BL de acordo com Kullberg et al., 2006; geologia adaptada da Carta Geológica de Portugal à escala 1/1000000, ed. LNEG, 2011 (adaptado Carvalho, 2013)
[10] Martins, 1949
[11] Rodrigues, 1998

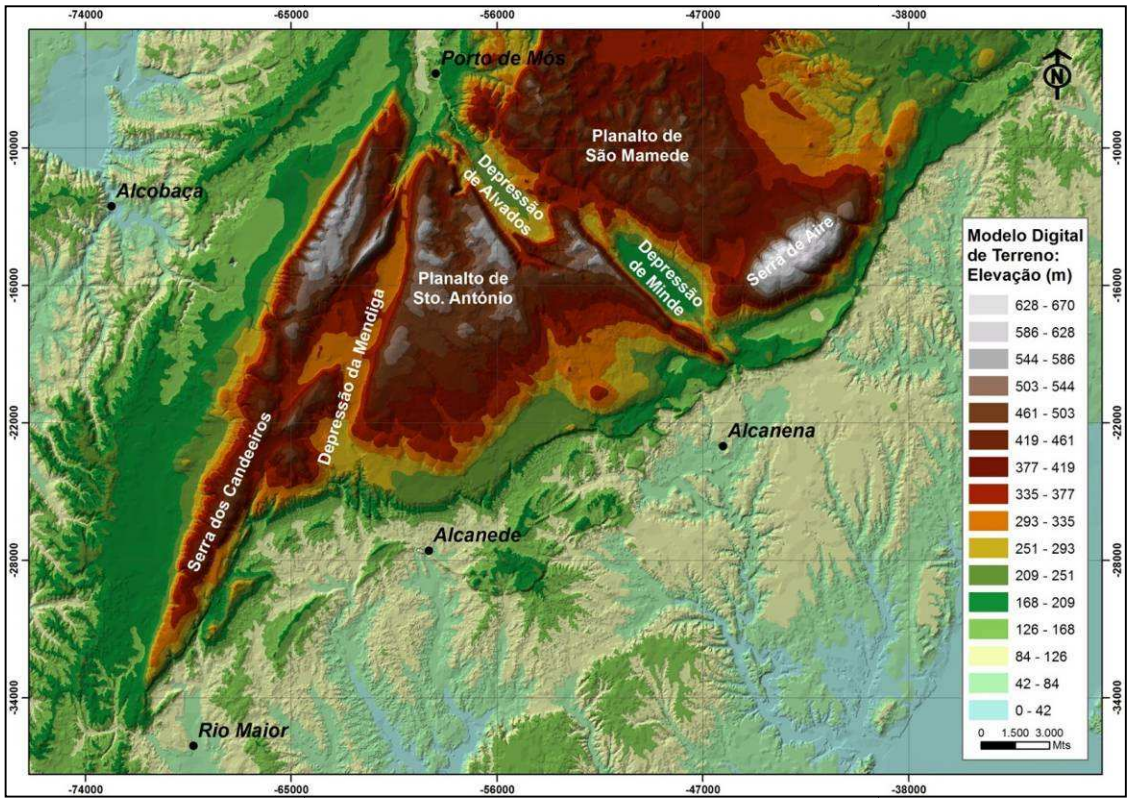


Figura 9 – Modelo digital de terreno do MCE[12].

Dada a natureza carbonatada das rochas, a morfologia cársica caracteriza de modo marcante o MCE com uma grande diversidade de estruturas. As formas de exocarso mais frequentes e notórias são as depressões fechadas de tipo dolina ou uvala, os poljes, dos quais o de Minde é o mais representativo, os vales secos e os extensos campos de lapiás. De realçar, também, formas que testemunham paleorelevos resultantes de períodos de erosão normal no MCE, como sejam os Vales Suspensos da Serra dos Candeeiros[13].

A rede de drenagem superficial é praticamente inexistente, pois predomina a drenagem subterrânea. A drenagem realiza-se por uma também grande diversidade de formas, desde pequenas fissuras a largas galerias subterrâneas. As conhecidas grutas que ocorrem neste maciço são o testemunho de antigas galerias de escoamento.

7.1.2.3. Geologia

Conforme referido, no MCE distinguem-se três unidades morfoestruturais elevadas, separadas por depressões. A essas unidades estão associados importantes acidentes tectónicos:

- A Depressão da Mendiga (associada às falhas da Mendiga e de Rio Maior – Porto de Mós) e sua continuação para Norte, pela Depressão de Alqueidão (associada à Falha de Reguengo do Fetal) que separam a serra dos Candeeiros do Planalto de Santo António;
- As depressões de Alvados e de Minde, associadas ao Sistema de Falhas de Alvados – Minde, separam o Planalto de Santo António do Planalto de São Mamede e da Serra de Aire.

[12] LNEG, 2013. Sistema de coordenadas retangulares: Hayford-Gauss, Datum 73.
[13] Martins, 1949

As rochas aflorantes datam do Hetangiano ao Pliocénico sendo, maioritariamente, do mesozoico - Jurássico Médio e Superior (Figura 10).

O Hetangiano, a que correspondem depósitos de natureza evaporítica, aflora ao longo de uma estreita faixa entre Rio Maior e Porto de Mós que corresponde a uma "parede de sal"[14], ou seja, acidente tectónico ao longo do qual se deu a ascensão dos depósitos evaporíticos (argilas, sal e gesso). Junto às cidades mencionadas verifica-se o alargamento dessa estrutura de origem diapírica.

Os corpos ígneos associados às estruturas diapíricas são pequenas intrusões dispersas que ocorrem no interior do diapiro das Caldas da Rainha (já fora do MCE), afetando o Hetangiano, e os aflorantes ao longo do acidente de Rio Maior – Porto de Mós, cortando as formações jurássicas. As datações disponíveis variam entre os 136 Ma e os 103 Ma. Neste grupo destaca-se o extenso filão-camada de Teira, a Norte de Rio Maior.

Nos aparelhos vulcânicos incluem-se a brecha vulcânica de Abrã que afeta rochas do Cretácico e o corpo de Alqueidão da Serra que afeta o Jurássico Superior e que parece associado a um acidente de orientação NW-SE. A instalação deste último terá ocorrido aos 140 Ma[15] ou aos 136 Ma[16].

O Jurássico Médio-Inferior ocupa a maior parte do MCE e aflora nas mencionadas unidades morfoestruturais elevadas. Esses afloramentos datam, sobretudo, do Jurássico Médio pois os do Jurássico Inferior afloram unicamente numa estreita faixa limitada pelo Sistema de Falhas de Alvados-Minde a Sul de Porto de Mós, sendo constituído por rochas dolomíticas, calcárias e margosas. O Jurássico Médio é constituído por calcários de natureza diversa, desde *mudstones* a *rudstones* bastante grosseiros, mas que no conjunto partilham o facto de apresentarem cores bastante claras, traduzindo um elevado grau de pureza em termos de conteúdo em cal (CaO).

O Jurássico Superior aflora nas zonas deprimidas mencionadas anteriormente, bem como na depressão de Alcobaça que se desenvolve para ocidente da serra dos Candeeiros. Essa Série integra sobretudo calcários e margas de tons castanhos e cinzentos mas também depósitos areníticos e argilosos.

[14] Kullberg, 2000.
[15] Ferreira & Macedo, 1983.
[16] Willis, 1988.

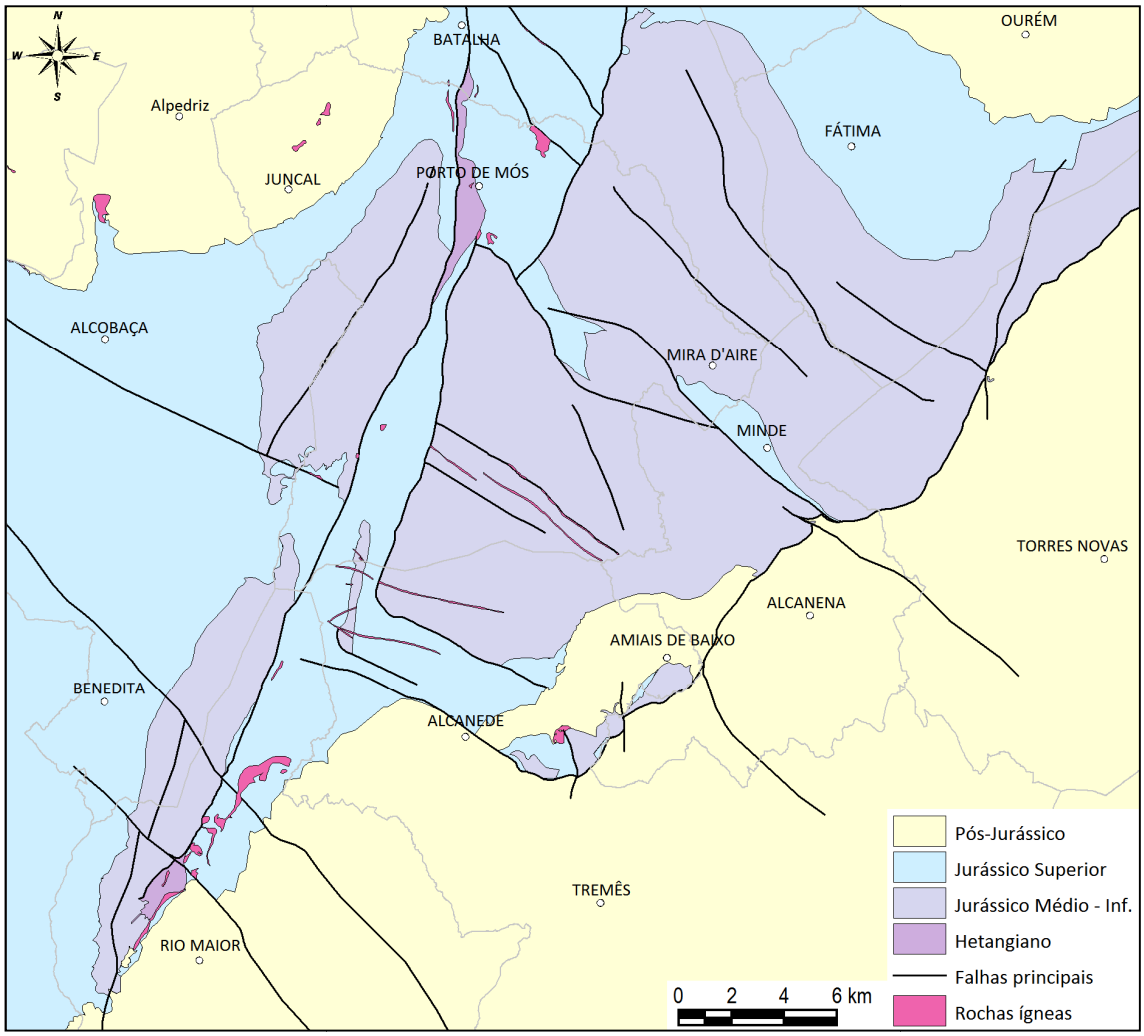


Figura 10 – Mapa geológico simplificado do MCE.

Quanto aos depósitos pós-Jurássicos representados no mapa da Figura 10, eles integram maioritariamente rochas de natureza siliciclástica que datam, descontinuamente, do Cretácico Inferior ao Pliocénico e ainda aluviões e depósitos de terraços quaternários. Afloram marginalmente ao MCE, com particular destaque na Bacia Terciária do Tejo, entre Rio Maior e Torres Novas, e nas bacias de Alpedriz e Ourém.

Na área do MCE ocorrem também rochas ígneas. São pouco abundantes e estão dispersas por todo o Maciço, à exceção da serra de Aire e Planalto de São Mamede. Podem-se subdividir em três grupos principais, consoante o tipo de estruturas a que se encontram associados:

- Corpos instalados em falhas de orientação NW-SE a WNW-ESE;
- Corpos associados às estruturas diapíricas;
- Corpos isolados com correspondência a aparelhos vulcânicos.

7.1.2.4. Tectónica

O estilo tectónico apresentado pelo MCE é, em grande parte, herdado das estruturas originadas no decorrer da orogenia varisca que afetou o território nacional durante o Paleozoico. Está muito influenciado pelo facto de, no decorrer do Hetangiano, se ter depositado uma espessa sequência de depósitos evaporíticos (formação de Dagorda) que funcionou como base de descolamento entre as rochas do soco e as meso-cenozoicas durante os episódios extensivos da deformação Alpina. Assim, nos locais onde esses depósitos evaporíticos apresentavam espessura reduzida, a reativação dos acidentes variscos levou-os a cortar toda a sequência mesozoica como falhas normais. Nos locais em que esses depósitos apresentavam espessura elevada, os acidentes variscos não se prolongaram para a superfície, antes surgiram novas falhas normais acima da sequência evaporítica, a mimetizar as subjacentes. Verifica-se a conjugação de tectónica de soco com tectónica pelicular (*thick and thin skin tectonics*)[17]. Durante os episódios de compressão Alpina as estruturas terão voltado a rejogar, mas agora em movimentação inversa e desligante, conduzindo à inversão geral da BL.

Os principais acidentes tectónicos que dominam o MCE correspondem a falhas orientadas segundo três direções principais: NNE-SSW, NW-SE e NE-SW.

Os acidentes NNE-SSW são os mais frequentes e integram 4 grandes falhas: a Falha dos Candeeiros que limita o MCE a Oeste, a Falha de Rio Maior-Porto de Mós que trunca a serra dos Candeeiros do lado oriental e o sistema constituído pela Falha da Mendiga (no bordo ocidental do Planalto de Sto. António) e pela Falha de Reguengo do Fetal (no bordo ocidental do Planalto de São Mamede). Estes acidentes terão funcionado como falhas normais durante as fases extensionais mesozoicas e, pelo menos algumas delas, terão sofrido inversão durante o Cenozoico.

No que respeita aos acidentes NW-SE, eles estão fundamentalmente representados pelo sistema de falhas escalonadas de Alvados e Minde as quais estão interligadas na região de Alvados, limitando uma zona deprimida. À semelhança das anteriores, terão funcionado como falhas normais durante o período distensivo Mesozoico. Conforme ilustra a Figura 10, esse sistema terá sido reativado posteriormente como rampa lateral dextrogira do Cavalgamento do Arrife, durante o período de inversão[18].

A direção NW-SE está ainda representada por acidentes que compartimentam os dois planaltos, estando alguns deles intruídos por rochas ígneas de natureza dolerítica. A par com outros de grandes dimensões que afetam sobretudo a Depressão de Alcobaça e se prolongam para a Bacia Terciária do Tejo, constituem um dos traços distintivos do MCE, estando associados às fases distensivas mesozoicas[19] e a episódio compressivo precoce na passagem do Jurássico para o Cretácico[20].

Quanto à direção NE-SW, está sobretudo representada pela Falha do Arrife que limita o MCE a Sudeste com a Bacia Terciária do Tejo. Durante as fases de compressão alpina foi reativada como cavalgamento vergente para Sudeste.

As bancadas sedimentares no MCE apresentam-se, no geral, subhorizontais, em função de ligeiros basculamentos induzidos pela movimentação das falhas ou devido a dobramentos de grande raio de curvatura. De entre estes destaca-se a estruturação anticlinal do Planalto de São Mamede, a qual tem correspondência com um *roll-over* a teto do sistema de Falhas de Alvados-Minde. Destaca-se ainda a estruturação anticlinal dos depósitos do Jurássico Superior na Depressão de Alqueidão, a qual está

[17] Kullberg *et al*., 2013.
[18] Manuppella *et al*., 2000.
[19] Wilson *et al*., 1989.
[20] Carvalho, 2013.

truncada por sedimentos de idade cretácica e os anticlinais a que correspondem a serra dos Candeeiros e a serra de Aire, provavelmente associados a domas salíferos[21].

De modo localizado ocorrem, também, dobramentos apertados que acompanham algumas das principais falhas, sendo indicativos da sua reativação sob efeito de campo tectónico compressivo. É o caso particular dos dobramentos na Depressão da Mendiga, entre a falha com o mesmo nome e a Falha de Rio Maior-Porto de Mós e os que ocorrem nas imediações do Cavalgamento do Arrife, paralelamente a esse acidente.

7.1.3. Enquadramento geológico e geomorfológico das AIE

Na Figura 11 apresenta-se o enquadramento geológico e geomorfológico das AIE, onde se verifica que as AIE do Codaçal e do Pé da Pedreira se situam no Planalto de Santo António, no seu bordo ocidental e bordo sudoeste, respetivamente. A AIE de Cabeça Veada localiza-se entre a Serra dos Candeeiros e o Planalto de Santo António, na designada Depressão da Mendiga. As AIE da Portela das Salgueiras e de Moleanos localizam-se na serra dos Candeeiros, no seu sopé oriental e ocidental respetivamente.

Os calcários que afloram nas AIE pertencem ao Jurássico Médio, os quais, em termos gerais, são caracterizados por apresentarem cores claras, o que é demonstrativo do seu elevado grau de pureza em termos de conteúdo de carbonato de cálcio. Devido às características específicas que apresentam, os calcários do Jurássico Médio têm vindo desde há muito a ser explorados para fins ornamentais.

[21] Kullberg, 2000

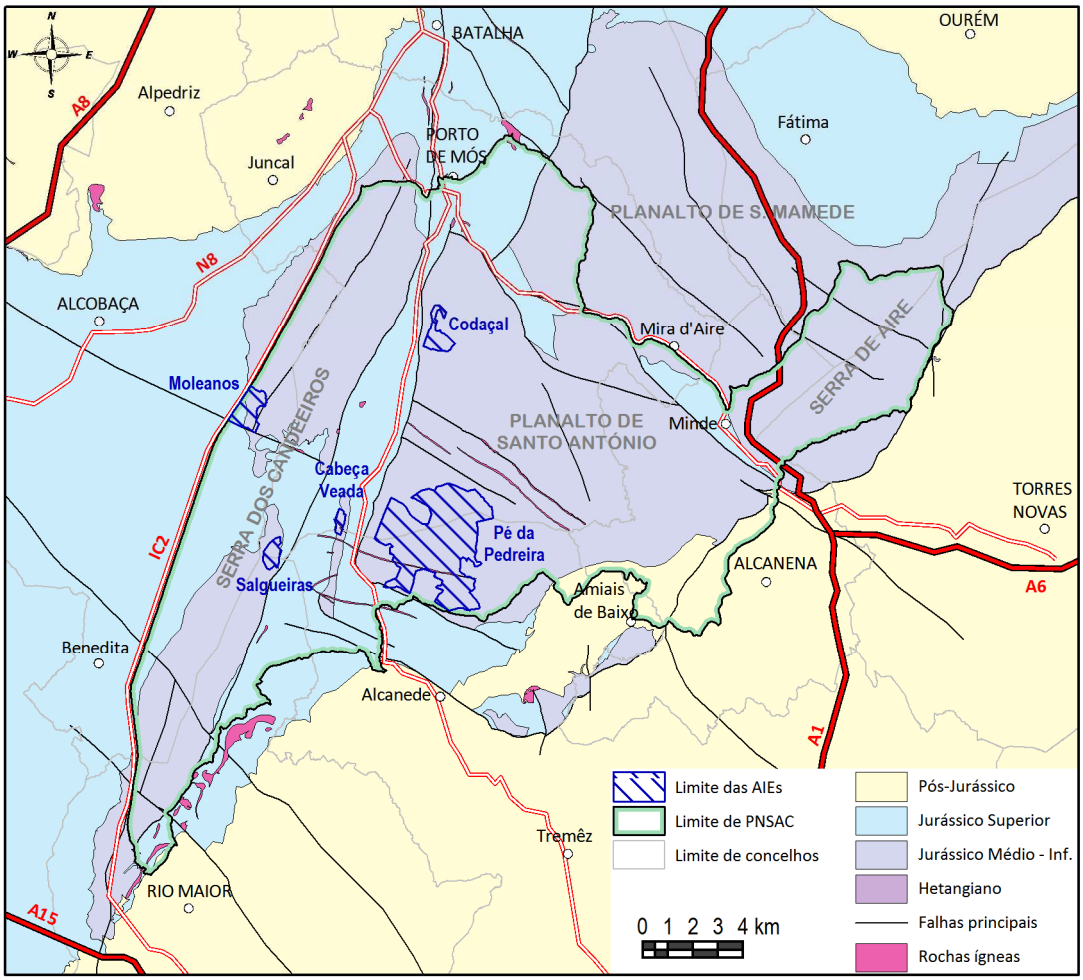


Figura 11 – Enquadramento das AIE no MCE.

7.1.4. Caracterização geológica das AIE

7.1.4.1. AIE do Codaçal

Na área do Codaçal, em termos genéricos e utilizando alguma da terminologia local, ocorrem, da base para o topo as seguintes unidades geológicas:

- **Lajes**. Esta unidade é constituída por calcários calciclásticos de granularidade fina e textura de tipo *wackstone* e *packstone*. Apresentam cores castanhas, amarelas e cinzentas. As bancadas são de espessura decimétrica a centimétrica, por vezes laminíticas. Carateristicamente, em alguns níveis surgem nódulos siliciosos com formas ovais ou botrioides. Localmente estes calcários apresentam-se dolomitizados. A possança desta unidade não é determinável na área em estudo mas, segundo Azêredo, 2007, rondará os 50 a 60 m. Esta unidade tem correspondência com o Membro de Calcários de Vale da Serra (Bajociano superior) da Formação de Chão de Pias e equivale à unidade Calcários de Chão de Pias definida na Folha 27 A – Vila Nova de Ourém, da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50000 (Manuppella *et al.*, 2000).
- **Calcários do Codaçal**. De modo muito genérico são calcários calciclásticos de granularidade fina a muito grosseira, de tipo *grainstone* e *rudstone*. A sua espessura máxima na AIE de Codaçal

ronda os 100 m. Corresponde ao denominado Membro de Codaçal, datado do Batoniano inferior e que se integra na Formação de Santo António – Candeeiros[22], esta abrangendo todo o Batoniano e parte do Caloviano. Os Calcários do Codaçal foram também assim denominados na Folha 27 A – Vila Nova de Ourém[23]. Na AIE do Codaçal esta unidade compreende, de norte para sul, três subunidades maiores.

- **Unidade da Base**. Trata-se de uma unidade litologicamente muito variada mas que, em termos genéricos, é constituída por calcários calciclásticos de grão fino, maioritariamente, *packstones* e *grainstones* pelóidicos, mais ou menos bioclásticos. Apresentam cor creme a cinzenta e as bancadas são de espessura decimétrica, raramente métrica. É frequente a ocorrência de níveis dolomitizados, em particular nas imediações de uma estrutura filoniana que atravessa transversalmente a área. A sua possança máxima na AIE ronda os 25 m. Esta subunidade desenvolve-se, sobretudo, para norte da subunidade que de seguida se abordará, por variação lateral de fácies. Contudo, parte desse desenvolvimento também ocorre sob essa subunidade até, sensivelmente, à região central da área em estudo, sendo essa a razão para o nome que lhe foi atribuído. A partir daí, para sul, passa lateralmente a uma terceira subunidade.
- **Calcários Ornamentais**. É uma subunidade constituída por calcários calciclásticos, mais ou menos grosseiros (*grainstones* e *rudstones*). Apresentam cor creme de tonalidade bastante clara e as bancadas são bastante maciças. Esta subunidade desenvolve-se, sobretudo, na região central da AIE. Como atrás referido, situa-se acima e lateralmente à subunidade anterior, passando, para sul e também por variação lateral de fácies, a uma outra subunidade. Em média, a sua espessura ronda os 55 m, podendo alcançar os 80 m. Alguns dos níveis desta subunidade apresentam-se dolomitizados, sobretudo nas imediações da estrutura filoniana onde a espessura atingida pode chegar aos 20 m. Da base para o topo, nos Calcários Ornamentais, distinguem-se ainda outras subunidades em função das suas particularidades texturais:
  - **Semi Rijo Fino**. Variedade correspondente a *grainstones* oolíticos, ligeiramente litoclásticos e bioclásticos, com laminação sedimentar, paralela ou ligeiramente oblíqua, organizada em feixes de espessura métrica. Esta laminação é, no geral, pouco marcada. Não se distinguem bancadas, constituindo esta subunidade um corpo maciço com uma espessura média total a rondar os 30 m, podendo alcançar os 40 m. Junto ao "filão" apresenta-se parcialmente dolomitizada na sua parte superior.
  - **Semi Rijo Grosseiro**. Trata-se de uma variedade correspondente a *rudstones* bioclásticos e litoclásticos, mais ou menos oolíticos. Tal como a variedade subjacente, apresenta laminação sedimentar, mas agora bem marcada. Junto ao "filão" a sua parte inferior apresenta-se dolomitizada. A passagem entre Semi Rijo Fino e Semi Rijo Grosseiro dá-se, então, por fácies dolomitizadas que, como referido, podem alcançar 20 m de espessura junto ao "filão". Contudo, para sul, essa espessura diminui bastante, correspondendo apenas a alguns centímetros. O Semi Rijo Grosseiro constitui um corpo maciço com uma espessura média total a rondar os 15 m. Par sul passa lateralmente ao litotipo suprajacente.
  - **Semi Rijo Grosseiro com Biostromas**. É uma subunidade idêntica à anterior mas que se distingue pela ocorrência de níveis decimétricos ricos em bioclastos recifais de grandes dimensões (biostromas). A diferenciação entre ambas faz-se pela ocorrência do primeiro nível de biostroma. A possança média ronda os 10 m, mas tende a espessar para sul, onde pode atingir 40 m à custa da diminuição dos níveis subjacentes.

[22] Azêredo, 2007.
[23] Manuppella *et al.*, 2000.

- **Margaço**. Este é o nome pelo qual é conhecida na região uma fácies de *rudstones* bioclásticos oncolíticos, localmente rica biostromas. Também localmente, esta fácies apresenta-se dolomitizada. Carateristicamente o Margaço apresenta granularidade grosseira (2 a 10 mm). Ocorre apenas para sul da região central da AIE, por variação lateral relativamente brusca dos Calcários Ornamentais e, nos níveis inferiores, por variação lateral da Unidade da Base. De um modo geral, a espessura das bancadas é de difícil apreciação. Contudo, localmente, é possível apreciar termos de espessura decimétrica e métrica, separados por planos estilolíticos. A possança máxima desta subunidade ronda os 100 m, correspondendo, neste caso, à espessura total dos Calcários do Codaçal.

- **Vidraços do Topo.** Calcários micríticos (*mudstones*, *wackstones* e, menos frequentemente, *floatstones*) com abundantes níveis biostromáticos decimétricos junto à base. Apresentam-se com cor creme a cinzento em bancadas de espessura decimétrica. Esta unidade é a mesma que está definida para a área de Pé da Pedreira como Vidraços da Base. Tem correspondência, portanto, com a Formação de Serra de Aire, cuja idade abrange todo o Batoniano. Foi definida por Azêredo, 2007, que a considera equivalente à unidade Calcários Micríticos de Serra de Aire da Folha 27 A – Vila Nova de Ourém (Manuppella *et al.*, 2000).

Pelo exposto, os **Calcários Ornamentais** na AIE do Codaçal correspondem a uma unidade maciça, com cerca de 55 m e cujo desenvolvimento se dá, sobretudo na vertical. Para Norte passa lateralmente a uma unidade de granularidade tendencialmente mais fina, mas menos homogénea texturalmente e, para Sul, passa a uma unidade de granularidade mais grosseira e texturalmente homogénea.

Estruturalmente, as bancadas destas unidades apresentam-se orientadas em torno de WNW-ESE, com pendores muito suaves para SSW. Uma estrutura filoniana também orientada segundo WNW-ESE atravessa transversalmente a área de Codaçal no seu terço norte. Na realidade, não se trata de um verdadeiro filão, pois não se detetaram afloramentos de algum tipo de rocha ígnea subvulcânica. Verifica-se, sim, uma forte depressão alongada segundo a direção referida que, pelas modificações que induz no padrão cartográfico, se deduz ter correspondência com uma falha normal subvertical. Os calcários que ocorrem junto às paredes dessa depressão mostram tons escuros mais ou menos intensos que se presumem ser o resultado de alteração metassomática induzida pela circulação de fluídos ao longo da falha mencionada.

A Sul da AIE do Codaçal, devido ao padrão cartográfico denunciado pelo limite entre os Calcários do Codaçal e os Vidraços do Topo e devido a alinhamentos preferenciais de fraturas que aí ocorrem, é provável a existência de duas falhas com a mesma direção desse "filão", embora com maior tendência para uma orientação E-W. Essas duas falhas prováveis estão representadas como um único acidente na Folha 27 A - Vila Nova de Ourém, da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000[24]. Definem um corredor de fraturação topograficamente abatido mas que, estruturalmente, se presume sobrelevado relativamente aos blocos Sul e Norte.

No que respeita à fraturação nos Calcários do Codaçal, está representada por duas famílias principais de fraturas. Uma, menos frequente, orientada segundo NE-SW. A outra está orientada segundo WNW-ESE, paralelamente à estrutura filoniana, mas apresenta forte dispersão para E-W, ou seja, para a direção das falhas prováveis já referidas. Os espaçamentos destas famílias, medidos nos locais de maior intensidade de fraturação, são, regra geral, superiores a 2 m. Localmente estas famílias estão representadas por corredores de fraturação de extensão variável, em particular a Sul da AIE do Codaçal.

[24] Manuppella et al., 2000.

7.1.4.2. AIE do Pé da Pedreira

Na AIE do Pé da Pedreira, em termos genéricos e utilizando alguma da já mencionada terminologia local, ocorrem, da base para o topo as seguintes unidades:

- **Vidraços da Base.** Calcários micríticos (*mudstones*, *wackstones* e *floatstones*) de cor creme a cinzento claro, em bancadas de espessura decimétrica. A possança desta unidade é bastante elevada, na ordem dos 300 m. Tem correspondência com a Formação de Serra de Aire, cuja idade abrange todo o Batoniano. Foi definida por Azêredo (2007), que a considera equivalente à unidade Calcários Micríticos de Serra de Aire da Folha 27 C – Torres Novas, da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000[25]. Próximo do topo desta unidade diferenciam-se subunidades lenticulares que se denominaram Calcários Ornamentais da Base.

    - **Calcários Ornamentais da Base**. Calcários biointraclásticos pelóidicos e oncolíticos de granularidade fina a grosseira (*packstones*, *grainstonse* e *rudstones*). Apresentam cor creme ou cinzenta clara e textura marcada por laminações sedimentares bem evidentes por alternância de níveis centimétricos de grão fino e grosseiro. Ocorrem sob a forma de níveis descontínuos cuja espessura pode alcançar os 6 m. As bancadas, maciças, estão mal definidas, podendo um nível corresponder a uma única bancada. Estes calcários foram alvo de pequenas explorações nos anos 70 do século passado, sendo comercializados sob a designação de "Olho de Cabra". Este nome advém da estética atribuída à rocha pelos oncóides nela contidos.

- **Calcários Ornamentais.** Calcários biointraclásticos pelóidicos de granularidade fina a grosseira (*packstones*, *grainstones* e *rudstones*). Apresentam cor creme de tom mais ou menos claro e textura marcada por laminações paralelas e oblíquas, mais ou menos evidentes e organizadas em feixes de espessura decimétrica a métrica. A espessura das bancadas é de ordem métrica, em geral, 3 a 6 m e a possança total da unidade é de 40 m, aproximadamente. Tem correspondência com o Membro de Pé da Pedreira da Formação de Santo António-Candeeiros (equivalente lateral da formação anteriormente referida, mas cuja idade abrange o Caloviano[26]. O Membro de Pé da Pedreira data do Batoniano superior e tem correspondência com a unidade Calcários de Pé da Pedreira definida na Folha 27 C - Torres Novas, da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000[27]. Consoante a granularidade, as variedades comerciais produzidas são conhecidas por Moca Creme Fino, Médio e Grosseiro. Relvinha é o nome atribuído a uma subvariedade de Moca Creme Fino caraterizada por finas laminações sedimentares paralelas e grande homogeneidade textural. A unidade Calcários Ornamentais corresponde a uma unidade lenticular de grande extensão lateral no interior de uma outra constituída por calcários micríticos (vidraços), sendo que a passagem a essas litologias ocorre por variação lateral de fácies de modo bastante abrupto.

    No interior dos Calcários Ornamentais diferenciam-se, por variação lateral de fácies, duas subunidades:

    - **Vidraços Intermédios.** Calcários micríticos a microsparíticos, pelóidicos, mais ou menos bioclásticos (*wackstones*, *floatstones* e *packstones*), também de cor creme e em bancadas decimétricas. A possança desta subunidade é muito variável, desde alguns centímetros a 15 m, devido a variações laterais de fácies para os Calcários Ornamentais ou, mais frequentemente, para a subunidade seguinte.

[25] Manupella et al., 2006.
[26] Azêredo, 2007.
[27] Manupella et al., 2006.

- **Sardão ou perlina.** Calcários biointraclásticos sparíticos muito grosseiros (*rudstones*), localmente lumachélicos, sendo frequente a ocorrência de fragmentos fósseis com diâmetro superior a 10 cm (restos de espongiários, corais e algas), muitas vezes com cor cinzenta que se destacam da matriz de cor geral creme. Ocorrem em lentículas maciças com espessura muito variável, desde alguns decímetros a 10 m.

- **Vidraços do Topo.** Idênticos aos Vidraços da Base, fazendo parte, do ponto de vista regional, da mesma unidade litostratigráfica.

Estruturalmente, as bancadas destas unidades definem uma dobra sinclinal muito ampla e ligeiramente mergulhante para Sul. Assim, nas regiões mais a ocidente, as bancadas apresentam-se orientadas segundo NE-SW, com inclinações na ordem dos 40 a 60 para SE; na região central, correspondente ao Vale da Relvinha, as bancadas dispõem-se segundo E-W, com pendores de 20 a 40 para Sul; na região oriental estão orientadas NW-SE e inclinam 40 a 60 para SW.

Uma estrutura filoniana bastante alterada e orientada segundo WNW-ESE atravessa a AIE do Pé da Pedreira. Nas suas imediações ocorrem falhas subparalelas de movimentação normal e cujos rejeitos são de amplitude reduzida, decimétrica a métrica. A unidade dos Calcários Ornamentais está limitada, a Sul, por uma falha com a mesma orientação, que os coloca em contato com calcários mais recentes, já de idade Jurássico Superior. De um modo muito genérico, estes correspondem a *mudstones*, *wackstones* e *packstones* mais ou menos margosos e bioclásticos, de cores castanhas e cinzentas, por vezes, bastante escuras. Dispõem-se em bancadas centimétricas a decimétricas.

No que respeita à fraturação, está representada por um sistema ortogonal de diaclases orientadas WSW-ENE e NNW-SSE. Localmente, em particular nas proximidades do filão e das falhas já referidas, surge também o sistema constituído pelas famílias WNW-ESE e NNE-SSW. Os espaçamentos destas famílias, medidos nos locais de maior intensidade de fraturação, são, regra geral, superiores a 2 m. Localmente estas famílias estão representadas por corredores de diaclasamento (*joint zones*) de extensão variável.

7.1.4.3. AIE de Moleanos

Na AIE de Moleanos, em termos genéricos e utilizando alguma da já mencionada terminologia local, ocorrem, da base para o topo as seguintes unidades:

- **Vidraços da Base.** Correspondem a calcários micríticos (*mudstones*, *wackstones* e *floatstones*) de cor creme, em bancadas de espessura decimétrica. A possança desta unidade não foi reconhecida no interior da AIE de Moleanos. Essa unidade ocorre apenas em profundidade na AIE de Moleanos.

- **Calcários Ornamentais** (**Vidraço de Moleanos**). São calcários bio e litoclásticos, pelóidicos e mais ou menos oolíticos e oncolíticos de granularidade tendencialmente grosseira (*grainstones* e *rudstones*). A cor geral é creme mas, em áreas restritas, sobretudo em profundidade, ocorrem massas decamétricas de calcários de coloração cinzento-azulada que são comercializados sob a designação de Azul Moleanos. A textura é caraterizada por laminações sedimentares paralelas e oblíquas, mais ou menos bem marcadas e organizadas em feixes de espessura decimétrica a métrica.

  As bancadas são maciças mas a sua espessura é de difícil quantificação pela dificuldade de distinguir entre estratos e feixes de laminações sedimentares. Contudo, do ponto de vista económico, esses feixes desempenham o papel de bancada sedimentar de caraterísticas homogéneas. Também a presença de planos estilolíticos paralelos à estratificação constituem superfícies de descontinuidade

("lors"), sendo por eles que muitas vezes se processa o desprendimento da rocha no desmonte. Assim, é possível afirmar que a espessura das bancadas, tomadas do ponto de vista económico, varia entre 1 e 5 m. A possança total desta unidade na AIE de Moleanos ultrapassa os 100 m.

- **Vidraços Intermédios:** Na base dos Calcários Ornamentais diferencia-se uma subunidade que se denominou Vidraços Intermédios. São calcários micríticos pelóidicos, mais ou menos bioclásticos e oncolíticos (*wackstones* e *floatstones*), de cor creme, castanho clara ou cinzenta clara. As bancadas apresentam espessura variável de alguns centímetros a 1,5 m, sendo comum a ocorrência de finos veios de calcite, não muito extensos e com orientações variadas. Esta subunidade é lenticular e a sua espessura varia desde 30 m, a oriente, até alguns decímetros, a ocidente (em profundidade).

- **Vidraços do Topo**. Sobre a sequência de unidades descrita anteriormente ocorrem as rochas do Jurássico Superior, mais propriamente do Oxfordiano Médio. São denominadas como Vidraços do Topo e correspondem a *wackstones* e *packstones*, mais ou menos bioclásticos e mais ou menos margosos que apresentam cores cinzentas e castanhas com tons escuros. As bancadas são de espessura centimétrica a decimétrica. A sua espessura na AIE de Moleanos ultrapassa os 20 m.

- **Resmo.** É o nome pelo qual são conhecidos na AIE de Moleanos os depósitos do tipo cascalheira assentes discordantemente em alguns locais sobre as unidades anteriores e cuja idade é provavelmente recente (Quaternário). Apresentam-se mal consolidados e ter-se-ão depositado, provavelmente em regime torrencial, em paleodepressões. A sua composição é muito variada de local para local mas, genericamente, são constituídos por litoclastos angulosos de calcários micríticos, com dimensões centimétricas, envoltos numa matriz mais ou menos abundante de natureza argilosa. É comum a ocorrência de crostas superficiais melhor consolidadas devido à precipitação de calcite entre os calhaus de calcário. A sua espessura é variável, podendo atingir dezena de metros.

  Os depósitos de tipo Resmo ocorrem sobretudo na região central da AIE de Moleanos e na sua região mais meridional, em dois afloramentos alongados segundo E–W. Na região ocidental da AIE de Moleanos, junto ao contato com os calcários do Jurássico Superior, apresentam menor espessura e interligam-se com outros depósitos de cobertura que também se presumem de idade recente e cuja natureza é essencialmente siliciclástica, mais ou menos grosseira.

Estruturalmente, os Vidraços da Base e os Calcários Ornamentais apresentam-se orientados segundo a direção NNE-SSW e apresentam inclinações para WNW entre 15º e 20º. Os calcários de cores escuras do Jurássico Superior assentam sobre os Calcários Ornamentais em discordância angular. A orientação das camadas é semelhante e o sentido da inclinação também, mas essa inclinação ronda apenas os 10º.

Em termos regionais, a região Sul da AIE de Moleanos, onde aflora um dos principais depósitos de Resmo, está marcada por extensas fraturas fotointerpretadas segundo a direcção WNW-ESE, as quais definem um acidente maior com a mesma orientação. No que concerne aos Calcários Ornamentais, estão afetados por duas famílias de diaclases: uma orientada segundo WNW-ESE e outra, secundária, segundo NNW-SSE. Os espaçamentos destas famílias, medidos nos locais de maior intensidade de fraturação, são, regra geral, superiores a 2 m. Localmente, a família WNW-ESE está representada por corredores de diaclasamento (*joint zones*) de extensão variável.

7.1.4.4. AIE da Cabeça Veada

Na AIE da Cabeça Veada, em termos genéricos e utilizando alguma da terminologia local, ocorrem, da base para o topo as seguintes unidades:

- **Vidraços da Base.** Calcários micríticos (*mudstones*, *wackstones* e *floatstones*) de cor creme e cinzenta, de tons claros a escuros. As bancadas têm espessura decimétrica, sendo que a possança total desta unidade é bastante elevada, na ordem dos 300 m. Contudo, aflora apenas parcialmente, estando truncada por uma falha de orientação geral NNE-SSW. Estes calcários têm correspondência com a Formação de Serra de Aire, cuja idade abrange todo o Batoniano. Foi definida por Azêredo (2007) que a considera equivalente à unidade Calcários Micríticos de Serra de Aire da Folha 27 C - Torres Novas, da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000[28]. Nesta unidade diferenciaram-se também níveis lenticulares de calcários mais ou menos dolomitizados. Por se encontrarem nas imediações de vários acidentes que recortam a região, deverão ser o resultado da circulação de fluídos ricos em magnésio ao longo de níveis de calcários mais suscetíveis a este tipo de alteração. A espessura de alguns destes níveis de calcários dolomitizados poderá alcançar 20 m.
- **Calcários Ornamentais.** São calcários biolitoclásticos pelóidicos de granularidade fina a grosseira (*grainstones* e *rudstones*). Apresentam cor creme de tom mais ou menos claro e textura marcada por laminações paralelas e oblíquas, mais ou menos evidentes e organizadas em feixes de espessura decimétrica a métrica. A espessura das bancadas é de difícil apreciação pela dificuldade de distinguir, em paredes verticais, os estratos dos feixes de laminações sedimentares. Na realidade, as bancadas deverão corresponder a corpos maciços, com possanças superiores a 20 m. Em termos económicos, são os feixes de dimensão métrica que condicionam a dimensão dos blocos. A possança total da unidade rondará os 130 m. Tem correspondência com o Membro de Pé da Pedreira da Formação de Santo António-Candeeiros; equivalente lateral da unidade Vidraços de Base, mas cuja idade abrange o Caloviano[29]. O Membro de Pé da Pedreira data do Batoniano superior e tem correspondência com a unidade Calcários de Pé da Pedreira definida na Folha 27-C C - Torres Novas, da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000[30]. A variedade comercial produzida na AIE da Cabeça Veada toma o nome de **Semi Rijo de Cabeça Veada**. Quartau (1998) diferenciou no interior desta unidade um nível biostromático de granularidade bastante grosseira, com espessura constante próxima de 1 m.
- **Vidraços do Topo.** Idênticos aos Vidraços da Base, fazendo parte, do ponto de vista regional, da mesma unidade litostratigráfica.
- **Jurássico Superior.** São calcários micríticos mais ou menos margosos e bioclásticos (*wackstones* e *packstones*) de cor cinzenta, tendencialmente escura. Ocorrem em bancadas de espessura decimétrica.

Estruturalmente, as bancadas das unidades do Jurássico Médio, onde se incluem os Calcários Ornamentais, apresentam-se orientadas NNE-SSW com inclinações na ordem dos 40º para Este. Contatam, a Oeste, por intermédio de uma falha com os calcários do Jurássico Superior. Esses apresentam-se com orientações muito diversas e inclinações na ordem dos 20º a 30º, denunciando dobramentos vários. Junto à referida falha, tendem a paralelizar-se com ela, com inclinações para Oeste.

[28] Manupella et al., 2006.
[29] Azêredo, 2007.
[30] Manupella et al., 2006.

Essa falha, designada por Falha de Valverde, apresenta uma geometria e cinemática de falha inversa, com o Jurássico Médio a cavalgar o Jurássico Superior. O Jurássico Médio apresenta-se truncado por ela, o que é particularmente visível ao nível da unidade Vidraços da Base (a Sul) e dos Calcários Ornamentais (a Norte). Já de um ponto de vista mais regional, ao nível da Depressão da Mendiga, esta falha apresenta uma geometria de falha normal invertida, pois, sobre o Jurássico Médio aflora o Superior, na região central dessa depressão.

A Falha de Valverde apresenta-se rejeitada por outras duas falhas, com orientação WNW-ESE. Uma na região Norte da AIE da Cabeça Veada, com uma movimentação aparente em desligamento esquerdo e outra, a Sul da AIE, com movimentação semelhante. A primeira termina no interior da unidade Calcários Ornamentais, provavelmente dando origem a ligeira flexura, conforme denunciado pela modificação no andamento do contato com os Vidraços do Topo. A segunda falha limita o afloramento de Calcários Ornamentais a Sul.

Assim, de modo sintético, a unidade Calcários Ornamentais dispõe-se em monoclinal basculado cerca de 40º para Este, estando, nessa direção, limitado superiormente pelos Vidraços do Topo. Para Oeste está limitado pelos Vidraços da Base ou pela Falha de Valverde.

Uma estrutura filoniana orientada NNW-SSE atravessa os Vidraços do Topo e os Calcários Ornamentais, desenvolvendo-se, sobretudo, nestes últimos. Na realidade, não se trata de um verdadeiro filão, ou seja, não aflora uma rocha ígnea subvulcânica. Verifica-se, sim, uma forte alteração metassomática dos calcários: cor escura intensa, aspeto mais ou menos vitrificado, e localmente, desagregado. Provavelmente, essa alteração terá correspondência com a circulação localizada de fluídos hidrotermais associados às verdadeiras estruturas filoneanas que ocorrem nas imediações da AIE da Cabeça Veada. Essa circulação localizada terá ocorrido ao longo de fraturas pré-existentes com a mesma orientação.

Para ocidente da Falha de Valverde, já nos calcários do Jurássico Superior e no prolongamento da estrutura anterior, ocorre uma outra com as mesmas caraterísticas, mas de menores dimensões.

No que respeita à fraturação, está representada por duas famílias principais de fraturas. Uma apresenta-se orientada WSW-ENE e outra segundo NNE-SSW, sendo que a primeira é a que se mostra mais persistente e condicionadora da exploração. Os espaçamentos destas famílias, medidos nos locais de maior intensidade de fraturação, são, regra geral, superiores a 2 m. Localmente estão representadas por corredores de fraturação de extensão variável.

7.1.4.5. AIE da Portela das Salgueiras

Em termos genéricos e utilizando alguma da já mencionada terminologia local, na AIE da Portela das Salgueiras ocorrem, da base para o topo, as seguintes unidades geológicas:

- **Formação de Dagorda.** Unidade constituída por rochas margosas e evaporíticas datadas do Jurássico Inferior (Hetangiano) e cujos afloramentos estão limitados por falhas NNE-SSW. Essa unidade aflora apenas em região restrita, já fora dos limites da AIE da Portela das Salgueiras, a Sudoeste dos calcários ornamentais. Superficialmente os afloramentos apresentam-se completamente obliterados pelas atividades agrícolas.
- **Vidraços da Base.** Calcários micríticos (*mudstones, wackstones*) de cor creme a cinzento claro, com vesículas de calcite (*fenestrae*). Apresentam-se em bancadas de espessura centimétrica a decimétrica. Esses calcários afloram em zona restrita na região meridional da área cartografada, estando limitados parcialmente por falha orientada N–S que impede a determinação da sua

espessura total. A passagem à unidade a teto ocorre de modo brusco. Os Vidraços da Base têm correspondência com a Formação de Serra de Aire, cuja idade abrange todo o Batoniano. Foi definida por Azerêdo, 2007, que a considera equivalente à unidade Calcários Micríticos de Serra de Aire da Folha 27 C – Torres Novas, da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000[31].

- **Calcários Ornamentais.** Esta unidade é constituída por duas subunidades de calcários calciclásticos: Unidade da Base e Semi Rijo. De acordo com Azerêdo, 2007, tem correspondência com o Membro de Pé da Pedreira de idade Batoniano superior, o qual se integra na Formação de Santo António – Candeeiros; equivalente lateral da formação anteriormente referida, mas cuja idade abrange o Batoniano e o Caloviano. Ainda de acordo com a mesma autora, o Membro de Pé da Pedreira corresponde à unidade Calcários de Pé da Pedreira referenciada na Folha 27 C – Torres Novas, da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000[32]. Os Calcários Ornamentais constituem um corpo lenticular espesso cuja variação lateral de fácies ocorre de modo muito abrupto.
    - **Unidade da Base.** Calcários texturalmente variados, de wackestone a rudstone, com elementos pelóidicos, oncolíticos, litoclásticos e bioclásticos. Estão dispostos em bancadas cuja espessura raramente ultrapassa os 0,5 m. Na base predominam packstones oncolíticos de cor cinzenta com abundantes estilólitos sub-horizontais, tanto abertos como fechados, e que por vezes se apresentam preenchidos por material argilo-betuminoso de cor escura. Estes planos estilolíticos mimetizam, frequentemente, superfícies de estratificação. Por passagem gradual, os calcários na parte superior da unidade correspondem essencialmente a wackestones de pelóides granulometricamente muito finos. Exibem cor creme e igualmente estão afetados por abundantes planos estilolíticos sub-horizontais mimetizando as superfícies de estratificação. Esta Unidade da Base aflora unicamente na região meridional da área cartografada onde apresenta uma espessura total próxima de 30 m. Na região central, sob o Semi Rijo, a possança alcança os 40 m e volta a diminuir para valores na ordem dos 30 m a norte. A passagem ao Semi Rijo suprajacente ocorre de modo gradual.
    - **Semi Rijo.** Packstones e grainstones pelóidicos e biolitoclásticos, tendencialmente de granularidade fina a média. Apresentam cor creme de tom mais ou menos claro e textura marcada por laminações paralelas, em geral pouco evidente. Ocorrem na região central da área cartografada sob a forma de um corpo maciço no qual não se distinguem estratos sedimentares. Contudo é possível a distinção de níveis de granularidade grosseira, biostromáticos, de espessura decimétrica e que são mais frequentes para o topo da unidade. A espessura total da unidade é superior a 65 m, correspondendo este valor à possança máxima disponível na zona central do afloramento. A sua espessura média rondará 30 m. A passagem à unidade a teto faz-se de modo brusco, mas acompanhada de fortes variações laterais de fácies.
- **Vidraços do Topo.** Calcários micríticos (*mudstones* e *wackestones* com oncóides e bioclastos) de cores claras, em bancadas de espessura centimétrica a decimétrica. Muito localmente apresentam cor castanha franca. Afloram em grande extensão nas regiões ocidental e setentrional da área cartografada, mas também na região oriental em afloramentos de menor dimensão e limitados parcialmente por falha orientada N–S. A espessura máxima dos Vidraços do Topo na área em apreço alcança os 60 m contudo, a sua espessura total será superior pois, do

[31] Manupella et al., 2006.
[32] Manupella et al., 2006.

ponto de vista regional, constituem, a par com os Vidraços da Base, uma única unidade litostratigráfica: a Formação de Serra de Aire. Esta unidade contata com a suprajacente por intermédio de uma discordância ou por falha.

- **Calcários de Moleanos**. *Grainstones* e *rudstones* pelóidicos e bioclásticos, com níveis de calcários micríticos. Apresentam cor creme. Estes calcários afloram em pequena região no extremo Sudoeste da área cartografada, não tendo, por isso, sido possível um maior rigor na sua caraterização, quer em termos litológicos, quer em termos de dimensão das bancadas e da unidade. O contato destes calcários com os das restantes unidades cartografadas é tectónico. Têm correspondência com o Membro de Moleanos, de idade Caloviano e integra a Formação de Santo António – Candeeiros[33]. Estão referenciados na Folha 27-A – Vila Nova de Ourém, da Carta Geológica de Portugal à escala 1/50000, igualmente por Calcários de Moleanos[34].
- **Vidraços Escuros.** Calcários e calcários margosos mais ou menos calciclásticos (*wackestones* a *packstones*) de cores cinzentas e cremes, mais ou menos escuras, em bancadas de espessura centimétrica a decimétrica. Esta unidade de topo da sequência na área cartografada não aflora na sua totalidade, razão pela qual não se conhece a sua espessura. Do ponto de vista regional estes calcários fazem parte da Formação de Cabaços[35] ou Camadas de Cabaços, de acordo nomenclatura utilizada na Folha 27 C – Torres Novas, da Carta Geológica de Portugal à escala 1:50 000[36], a que está atribuída a idade Oxfordiano médio.

A unidade Calcários Ornamentais corresponde a uma unidade lenticular no interior de uma outra constituída por calcários micríticos (vidraços), sendo a passagem lateral a essas litologias feita de modo relativamente brusco.

Estruturalmente, essa unidade lenticular maciça dispõe-se segundo uma orientação N–S aproximada. Embora com variações locais, as laminações sedimentares que a caraterizam, no geral paralelas, mostram basculamentos na ordem dos 80º para Este. Esta mesma atitude geral é denunciada pelos estratos que constituem os Vidraços do Topo. Esses, contudo, mostram mais frequentes variações de atitude, as quais têm correspondência com suaves dobramentos, provavelmente associados à movimentação de falhas regionais nas proximidades, nomeadamente:

- Uma falha orientada N–S que aqui se passa a denominar por **Falha de Salgueiras** e que coloca em contato, quer os Calcários Ornamentais, quer os Vidraços da Base com a unidade Vidraços Escuros. Coloca ainda em contato os Vidraços da Base com Formação de Dagorda.

- Uma falha de âmbito mais regional – a **Falha de Rio Maior – Porto de Mós** – orientada NNE-SSW de que apenas pequeno troço está representado no canto sudoeste da área cartografada.

Outras falhas afetam os calcários e apresentam-se orientadas em torno de N–S, NW–SE e WNW–ESE.

As falhas orientadas em torno de N–S afetam unicamente os Calcários Ornamentais. Uma, no extremo Norte da AIE, apresenta pendor na ordem dos 450 para Oeste e levou ao abatimento do bloco Oeste em movimentação normal. Outra, na região meridional, estabelece o contato tectónico entre a Unidade da Base e o Semi Rijo, presumivelmente também em movimentação normal.

[33] Azerêdo, 2007.
[34] Manupella *et al.*, 1998.
[35] Kullberg *et al.*, 2013.
[36] Manupella *et al.*, 2006.

Quanto aos acidentes transversais à estruturação geral, dois orientados NW–SE localizam-se na região central da AIE e afetam os Calcários Ornamentais, os Vidraços do Topo e os Vidraços Escuros. Outro, na região meridional, apresenta-se segundo WNW–ESE e afeta os Calcários Ornamentais e os Vidraços do Topo, parecendo não afetar os Vidraços Escuros. Embora o padrão cartográfico denuncie movimentação em desligamento esquerdo para os dois primeiros acidentes e em desligamento direito para o localizado na região Sul, admite-se que essa movimentação seja essencialmente normal, pois não foram encontradas evidências de esmagamento das rochas. Também no extremo Sudoeste da área cartografada, um acidente NW–SE estabelece o contato entre os Calcários de Moleanos e as restantes unidades litostratigráficas.

Importa também destacar que os Calcários Ornamentais estão localmente afetados por inúmeras falhas de caraterísticas sinsedimentares, cuja atitude não foi possível avaliar com rigor pois apenas é dado a observar os seus traços de interseção com frentes de exploração verticais. Estas falhas, com movimentação normal e rejeitos de amplitude centimétrica a decimétrica, parecem constituir corredores de fraturação de largura métrica. Maioritariamente não configuram descontinuidades mecânicas e afetam espessura reduzida da unidade ornamental, na ordem dos 10 m.

No que respeita ao diaclasamento os dados obtidos respeitam unicamente aos Vidraços do Topo e aos Calcários Ornamentais, sendo de realçar que estas unidades estão afetadas de modos distintos37. Nos Vidraços do Topo predomina um sistema de diaclasamento ortogonal constituído pelas famílias N–S e W–E. Localmente o sistema é caraterizado pelo predomínio de veios de calcite segundo NE–SW. Quanto aos Calcários Ornamentais, eles estão afetados por duas famílias direcionais oblíquas entre si, nomeadamente uma família WNW-ESE e outra NW-SE, cujos espaçamentos, nos locais de maior intensidade de fraturação, são, normalmente, superiores a 1 m. Contudo, regra geral, esses locais são escassos, sendo comuns os espaçamentos superiores a 3 m.

Com exceção dos veios de calcite NE–SW, as restantes famílias de fraturas têm representação regional pois as mesmas direções de fraturação são observadas por deteção remota, em fotografia aérea.

7.2. CARACTERIZAÇÃO DAS ROCHAS ORNAMENTAIS

7.2.1. Caracterização físico-mecânica

O sucesso da aplicação de rochas ornamentais em obra depende, em muito, das suas características físico-mecânicas, de tal forma que *"A importância relativa dos ensaios físico-mecânicos, no seu conjunto, é função do tipo de utilização a que se destina o material, tornando-se alguns deles imprescindíveis na avaliação da respectiva aptidão para determinado fim"*[38]. Com base nesse princípio e tomando como referência o "Catálogo de Rochas Ornamentais Portuguesas"[39] e o "Manual de Calçada Portuguesa"[40] apresentam-se no Quadro 1 as características físico-mecânicas de algumas das variedades de calcários presentes nas AIE.

[37] Carvalho, 2013.
[38] In http://rop.ineti.pt/rop/images/intro/intr.php
[39] In http://rop.ineti.pt/
[40] In http://www.peprobe.com/peprobe-library/document/2533/calcada-portuguesa.pdf

Quadro 1 – Características físico-mecânicas de algumas variedades de calcários.

AIE	CALCÁRIO	CARACTERÍSTICA FÍSICO-MECÂNICA								
		Resistência mecânica à compressão	Resistência mecânica à compressão após teste de gelividade	Resistência mecânica à flexão	Massa volúmica aparente	Absorção de água à P. AT.N.	Porosidade aberta	Coeficiente de dilatação linear térmica val. máx	Resistência ao desgaste	Resistência ao choque: altura mínima de queda
Codaçal	Semi-Rijo do Codaçal	650 kg/cm^2	570 kg/cm^2	96 kg/ cm^2	2310 kg/m^3	5.5 %	12.3 %	3.3 x 10 -6 perº C	5.2 mm	25 cm
Pé da Pedreira	Moca Creme	850 kg/cm^2	820 kg/cm^2	99 kg/cm^2	2430 kg/m^3	3.6 %	8.5 %	4.5 x 10 -6 perº C	4.5 mm	40 cm
	Relvinha	990 kg/cm^2	770 kg/cm^2	131 kg/cm^2	2450 kg/m^3	3.5 %	8.1 %	3.4 x 10 -6 perº C	4.8 mm	35 cm
	Vidraço do topo e da base utilizado na calçada	80 a 130 MPa	75 a 120 MPa	11,0 a 14,0 MPa	2470 a 2600 kg/m^3	2,0 a 3,0 %	4,7 a 7,0 %	2,5 a 3,5 10 -6 perº C	21,0 a 23,5 mm	25 a 30 cm
Moleanos	Vidraço Moleanos	950 kg/cm^2	1030 kg/cm^2	105 kg/cm^2	2570 kg/m^3	1.7 %	4.4 %	5.0 x 10 -6 perº C	3.5 mm	40 cm
	Azul Moleanos	2010 kg/cm^2	1650 kg/cm^2	121 kg/cm^2	2660 kg/m^3	0.7 %	1.9 %	3.7 x 10 -6 perº C	3.4 mm	30 cm
Cabeça Veada	Semi-rijo	550 kg/cm^2	560 kg/cm^2	70 kg/cm^2	2350 kg/m^3	5.1 %	12 %	5.9	6.6 mm	35 cm

AIE	CALCÁRIO	CARACTERÍSTICA FÍSICO-MECÂNICA								
		Resistência mecânica à compressão	**Resistência mecânica à compressão após teste de gelividade**	**Resistência mecânica à flexão**	**Massa volúmica aparente**	**Absorção de água à P. AT.N.**	**Porosidade aberta**	**Coeficiente de dilatação linear térmica val. máx**	**Resistência ao desgaste**	**Resistência ao choque: altura mínima de queda**
Portela da Salgueira	Semi-rijo (Branco do mar)	530 kg/cm^2	530 kg/cm^2	76 kg/cm^2	2280 kg/m^3	6.2 %	13.3 %	4.5 x 10 -6 perº C	6.6 mm	30 cm
	Banco de baixo	1670 kg/cm^2	1720 kg/cm^2	201 kg/cm^2	2630 kg/m^3	1.0 %	2.6 %	3.0 x 10 -6 perº C	1.5 mm	35 cm
	Olho de sapo	940 kg/cm^2	830 kg/cm^2	66 kg/cm^2	2510 kg/m^3	2.5 %	6.2 %	3.9 x 10 -6 perº C	2.4 mm	35 cm

Como se constata nos valores apresentados no Quadro 1, a grande maioria das rochas calcárias satisfaz fácil e cabalmente os requisitos prescritos pelas normas europeias no âmbito das características físico-mecânicas recomendadas segundo a experiência na aplicação dessas rochas.

Uma boa aplicação dos calcários em termos ornamentais deve ter em atenção não só as suas características estéticas como também e, principalmente, os valores dos ensaios físico-químicos que devem ser analisados em função da aplicação pretendida para os produtos de pedra natural.

Por exemplo, para aplicações exteriores deve ser escolhida uma pedra menos porosa (de baixa absorção de água). Se a mesma pedra for aplicada em países com amplitudes térmicas muito grandes, deve ainda avaliar-se a resistência ao gelo/degelo, outro ensaio fundamental para países que atingem temperaturas muito baixas.

Em aplicações de fachadas deve ser analisada a resistência à flexão e a resistência às ancoragens caso a sua aplicação seja efetuada por sistemas de fixação mecânicos.

Para aplicações em pavimentos, além da resistência à compressão deve ainda ser avaliada a resistência ao impacto, garantindo assim que a pedra escolhida será mais resistente a quedas de objetos e ao esforço de equipamentos de grande peso.

Caso seja uma pedra aplicada em pavimentos com grande tráfego principalmente em zonas de acesso ao público, deverá ser analisado o ensaio do escorregamento.

Em resumo, uma pedra calcária desde que bem escolhida em função da sua utilização, poderá apresentar uma maior durabilidade mantendo as características estéticas iniciais segundo as quais foram escolhidas.

7.2.2. Caracterização mineralógica e química

Com base no "Catálogo de Rochas Ornamentais Portuguesas"[41] e de acordo com a bibliografia existente[42] apresentam-se no Quadro 2 as características mineralógicas e químicas das variedades de calcários presentes nas AIE. No Anexo 2 deste PGRE apresentam-se as fichas de caraterização dessas rochas[43].

Da observação do Quadro 2 verifica-se que os calcários que ocorrem nas AIE possuem características muito semelhantes, entre si, sendo bastante puros[44] e maioritariamente constituídos por calcite.

[41] In http://rop.ineti.pt/
[42] Nomeadamente o artigo de Carvalho, J., Manuppella G., A. Casal Moura, 2000
[43] In http://rop.ineti.pt/
[44] Possuem uma elevada composição em CaO a que corresponde uma concentração em $CaCO_3$ próxima dos 100 %.

Quadro 2 – Características mineralógicas e químicas das variedades de calcários.

AIE	CALCÁRIO	ANÁLISE QUIMICA	MINERALOGIA (%)
Codaçal	Semi-Rijo do Codaçal	Al_2O_3 0.25 % **CaO 55.37 %** Fe_2O_3 (total) 0.05 % K_2O vest. % MgO 0.34 % MnO vest. % Na_2O 0.07 % P.R. (L.O.I.) 43.88 %[45] SiO_2 0.07 % TiO_2 0.00 %	Calcite ($CaCO_3$): ≈100
Pé da Pedreira	Moca Creme	Al_2O_3 0.54 % **CaO 55.86 %** Fe_2O_3 (total) 0.06 % K_2O 0.07 % MgO 0.10 % MnO 0.00 % Na_2O 0.06 % P.R. (L.O.I.) 43.60 % SiO_2 0.07 % TiO_2 0.00 %	
	Relvinha	Al_2O_3 0.00 % **CaO 54.85 %** Fe_2O_3 (total) 0.12 % K_2O vest. % MgO 0.44 % MnO vest. % Na_2O 0.07 % P.R. (L.O.I.) 43.97 % SiO_2 0.03 % TiO_2 0.00 %	
	Vidraço do topo e da base utilizado para produção de calçada ou cal	Al_2O_3 <0,22 % **CaO 56,06 %** Fe_2O_3 (total) <0,04 % K_2O <0,03 % MgO 0,27 % MnO <0,02 % Na_2O <0,20 % P.R. (L.O.I.) 43,49 % SiO_2 <0,86 % TiO_2 <0,04 %	Calcite ($CaCO_3$)–95 e 99 Como minerais acessórios apresenta pequenas quantidades de óxidos e hidróxidos de ferro

[45] P.R. – Perda ao rubro (L.O.I - loss on ignition)

AIE	CALCÁRIO	ANÁLISE QUIMICA	MINERALOGIA (%)
Moleanos	Vidraço Moleanos	Al_2O_3 0.27 % **CaO 55.69 %** Fe_2O_3 0.06 % Fe_2O_3 (total) 0.06 % K_2O 0.04 % MgO 0.26 % MnO vest. % Na_2O 0.05 % P.R. (L.O.I.) 43.55 % SiO_2 0.07 % TiO_2 0.00 %	Calcite ($CaCO_3$): ≈100
	Azul Moleanos	Al_2O_3 0.51 % **CaO 55.58 %** Fe_2O_3 (total) 0.60 % K_2O 0.00 % MgO 0.06 % MnO 0.00 % Na_2O 0.06 % P.R. (L.O.I.) 41.87 % SiO_2 0.50 % TiO_2 0.00 %	
Cabeça Veada	Sem-irijo	Al2O3 0.49 % **CaO 55.46 %** Fe2O3 (total) 0.06 % K2O 0.01 % MgO 0.27 % MnO 0.00 % Na2O 0.08 % P.R. (L.O.I.) 43.85 % SiO2 0.06 % TiO2 0.00 %	
Portela das Salgueiras	Semi-rijo (Branco do mar)	Al_2O_3 0.10 % **CaO 55.91 %** Fe_2O_3 (total) 0.05 % K_2O 0.05 % MgO 0.10 % MnO 0.00 % Na_2O 0.08 % P.R. (L.O.I.) 43.82 % SiO_2 0.22 % TiO_2 0.00 %	
Portela da Salgueira	Banco de baixo	Al_2O_3 0.10 % **CaO 54.45 %** Fe_2O_3 (total) 0.03 % K_2O 0.01 % MgO 0.57 % MnO 0.00 % Na_2O 0.07 % P.R. (L.O.I.) 43.35 % SiO_2 0.40 % TiO_2 0.00 %	

AIE	CALCÁRIO	ANÁLISE QUIMICA	MINERALOGIA (%)
Portela da Salgueira	Olho de sapo	Al_2O_3 0.20 % **CaO 55.24 %** Fe_2O_3 (total) 0.06 % K_2O 0.04 % MgO 0.32 % MnO vest. % Na_2O 0.08 % P.R. (L.O.I.) 43.85 % SiO_2 0.09 % TiO_2 0.00 %	Calcite ($CaCO_3$): ≈100

7.2.3. Aptidão ornamental

Os calcários apresentam, de acordo com as suas características físico-mecânicas e características mineralógicas e químicas, aspetos texturais, cromáticos e ainda de acordo com a intensidade da fraturação, aptidão ornamental.

A caracterização geológica das litologias foi efetuada tendo em consideração a sua aptidão do ponto de vista ornamental para a produção de blocos e, no caso concreto da AIE do Codaçal, também para a produção de lajes, baseando-se, sobretudo, nos aspetos texturais e cromáticos, ou seja, no grau de homogeneidade patenteado pelas rochas relativamente a esses dois aspetos. A fraturação foi também um fator a ter em consideração em termos da aptidão do calcário ornamental para a produção de blocos. A nomenclatura atribuída teve em atenção a terminologia comum no meio industrial e comercial dos calcários ornamentais da região.

A este respeito refere-se a seguinte citação[46]: *"Sob o aspecto geral, uma rocha ornamental fica bem definida pela sua cor, textura, composição mineralógica, pelo valor dos seus índices físicos (em particular, massa volúmica aparente e grau de absorção de água) e pela sua resistência mecânica à compressão"*.

De acordo com a informação bibliográfica, os calcários ornamentais do Maciço Calcário Estremenho apresentam características físico-mecânicas que permitem a sua utilização em interiores e exteriores, sendo que no caso da utilização em exterior alguns calcários poderão apresentar restrições, função das suas características físico-mecânicas.

No Quadro 3 discrimina-se a aptidão ornamental dos calcários identificados nas 5 AIE.

Quadro 3 – Aptidão ornamental dos calcários identificados nas AIE[47].

AIE	CALCÁRIOS COM APTIDÃO ORNAMENTAL	SEM APTIDÃO OU COM FRACA APTIDÃO ORNAMENTAL
Codaçal	Semi Rijo Fino Semi Rijo Grosseiro Semi Rijo Grosseiro com Biostromas	Unidade da Base Vidraços do Topo Margaço

[46] In http://rop.ineti.pt/rop/images/intro/intr.php
[47] Informação fornecida no âmbito do estudo produzido pelo LNEG.

AIE	CALCÁRIOS COM APTIDÃO ORNAMENTAL	SEM APTIDÃO OU COM FRACA APTIDÃO ORNAMENTAL
	Lajes (com aptidão para a produção de lajes nos locais em que as bancadas apresentem um caráter laminítico, ou seja, com espessura inferior a 5 cm).	Fácies dolomitizadas Níveis de Margaço ricos em biostromas Filão[48]
Pé da Pedreira	Calcários Ornamentais (Moca Creme Fino, incluindo a variedade Relvinha, Médio e Grosseiro)	Vidraços da Base Vidraços Intermédios Vidraços do Topo Calcários de tipo Sardão Calcários Ornamentais da Base
Moleanos	Calcários Ornamentais	Vidraços da Base Vidraços Intermédios Vidraços do Topo Resmo
Cabeça Veada	Calcários Ornamentais	Vidraços da Base Vidraços do Topo Calcários margosos do Jurássico Superior Filão
Portela da Salgueira	Calcários Ornamentais (Semi Rijo)	Formação de Dagorda Vidraços da Base Unidade de Base (calcários Ornamnetais) Vidraços de Topo Calcários de Moleanos Vidraços Escuros

7.2.4. Aptidão industrial

Os calcários que ocorrem nas AIE possuem aptidão para aplicação como matéria-prima em diversas indústrias, conforme se demonstra no capítulo 7.6. Atualmente, os Vidraços da Base da AIE do Pé da Pedreira são explorados para a produção de cal, para além da calçada (como rocha ornamental). Por outro lado, os estéreis das pedreiras de rocha ornamental, em função das suas características físicas e químicas, são aplicados para a produção de agregados e para a produção de cal.

Relativamente aos calcários dolomíticos existentes na AIE de Codaçal, que são considerados estéreis e se encontram nas escombreiras misturados com outras variedades de calcário, verifica-se que possuem um elevado grau de brancura e baixos teores em SiO_2, podendo possuir aplicação na siderurgia, vidro, agricultura e granulados.

Importa mencionar que é fundamental para a especificação da aplicação dos calcários determinar as suas características físico-mecânicas, mineralógicas, químicas e petrográficas.

[48] Importa referir que para ambos os lados da estrutura filoniana se considera que a aptidão dos calcários ornamentais é baixa, pelo facto desses calcários se apresentarem afetados, em maior ou menor grau, por metassomatismo.

7.3. CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS

7.3.1. Tipologias de resíduos

Conforme já foi referido, os resíduos produzidos na indústria extrativa podem ser divididos em duas tipologias principais: os resíduos mineiros (ou resíduos de extração nos termos do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro) e os resíduos não mineiros. De seguida faz-se a caracterização de cada uma dessas tipologias.

7.3.1.1. Resíduos de extração

Os resíduos de extração[49] são aqueles que estão diretamente relacionados com as atividades de extração e/ou transformação da pedra e constituem, de um modo geral, os estéreis das pedreiras.

Os resíduos da extração são classificados de acordo com a Portaria n.º 209/2004, de 3 de março, e possuem os códigos LER apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Códigos LER dos resíduos de extração.

CÓDIGO LER[50]	OPERAÇÃO	DESIGNAÇÃO
01 01 02	Extração	Resíduos da extração de minérios não metálicos
01 04 13	Transformação da rocha ornamental	Resíduos do corte e serragem de pedra
01 05 04		Lamas e outros resíduos de perfuração contendo água doce
01 04 08	Transformação em instalações de britagem e classificação de pedra (para valorização)	Gravilhas e fragmentos de rocha
01 04 09		Areias e argilas
01 04 10		Poeiras e pós

7.3.1.2. Resíduos não mineiros

Os resíduos não mineiros resultam da normal atividade industrial que decorre nas pedreiras e que não estão diretamente relacionados com as atividades de extração ou transformação. São os resíduos produzidos nas operações acessórias de exploração das pedreiras como as manutenções dos equipamentos e os resíduos produzidos nas instalações de apoio (Quadro 5).

Quadro 5 – Códigos LER dos resíduos não mineiros.

CÓDIGO LER[51]	LOCAL DE PRODUÇÃO	DESIGNAÇÃO

[49] Assim designados nos termos do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro.
[50] Portaria n.º 209/2004, de 3 de março.
[51] Portaria n.º 209/2004, de 3 de março.

13 02 08	Oficinas e locais de manutenções	Óleos sintéticos de motores, transmissões e lubrificação[52]
16 01 03		Pneus usados
16 01 07		Filtros de óleo[53]
16 01 17	Resultante de peças metálicas de equipamentos, ferramentas e utensílios	Metais ferrosos (sucatas)
20 01 08	Instalações de apoio (sala de refeições, sanitários e balneários)	Resíduos biodegradáveis de cozinhas e cantinas
20 03 04		Lamas de fossa séptica

7.3.2. Natureza química e física dos resíduos

7.3.2.1. Resíduos de extração

Os resíduos de extração podem ser caracterizados como inertes e constituem os estéreis das pedreiras ou das operações acessórias de transformação de pedra. Um resíduo inerte, nos termos da alínea *x)* do artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro, é todo aquele que "*(…) reúne as seguintes características:*

- *i) Não é suscetível de sofrer transformações físicas, químicas ou biológicas importantes*;
- *ii) Não é solúvel nem inflamável, nem tem qualquer outro tipo de reação física ou química*;
- *iii) Não é biodegradável*;
- *iv) Não afeta negativamente outras substâncias com as quais entre em contacto de forma suscetível de aumentar a poluição do ambiente ou prejudicar a saúde humana*;
- *v) Possui lixiviabilidade total, conteúdo poluente e ecotoxicidade do lixiviado insignificante*;
- *vi) Não põe em perigo a qualidade das águas superficiais e ou subterrâneas; (…)*".

Os resíduos de extração apresentam-se na forma sólida ou líquida, com características físicas variáveis, tanto em dimensões granulométricas como em formatos. São constituídos por materiais essencialmente carbonatados, equivalentes à rocha ornamental e de natureza carbonatada e alumino-silicatada no caso dos materiais resultantes da carsificação do calcário, ou terras vegetais.

Apesar de possuírem alguma variabilidade, os resíduos de extração podem ser considerados em três categorias com base nas suas características físicas[54]:

[52] Resíduo perigoso nos termos da Portaria n.º 209/2004, de 3 de março.
[53] *Idem*.
[54] De referir que não existe enquadramento legal para a atribuição destas categorias, pois trata-se apenas de uma análise física dos resíduos, com caráter subjetivo.

- **Solos e rochas:** correspondem às terras vegetais, materiais resultantes da carsificação dos calcários e rochas margo-calcárias e calco-dolomíticas sem aptidão ornamental;

- **Blocos de pedra:** correspondem a rochas de natureza calcária equivalentes à rocha ornamental e que resultam do esquartejamento e esquadriamento das talhadas, nas pedreiras de blocos, ou do corte da pedra, nas pedreiras de calçada ou laje. Correspondem também a pedras de dimensões variáveis dos calcários sem aptidão ornamental (como são o caso dos vidraços nas pedreiras de blocos) e que são produzidos em grandes quantidades nas frentes de desmonte;

- **Lamas:** correspondem às lamas do corte e serragem de pedra e apresentam-se na forma líquida (ou pastosa). Correspondem a uma mistura de água com partículas finas do corte da rocha ornamental.

No caso concreto das lamas, considerou-se ser um resíduo inerte apesar de na sua produção estar envolvida a adição de água e de eventuais substâncias potencialmente prejudiciais para o ambiente ou para a saúde humana como são os metais que possam resultar do processo de corte e serragem (serrotes, fios diamantados, monofios, martelos pneumáticos, etc.).

Atendendo a que não foram realizados ensaios específicos a esses materiais, procedeu-se a uma demonstração do carácter inerte desses resíduos conforme previsto no ponto 2 do anexo I do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro. De facto, não existem ensaios laboratoriais que permitam cumprir todos os pressupostos definidos no ponto 1 do anexo I do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro, pelo que se optou pela demonstração.

Neste contexto, apresenta-se no Quadro 6 uma análise demonstrativa para cada um dos parâmetros considerados no ponto 1 do anexo I do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro, demonstrando que as lamas podem ser consideradas um resíduo inerte.

Quadro 6 – Demonstração do carácter de inerte das lamas resultantes do corte e serragem da pedra.

PARÂMETRO[55]	CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS
"*a)* Os resíduos não serão passíveis de desintegração ou dissolução significativa ou de outra alteração significativa susceptível de causar efeitos ambientais adversos ou de prejudicar a saúde humana."	As lamas resultantes do corte e serragem da pedra são constituídas por água e partículas finas de calcário equivalente à rocha ornamental. Os calcários são por natureza uma substância que não se desintegra nem se dissolve significativamente de forma a causar efeitos ambientais adversos ou a prejudicar a saúde humana. Quando em contacto com a água os calcários apresentam um grau de dissolução relativamente elevado, resultando na carsificação dos calcários. O processo de carsificação condiciona a dureza das águas percolantes, enriquecendo-as em carbonato de cálcio. Esse enriquecimento não é prejudicial à saúde humana. As águas apenas apresentam um sabor característico de um ambiente geológico calcário. No caso concreto do PNSAC refere-se que o maciço rochoso já é

[55] Nos termos do anexo I do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro

PARÂMETRO[55]	CARACTERÍSTICAS DOS RESÍDUOS
	atualmente calcário e que as lamas são igualmente de natureza calcária, pelo que não se perspetiva uma alteração significativa na composição química das águas superficiais ou subterrâneas.
"*b)* Os resíduos apresentam um teor máximo de enxofre na forma de sulfureto de 0,1 % ou os resíduos apresentam um teor máximo de enxofre na forma de sulfureto de 1 % e o quociente do potencial de neutralização, definido como a razão entre o potencial de neutralização e o potencial ácido e determinado com base num ensaio estático de acordo com a norma EN 15875, é superior a 3."	Os calcários são formações geológicas formadas em ambiente marinho de plataforma, numa atmosfera oxidante. Esses calcários são maioritariamente constituídos por calcite (carbonato de cálcio - $CaCO_3$), conforme apresentado no capítulo 7.2.2. Os sulfuretos são minerais formados em ambiente geoquímico redutor, pelo que a sua presença nos calcários é meramente vestigial. No caso concreto dos equipamentos utilizados no corte e serragem da pedra, designadamente, as lâminas ou barrenas que estarão em contacto no ato do corte, verifica-se que na sua composição a eventual presença de sulfuretos será vestigial, sendo constituídos, maioritariamente por uma liga metálica de ferro (aço). Deste modo, não será de prever que o teor de enxofre na forma de sulfureto possa exceder os limites estabelecidos para este parâmetro.
"*c)* Os resíduos não apresentam risco de autocombustão e não se inflamarão."	Os calcários e por conseguinte as lamas (que possuem natureza calcária) não são combustíveis nem inflamáveis. Mesmo considerando a adição de outros elementos químicos que possam resultar do processo de corte da pedra, as lamas continuarão a ser consideradas não combustíveis nem inflamáveis.
"*d)* O teor de substâncias potencialmente prejudiciais para o ambiente ou para a saúde humana presente nos resíduos e, em particular, de As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, V e Zn, incluindo em partículas finas isoladas de resíduos, é suficientemente baixo para que o risco para a saúde humana e para o ambiente, a curto e a longo prazos, seja insignificante. Para que o risco seja considerado suficientemente baixo para ser insignificante para a saúde humana e o ambiente, o teor dessas substâncias não pode exceder os valores limiar nacionais aplicáveis aos sítios identificados como não contaminados ou os níveis de base naturais nacionais relevantes."	Os calcários são maioritariamente constituídos por calcite (carbonato de cálcio - $CaCO_3$), apresentando em quantidades vestigiais outros minerais, nomeadamente outros carbonatos como a dolomite, aragonite ou siderite e algumas argilas e quartzo. Os elementos químicos referidos neste critério ocorrem associados a minerais metálicos (que não os carbonatos) nomeadamente, os sulfuretos. Deste modo, considera-se que as lamas também cumprem este critério. Relativamente à eventual adição desses elementos no processo de corte, pode-se considerar que o risco para a saúde humana e para o ambiente é suficientemente baixo, dadas as pequenas quantidades de lamas a produzir. Acresce, ainda, que as quantidades desses elementos a ocorrer nos materiais de corte são vestigiais, dado que se tratam de ligas metálicas de ferro (aço).
"*e)* Os resíduos estão substancialmente isentos de produtos utilizados na extracção ou na transformação que poderiam ser prejudiciais para o ambiente ou para a saúde humana."	Conforme referido as lamas são maioritariamente de natureza calcária (carbonato de cálcio - $CaCO_3$), apresentando em quantidades vestigiais outros minerais, nomeadamente outros carbonatos como a dolomite, aragonite ou siderite e algumas argilas e quartzo. Nenhum destes minerais é prejudicial para o ambiente ou para a saúde humana. No caso do corte e serragem de pedra, mesmo que se considere a adição de elementos metálicos, essa adição será em quantidades desprezíveis sem prejuízo para o ambiente ou para a saúde humana.

7.3.2.2. Resíduos não mineiros

Os resíduos não mineiros possuem características químicas e físicas bastante diferentes para serem facilmente agrupados. Deste modo, optou-se pelo recurso à Portaria n.º 209/2004, de 3 de março, que classifica os resíduos em perigosos e não perigosos (nos termos do número 2 do ponto 1.º e do anexo II). De acordo com essa Portaria, os óleos de motores e os filtros de óleo são classificados como resíduos perigosos e os restantes resíduos (pneus usados, resíduos biodegradáveis de cozinhas e cantinas, as lamas de fossa séptica e as sucatas) são classificados como não perigosos.

7.3.3. Origem dos resíduos

7.3.3.1. Resíduos de extração

Os resíduos de extração são aqueles que são produzidos no decorrer das operações de exploração das pedreiras. As quantidades e formas que os resíduos apresentam dependem das operações que os geraram. Assim, no sentido de melhor caracterizar os resíduos de extração faz-se de seguida uma descrição sucinta das operações geradoras desses resíduos.

As pedreiras que laboram no interior das AIE pertencem ao sector das rochas ornamentais (blocos, calçada e lajes) e ao sector da indústria de cal. As pedreiras que produzem agregados fazem-no como atividade complementar da atividade principal que são as rochas ornamentais.

A atividade extrativa no sector das rochas ornamentais e nas pedreiras que fornecem a indústria de cal envolve um conjunto de operações sequenciais que traduzem o circuito produtivo esquematizado na Figura 12.

Em termos de operações unitárias principais da atividade extrativa destacam-se o desmonte, o esquartejamento, o esquadriamento e o corte de pedra como aquelas produtoras de resíduos de extração.

De um modo geral, é no desmonte que se produzem as maiores quantidades de resíduos de extração, em particular nas pedreiras de blocos. De facto, a produção de calcário ornamental, de resto como em todos os sectores das rochas ornamentais, depende de fatores estéticos e geológicos que determinam se uma determinada rocha possui aptidão ornamental. Assim, no desmonte, procede-se a uma seleção dos materiais que possuem aptidão ornamental daqueles que serão os estéreis (sem valor comercial), sendo a sua separação feita na extração. Embora não exista uma quantificação rigorosa dos estéreis produzidos na extração, que varia de pedreira para pedreira, a sua quantidade cifra-se, de um modo geral, numa relação estéril/minério (REM) sempre superior a 1:1, podendo atingir relações de 2:1 e mesmo 3:1. Deste modo, o reduzido rendimento das explorações conjugado com o empolamento que os materiais possuem depois de explorados conduzem necessariamente a volumes de resíduos de extração bastante significativos. O armazenamento desses resíduos tem ocorrido, maioritariamente, em escombreiras, que exigem áreas significativas e grande capacidade de encaixe.

A operação de esquartejamento consiste na redução dos blocos conferindo-lhes dimensões transportáveis, pelo que os resíduos são produzidos, comparativamente, em menor quantidade.

Situação idêntica ocorre na operação de corte da pedra nas pedreiras de calçada e laje.

O esquadriamento tem por objetivo a regularização das faces dos blocos para serem transportados para o exterior. Decorrente dessa operação são produzidos resíduos do corte e serragem de pedra e as lamas da perfuração no corte com máquinas de fio diamantado ou monofio.

De referir que as pedreiras que fornecem a indústria de cal possuem uma produção exígua de resíduos de extração, dado que o rendimento das exploração é próximo dos 100 %, havendo apenas a salientar como resíduos de extração as terras vegetais e as zonas carsificadas que possam eventualmente ocorrer.

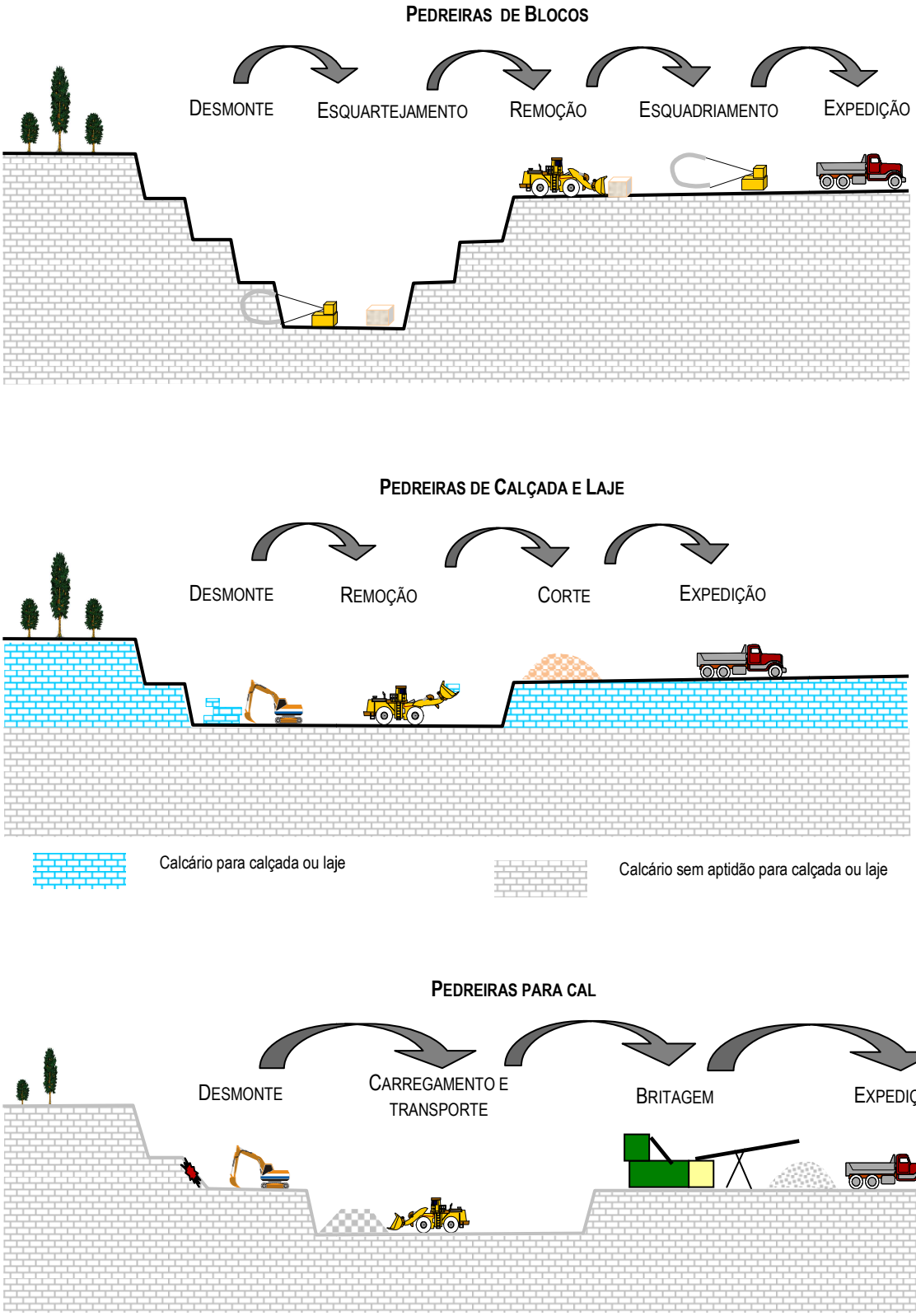


Figura 12 – Ilustração do ciclo de produção das pedreiras.

7.3.3.2. Resíduos não mineiros

Os resíduos não mineiros são produzidos nas operações acessórias da atividade extrativa e resultam do normal funcionamento das pedreiras. São produzidos nas operações de manutenção dos equipamentos e nas instalações de apoio das pedreiras, pelo que não constituem resíduos de extração nos termos do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro.

Desses resíduos merecem especial destaque, pelo seu carácter de perigosidade, os resíduos resultantes das operações de manutenção dos equipamentos (óleos de motores e filtros de óleo), podendo em caso de má gestão causar danos ambientais significativos, quer para os solos quer para a qualidade das águas. Os restantes resíduos, apesar de não serem perigosos, deverão ser devidamente encaminhados de forma a prevenir riscos para a saúde humana e para o ambiente.

7.3.4. Soluções de gestão dos resíduos de extração

7.3.4.1. Valorização e eliminação

A gestão dos resíduos de extração passa, atualmente, pelas operações de armazenamento, de valorização e de eliminação.

Embora grande parte dos Planos de Pedreira (principalmente das pedreiras de laje e calçada) não defina a gestão dos resíduos de extração, é de admitir que a eliminação seja a operação que atualmente prevalece, considerando que os resíduos depositados em escombreiras[56] são, aparentemente, para eliminação definitiva nesses mesmos locais.

Por outro lado, verifica-se que apenas em situações pontuais, os resíduos de extração são utilizados, no decorrer da exploração, no preenchimento dos vazios de escavação, constituindo então uma operação de valorização. De um modo geral, a exploração das pedreiras de rocha ornamental no PNSAC, desenvolve-se em cava, pelo que só é possível aplicar os resíduos de extração no final da lavra.

No caso das pedreiras de blocos, a aplicação dos resíduos de extração nos vazios de escavação só ocorre em zonas finalizadas pela lavra e no âmbito do processo de recuperação paisagística que nem sempre passa pela utilização total dos resíduos de extração, ficando os restantes depositados nas escombreiras.

Assim, no decorrer da exploração, os resíduos de extração vão sendo armazenados em escombreiras que acabam por se tornar depósitos de aterro definitivos (numa operação de eliminação). De facto, os volumes que apresentam e os custos envolvidos para a sua remobilização inviabilizam, muitas vezes, a sua aplicação nos vazios de escavação, como operação de valorização no âmbito da recuperação paisagística.

Para além dos impactes ambientais, nomeadamente os paisagísticos, associados à constituição dessas escombreiras, verifica-se que muitas vezes se encontram instaladas sobre áreas com recurso mineral com potencial para a produção de rocha ornamental. Essa prática poderá inviabilizar a exploração do recurso mineral em consequência dos custos de remobilização dessas escombreiras.

Já nas pedreiras de calçada ou laje, pelo contrário, o desenvolvimento em área permite a aplicação dos resíduos de extração no decorrer da exploração, nas áreas finalizadas pela lavra, permitindo um

[56] Também designados aterros de superfície ou instalações de resíduos vulgarmente designados de escombreiras, de acordo com as definições do Decreto-Lei 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro.

desenvolvimento concomitante da lavra com as operações de recuperação paisagística. Ainda assim, grande parte dos resíduos de extração dessas pedreiras permanece depositada em escombreiras, configurando, aparentemente, uma operação de eliminação. O facto de a maior parte dessas pedreiras se encontrar com a atividade suspensa, devido a dificuldades económicas e a questões de mercado, condiciona a remoção desses materiais para o enchimento dos vazios de escavação.

Para além da utilização dos resíduos de extração no âmbito dos processos de recuperação paisagística das pedreiras, estão também a ser aplicadas duas outras formas de valorização, conforme já referido:

- A aplicação na indústria de cal, e
- A produção de agregados para fornecimento da indústria da construção civil e obras públicas.

Essas duas formas de valorização dos resíduos de extração, embora ainda decorram de forma incipiente, estão a ter uma adesão crescente junto das empresas. De facto, cada vez mais as empresas procuram soluções de valorização que lhes permitam fazer face aos problemas de espaço que as suas pedreiras enfrentam, quer devido aos grandes volumes das escombreiras já construídas quer ainda à grande quantidade de resíduos de extração que continuam a ser produzidos.

7.3.4.2. Localização das operações de valorização e eliminação

Como se referiu, as empresas exploradoras procedem, maioritariamente, à deposição dos resíduos de extração em escombreiras, maioritariamente localizadas nas imediações das áreas em exploração. Os resíduos de extração vão sendo depositados nas escombreiras à medida que a exploração evolui. A utilização dos resíduos de extração no preenchimento dos vazios de escavação é uma operação de valorização associada ao processo de recuperação paisagística, mas ainda com pouca expressão.

A exploração nas pedreiras de blocos é feita maioritariamente em profundidade e quase sempre envolvendo áreas com dimensões que dificultam a conciliação das operações de recuperação paisagística no decorrer da extração. De um modo geral, essas pedreiras são constituídas por uma corta e por uma ou mais escombreiras. As operações de recuperação paisagística envolvendo a utilização dos resíduos de extração no preenchimento dos vazios de escavação são, na maioria das vezes, desenvolvidas no final da extração ou envolvendo pequenas áreas no decorrer da extração.

No caso das pedreiras de calçada ou de laje essa dificuldade de espaço é minorada pelo facto da exploração se desenvolver, maioritariamente, em área. Ainda assim, as escombreiras são igualmente comuns nessa tipologia de pedreiras. No entanto, a progressão em área, mais do que em profundidade, propicia que os resíduos de extração vão sendo integrados nos vazios de escavação, pelo que nesta tipologia de pedreiras as escombreiras serão, de facto, infraestruturas de armazenamento temporário. De um modo geral, os resíduos de extração das escombreiras acabam por ser integrados nos vazios de escavação no âmbito das operações de modelação que são efetuadas à medida que as operações de lavra vão sendo concluídas. Contudo, o facto dessas pedreiras se encontrarem com a atividade suspensa, faz prever que essas escombreiras possam vir a constituir uma operação de eliminação se aí permanecerem em definitivo.

Verifica-se ainda ser comum cada pedreira possuir as suas próprias escombreiras o que justifica a grande proliferação desses depósitos. Essa proliferação, aliada aos volumes produzidos em cada pedreira, justifica também a pequena dimensão de muitas das escombreiras existentes que se encontram dispersas pelas áreas de exploração ou na sua envolvente próxima.

Da inventariação, caracterização e cartografia das escombreiras existentes em cada uma das AIE resultou a caracterização da situação atual. Nos Desenhos 1 a 5 apresenta-se a cartografia das escombreiras e das áreas intervencionadas pelas pedreiras em cada AIE. No que diz respeito às escombreiras, foram identificadas cerca de 475 escombreiras nas 5 AIE, ocorrendo o maior número na AIE do Pé da Pedreira (cerca de 430 escombreiras, devido à presença de um grande número de pedreiras, maioritariamente de calçada). No Quadro 7 apresenta-se uma caracterização geral das escombreiras para cada AIE.

Quadro 7 – Caracterização das escombreiras existentes nas AIE.

AIE	VOLUME DE RESÍDUOS DE EXTRAÇÃO EXISTENTE EM ESCOMBREIRA [m³]	ÁREA INTERVENCIONADA PELA EXPLORAÇÃO DE PEDREIRAS [ha]	ÁREA OCUPADA PELAS ESCOMBREIRAS [ha]	RELAÇÃO ENTRE A ÁREA DAS ESCOMBREIRAS E A AREA INTERVENCIONADA PELAS PEDREIRAS [%]
Moleanos [147 ha]	95 700	17,0	1,9	11
Portela das Salgueiras [63 ha]	138 700	45,5	7,4	16
Pé da Pedreira [1374 ha]	3 402 000	510,4	152,4	30
Cabeça Veada [29 ha]	252 700	20,3	6,2	31
Codaçal [98 ha]	898 940	71,8	23,9	33

Da análise do Quadro 7 verifica-se que a AIE do Pé da Pedreira apresenta o maior volume de resíduos de extração, facto que está relacionado também com o maior número de pedreiras existentes. Outro aspeto que importa salientar prende-se com o reduzido número de escombreiras e o reduzido volume de resíduos de extração existentes na AIE de Moleanos, facto que se encontra relacionado com a solução integrada de gestão dos resíduos de extração existente nas imediações dessa AIE – o aterro de Vale Grande[57]. Releva, ainda, o território ocupado pelas escombreiras (da ordem dos 30 %) nas AIE do Pé da Pedreira, Cabeça Veada e Codaçal.

De referir que a seleção dos locais para a criação das escombreiras tem obedecido, na maioria dos casos, à proximidade da exploração e à disponibilidade de espaço para acomodar os resíduos de extração. Cada empresa exploradora foi-se apropriando dos espaços disponíveis, sem ter em linha de

[57] O aterro de Vale Grande é uma instalação de resíduos nos termos do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro, localizada em Moleanos que recebe os resíduos de extração das pedreiras e que se encontra a ser explorado pela Junta de Freguesia de Aljubarrota. As empresas exploradoras que aderiram a essa solução integrada de gestão dos resíduos puderam encaminhar os resíduos existentes em escombreiras, o que justifica o reduzido número de escombreiras na AIE de Moleanos.

conta fatores como o património natural, os impactes paisagísticos e, não menos relevante, a boa gestão do recurso mineral.

A gestão individual das pedreiras determinou também a gestão individual do espaço, sendo comum cada pedreira possuir a sua própria escombreira o que determinou uma ocupação desordenada do espaço. Algumas das áreas de escombreiras encontram-se inclusivamente implantadas em áreas não licenciadas, onde apenas prevalecem os acordos entre o explorador e o proprietário. A este respeito refere-se que as escombreiras constituem instalações de resíduos, nos termos do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro, carecendo de um licenciamento autónomo caso se encontrem fora das áreas licenciadas para pedreira.

No que se refere à valorização dos resíduos de extração, destaca-se a utilização no âmbito dos processos de recuperação paisagística e a aplicação na produção de agregados e de cal.

No caso da produção de agregados existem cinco instalações de britagem e classificação de pedra instaladas nas AIE de Moleanos (aterro de Vale Grande, Figura 13, já fora do limite dessa AIE), do Codaçal (Figura 14), do Pé da Pedreira (Figura 15) e da Portela das Salgueiras (Figura 16). Acresce, ainda, que a pedreira de agregados "Vale Estrugido", localizada próximo da AIE do Codaçal (a cerca de 1,5 km a Norte) também recebe os resíduos de extração das pedreiras localizadas nessa AIE.

No caso da indústria da cal existem instalações de britagem e classificação de pedra móveis para instalação junto a escombreiras quando necessário. Existem ainda na AIE do Pé da Pedreira uma área de depósito de resíduos de extração para valorização na indústria de cal e duas instalações de britagem e classificação de pedra localizadas nas pedreiras das empresas de cal para a produção da matéria-prima para o fabrico de cal e valorização dos resíduos de extração (Figura 17).

Figura 13 – Localização das instalações de valorização para agregados na AIE de Moleanos.

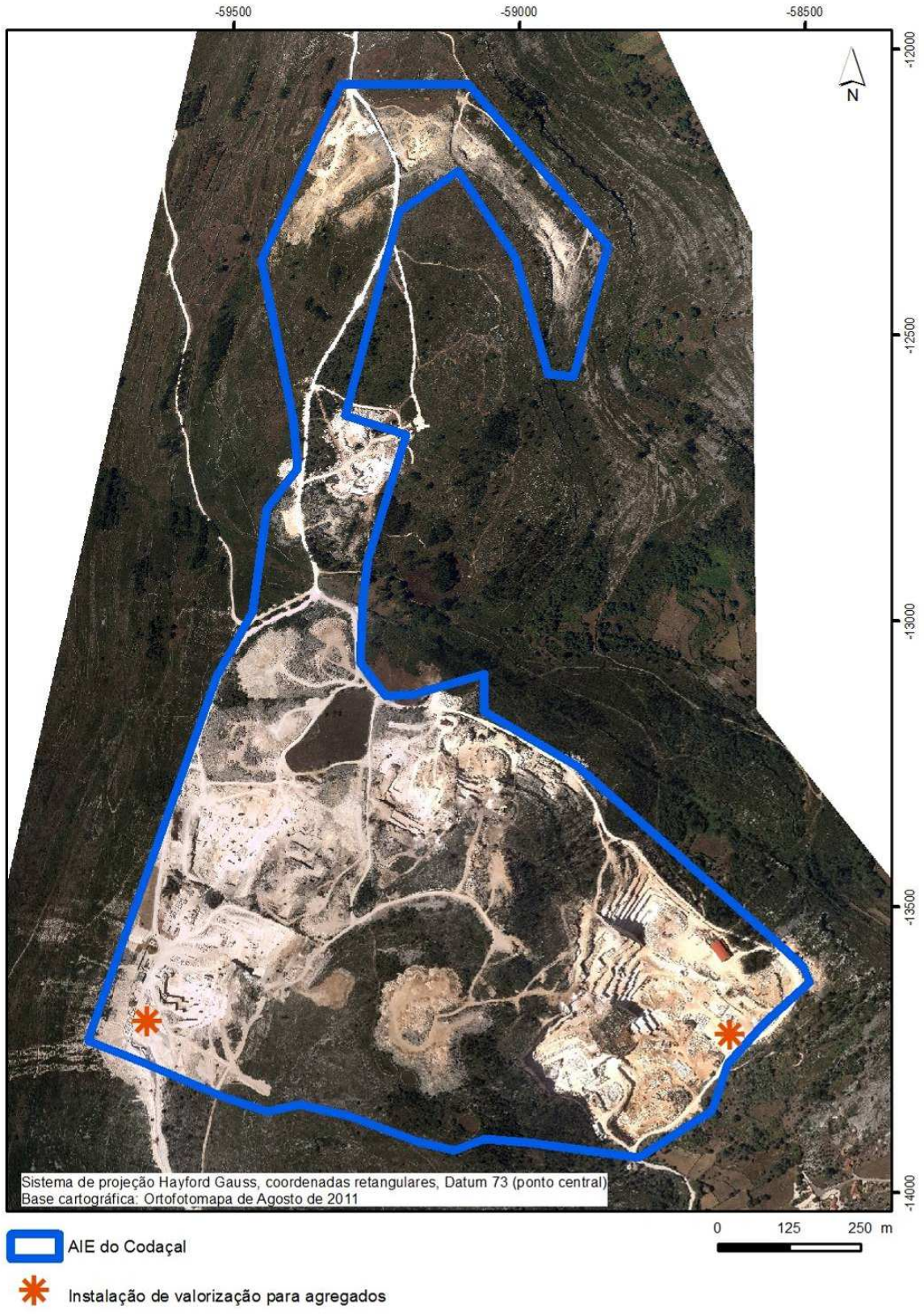


Figura 14 – Localização das instalações de valorização para agregados na AIE do Codaçal.

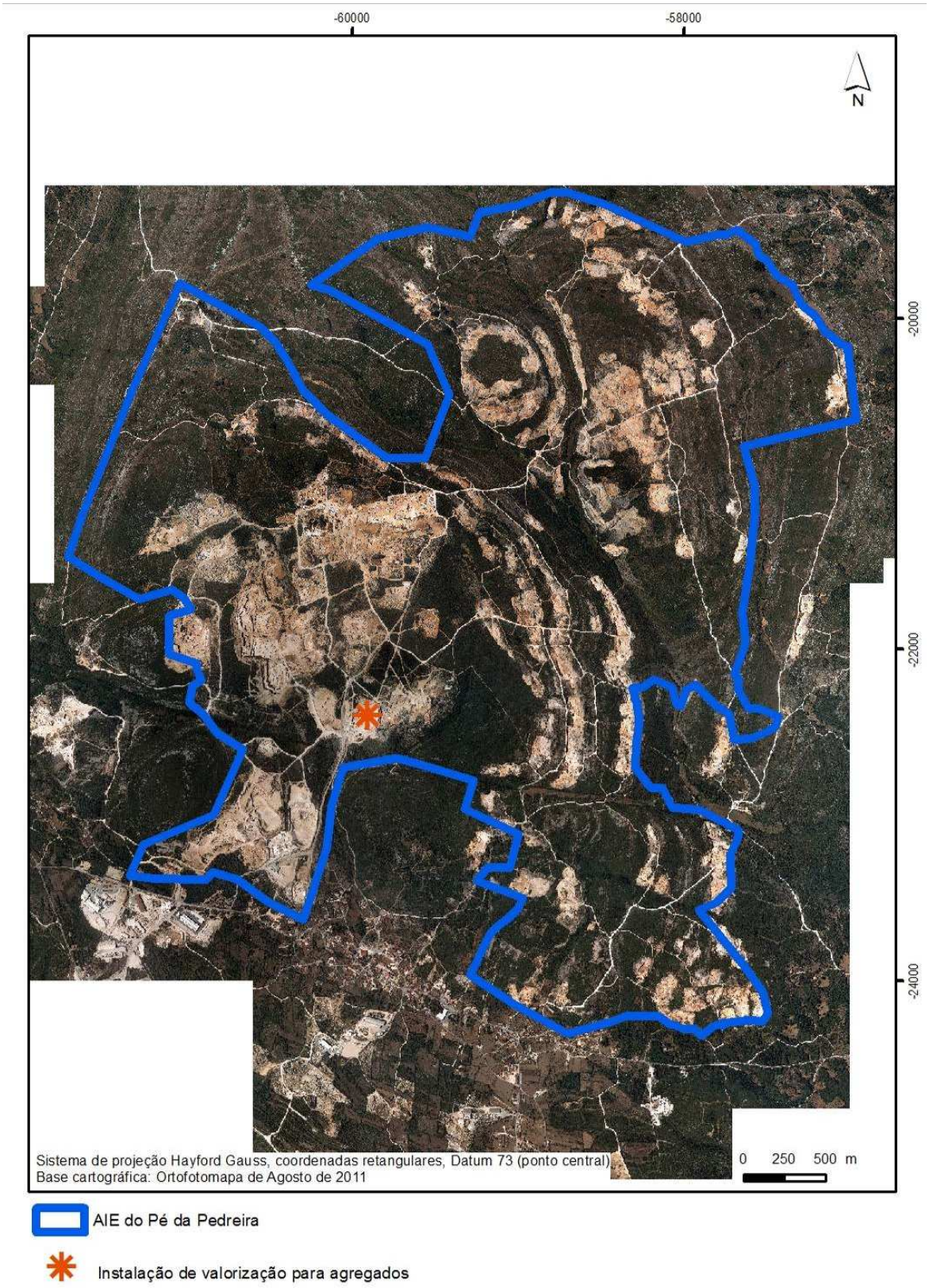


Figura 15 – Localização da instalação de valorização para agregados na AIE do Pé da Pedreira.

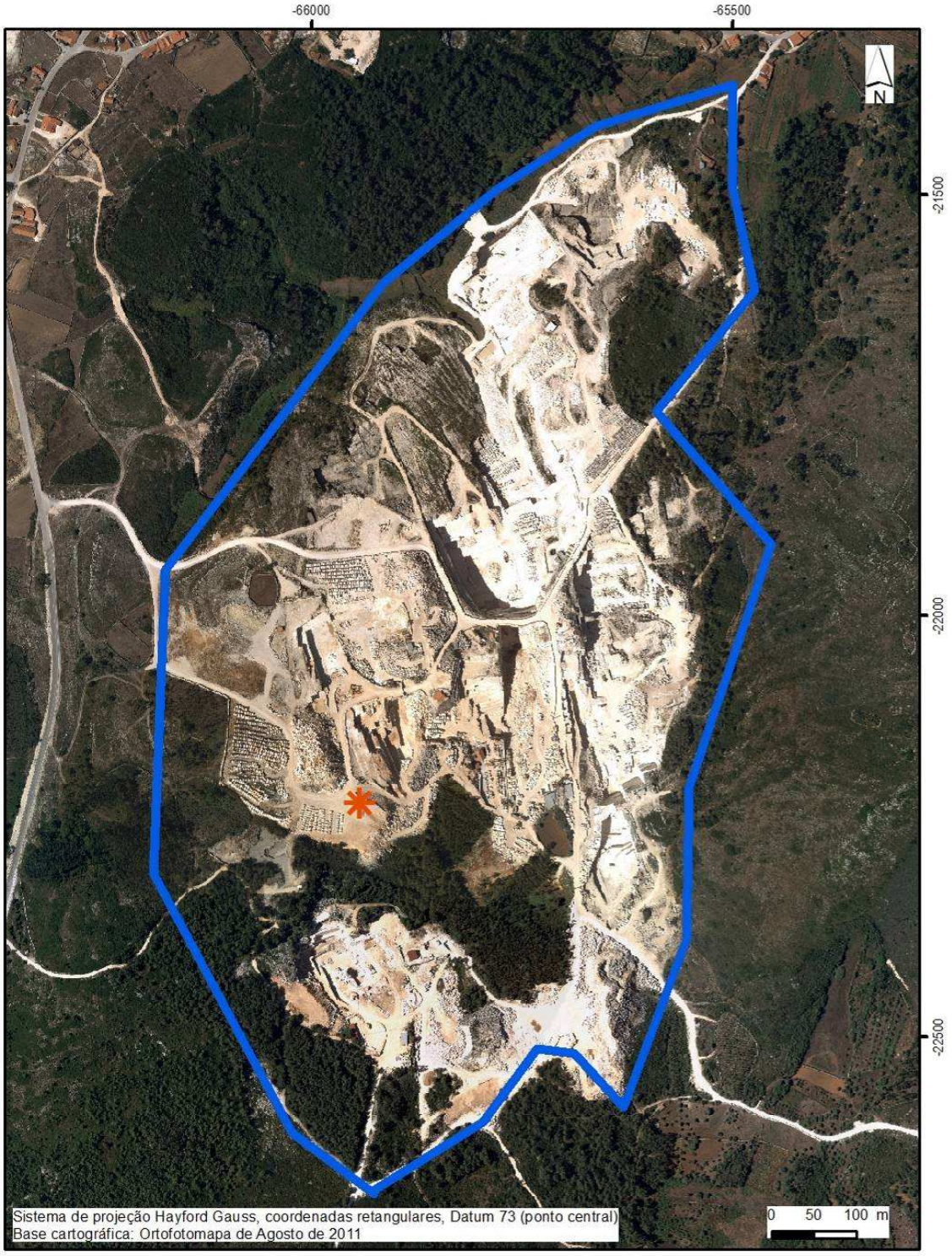


Figura 16 - Localização da instalação de valorização para agregados na AIE da Portela das Salgueiras.

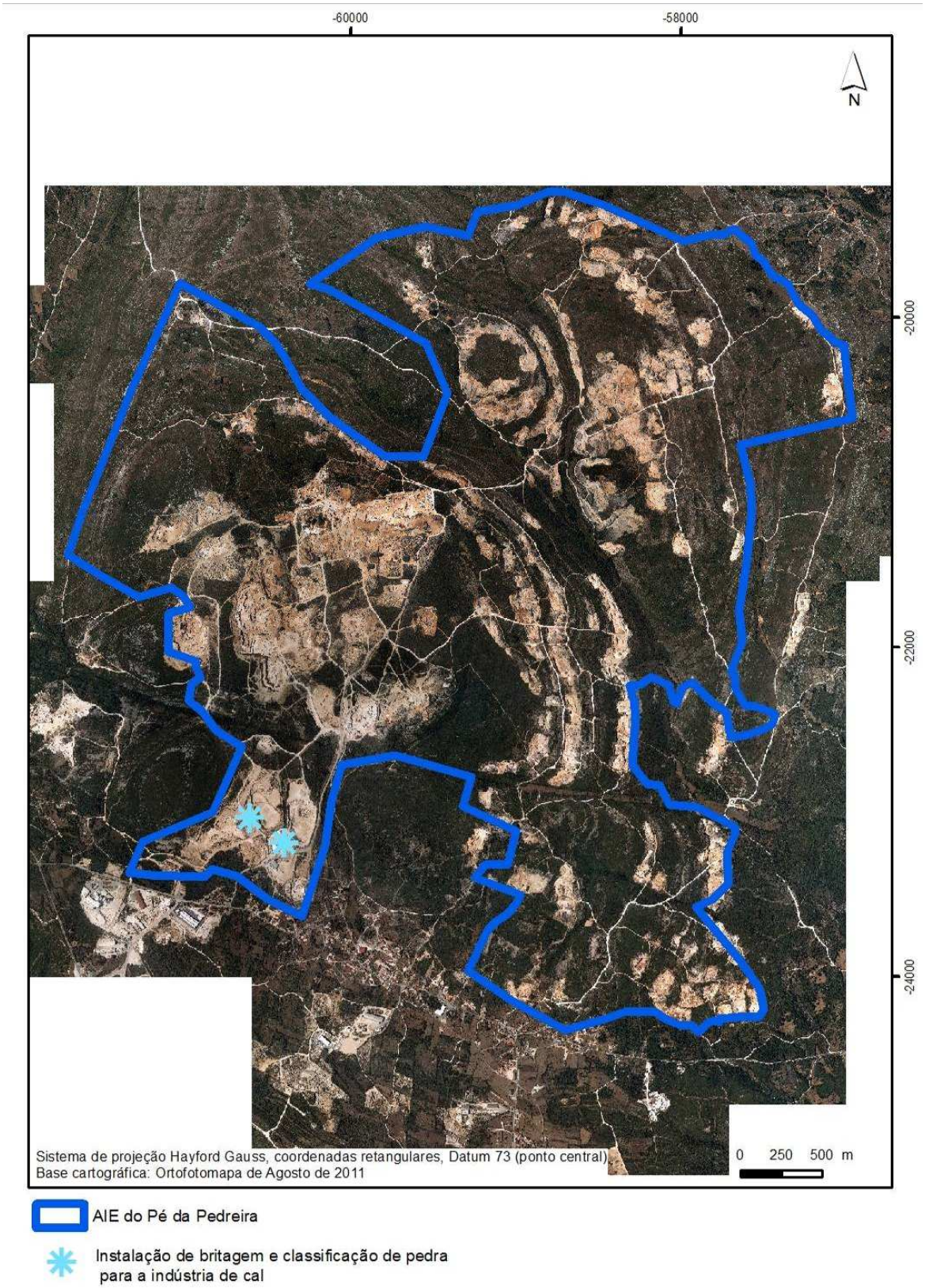


Figura 17 - Localização das instalações de britagem e classificação de pedra para a indústria de cal na AIE do Pé da Pedreira.

7.3.5. Acessos existentes

Os acessos existentes para a gestão dos resíduos de extração correspondem normalmente aos acessos definidos para as atividades de exploração das pedreiras. Esta situação verifica-se sempre que a gestão dos resíduos de extração é feita no interior da área de extração.

Por outro lado, quando as escombreiras estão localizadas fora das áreas de extração, independentemente de estarem ou não licenciadas, são definidos acessos específicos para o transporte dos resíduos para as escombreiras. Constata-se, no entanto, que a definição e a criação desses acessos seguem apenas critérios de operacionalidade, não levando em linha de conta os aspetos relacionados com a preservação do património natural.

A rede de acessos existente no interior das AIE é, maioritariamente, resultante das atividades de exploração das pedreiras. A manutenção desses acessos tem vindo a ser feita a título individual e sempre função das necessidades de cada empresa. De referir que grande parte dos acessos existentes apresenta boas condições de transitabilidade pelo facto de ser necessária a circulação dos camiões que efetuam a expedição dos produtos produzidos nas pedreiras.

7.4. CARACTERIZAÇÃO DAS ESCOMBREIRAS

Conforme já foi referido, a gestão das escombreiras é feita, essencialmente, à medida que as operações de exploração vão evoluindo e sempre dependente da disponibilidade de espaço no momento. Esse facto, aliado aos grandes volumes produzidos, justifica a grande proliferação de escombreiras, algumas delas de grandes dimensões. Acresce, ainda, a deficiente deposição dos materiais que ocorre sem qualquer separação por tipologia (terras ou blocos) e sem qualquer preocupação em termos de segurança ou ocupação do solo. No Quadro 8 apresentam-se as principais características das escombreiras existentes nas AIE.

Quadro 8 – Características gerais das escombreiras.

FOTOGRAFIA	DESCRIÇÃO
	A deposição dos materiais em escombreira ocorre sem qualquer preocupação em termos de seleção dos materiais. É comum a deposição de materiais terrosos misturados com blocos, alguns de dimensão comercializável que resultaram em resíduos por deficiente produção ou por não-aceitação no mercado. É também comum a mistura das terras vegetais resultantes da decapagem com os resíduos de extração. Para uma melhor gestão dos resíduos e pensando numa ótica de valorização, os resíduos deverão ser depositados em separado de acordo com as suas tipologias (terras vegetais, materiais resultantes da carsificação e blocos de pedra). De referir que a valorização para cal ou agregados apenas é possível se os materiais se encontrarem isentos de solos ou terras (limpos).
	A deposição dos resíduos em escombreira ocorre sem qualquer preocupação em termos de ocupação do solo, numa ótica apenas de disponibilidade de espaço. É comum a ocupação de áreas virgens para depósito de resíduos de extração, sem avaliação prévia do caráter florístico da zona e sem a preocupação para a eventual presença de espécies protegidas. Verifica-se também que não existe a preocupação em proceder a uma decapagem da terra vegetal para posterior aplicação na recuperação paisagística dessas áreas após remoção das escombreiras. A escolha dos espaços para escombreiras deverá obedecer a questões relacionadas com o ordenamento do território, a fauna e flora, os recursos hídricos e o património natural.

FOTOGRAFIA	DESCRIÇÃO
	A dimensão das escombreiras chega a atingir algumas dezenas de metros de altura sem qualquer preocupação em termos de impacte ambiental. Pelas dimensões que possuem algumas das escombreiras, não se torna possível a aplicação de medidas de minimização de impactes, como seja a aplicação de cortinas arbóreas. Tendo em vista a minimização dos impactes paisagísticos, as escombreiras deverão ser controladas em altura. Acresce, ainda, que a sua localização deverá ter em conta os recetores sensíveis, no sentido de minimizar os impactes sobre a paisagem.
	A deposição dos resíduos em escombreira é feita sem qualquer preocupação em termos de segurança. O ângulo de talude corresponde, sensivelmente, ao ângulo de repouso dos materiais, sendo frequente a presença de blocos instáveis. É também comum o desenvolvimento das escombreiras até junto de acessos ou taludes de escavação e mesmo de infraestruturas. A deposição dos resíduos em escombreira deverá ser precedida de uma avaliação prévia em termos de segurança, condições físicas do terreno, acessibilidades e infraestruturas.

De um modo geral, as escombreiras existentes nas AIE são caracterizadas por apresentarem misturas de materiais (terras e blocos), depositados segundo o ângulo de repouso natural dos materiais e, por vezes, com blocos instáveis. O facto dos materiais se encontrarem misturados, dificulta, por vezes, a sua valorização como matéria-prima noutras indústrias, como são o caso da cal ou dos agregados. Para que a valorização seja possível haverá que proceder a uma separação dos materiais o que incrementa os custos de exploração, podendo tornar inviável o processo de valorização para outras indústrias.

Tomando como pressuposto que, no limite, todos os resíduos de extração na forma de blocos poderão ser valorizados noutras indústrias (maioritariamente na produção de cal e agregados), será imprescindível que a deposição em escombreira seja feita com separação dos diferentes materiais (terras e blocos), sob pena de os custos inerentes à sua eventual separação virem a inviabilizar o processo de valorização noutras indústrias.

Conforme referido, o processo de modelação das pedreiras com os resíduos de extração ocorre, ainda, esporadicamente e apenas em zonas periféricas das cortas. Por este facto, as áreas em fase de

modelação topográfica são relativamente exíguas quando comparadas com a área total intervencionada pela exploração e ocupada pelas escombreiras.

Acresce ainda que grande parte das escombreiras se encontra em áreas que ainda possuem recurso mineral passível de exploração. Esse facto faz prever que a sua remoção será inevitável para o desenvolvimento da exploração do recurso mineral nessas áreas, constituindo um custo adicional de exploração. Será, assim, importante que a gestão dos resíduos de extração seja feita de forma integrada no sentido de permitir o encaminhamento dos resíduos, aquando da sua produção, para as áreas em recuperação paisagística, independentemente de serem ou não aplicados na mesma pedreira onde são produzidos, ou para outras indústrias.

Para um melhor entendimento da proliferação das escombreiras existentes em cada AIE efetuou-se a respetiva cartografia que se apresenta nos Desenhos 1 a 5.

7.5. CARACTERIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE BRITAGEM E CLASSIFICAÇÃO

Como se referiu, os materiais rejeitados por não terem aptidão ornamental podem ter aplicação noutras indústrias. Atualmente, já se efetua a transformação e beneficiação de parte dos resíduos de extração em instalações de britagem e classificação de pedra existentes nas AIE.

De acordo com a informação recolhida existirá uma capacidade instalada para produção de, pelo menos, 603 000 t de agregados de calcário (Quadro 9).

Quadro 9 – Caracterização das instalações de britagem existentes nas AIE.

AIE	NÚMERO DE INSTALAÇÕES	TIPO DE INSTALAÇÃO	PRODUÇÃO MÉDIA ANUAL [t]	PRODUTOS PRODUZIDOS	REJEITADOS [%]
Moleanos	1[58]	Instalação de britagem móvel	10 000	*Tout-venant*	Sem expressão
Portela das Salgueiras	1[59]	Instalação de britagem, moagem e crivagem	145 000	Gabião, enrocamento, *Tout-Venant*, Pó, Bago de Arroz, Brita 1, Brita 2 e Brita 3	6,5
Pé da Pedreira	3	Instalação fixa de britagem e crivagem instalada em pedreira para cal	98 000	0-4 mm, 4-14 mm, 12,5-20 mm, 16-31,5 mm, > 31,5 mm	20
		Instalação fixa de britagem e crivagem instalada em pedreira para cal	-	-	-
		Central de britagem com duas linhas e crivagem	250 000	Pó de pedra, Bago de arroz, Brita 1, Brita 2, Brita 3, Tout-Venant, 20/80 mm, 30/120 mm	Sem expressão
Codaçal	2	Instalação de britagem e crivagem fixa	100 000	*Tout-venant* (0 -30 mm) e pedra para a cal (30-120 mm)	6,5
		Instalação de britagem semi-móvel	--	*Tout-venant*	--
Cabeça Veada	0	--	--	--	--

[58] Acresce, ainda, a instalação de resíduos de Vale Grande que se encontra fora da AIE de Moleanos mas que gere a maior parte dos resíduos de extração aí produzidos.

[59] Sempre que se justifique as empresas de cal colocam uma instalação de britagem móvel para a valorização dos resíduos de extração produzidos nesta AIE.

7.6. CARACTERIZAÇÃO DAS INDÚSTRIAS CONSUMIDORAS DE CALCÁRIO

7.6.1. Considerações gerais

O calcário é a mais útil e versátil de todas as rochas industriais[60], possuindo uma enorme variedade de usos e apresentando um custo relativamente baixo, quando empregue, por exemplo, como agregado da construção civil, como corretivo de solo ou como fertilizante.

Os calcários têm um leque extremamente vasto de aplicações, umas baseadas em propriedades físicas e outras em propriedades químicas.

O carbonato de cálcio ($CaCO_3$), principal componente do calcário, com elevado grau de pureza pode ser aplicado nas indústrias do papel, tintas e revestimentos, plásticos, borracha, vidro, cerâmica, metalúrgica, cimentos e argamassas, alimentar e agroalimentar, agricultura, têxteis, química, farmacêutica, ambiente, construção civil, cal, aplicações elétricas, aplicações óticas/laser, entre outros, de acordo com os requisitos mínimos de qualidade dessas indústrias.

Atendendo à vasta aplicação industrial dos calcários (ou rochas carbonatadas de um modo geral), considerou-se necessária a caracterização das diversas indústrias no sentido de avaliar alternativas possíveis à valorização dos resíduos de extração para além do que já ocorre para a indústria de cal e para a produção de agregados. Assim, são pormenorizadas de seguida as principais aplicações do carbonato de cálcio nos diversos sectores industriais, com representação em Portugal.

7.6.2. Indústrias consumidoras de calcário

7.6.2.1. Cal

A cal ou óxido de cálcio (CaO) é um produto derivado da calcinação do calcário. Por calcinação entende-se a transformação, por efeito do calor, do carbonato de cálcio em óxido de cálcio (CaO), chamado de cal viva. Em geral, a calcinação ocorre em temperatura próxima da temperatura de fusão do calcário, na faixa de 900°C a 1350°C. O fabrico de cal compreende três etapas: preparação da amostra, calcinação e hidratação.

Embora a hidratação seja necessária apenas em alguns casos, deve ocorrer em conformidade com o uso do produto final. A etapa de preparação da rocha calcária, para alimentar o forno de calcinação, implica as operações de britagem, crivagem e lavagem, visando obter um produto final com menor índice de impurezas.

Para a calcinação de calcário, é necessário considerar três fatores básicos ligados ao processo[61]:

1. O calcário deve ser aquecido até à temperatura de dissociação dos carbonatos;
2. A temperatura mínima de dissociação deve ser mantida por um período, em geral, definido de acordo com as impurezas do calcário;
3. O dióxido de carbono libertado deve ser removido do ambiente de calcinação o mais rápido possível, pois o CO_2 libertado percorre uma longa distância no ambiente de calcinação até ser totalmente expelido.

[60] Melo, (2010)
[61] Melo, (2010).

A produção da cal tornou-se uma prática tão comum ao longo dos anos que as investigações concentraram-se no desenvolvimento dos equipamentos de calcinação, isto é, dos fornos de calcinação. No presente, há pouca pesquisa dirigida à cinética e à termodinâmica das reações de calcinação e hidratação. O foco principal das pesquisas está no consumo de energia e na eficiência do combustível utilizado no processo. A calcinação do calcário ($CaCO_3$) para produzir cal (CaO) pode ser representada pela reação seguinte.

(g)

O método de calcinação varia com a composição do calcário. A calcinação e a viabilidade de utilização de um determinado calcário dependem, entre outros fatores:

- Impurezas naturais e níveis de $CaCO_3$ e $MgCO_3$ presentes na rocha;
- Força e resistência à abrasão do calcário e da cal;
- Resistência do calcário à degradação térmica;
- Taxa de calcinação;
- Diferenças na cristalinidade e ligações entre as partículas;
- Variações na densidade e imperfeições na rede cristalina;
- Formas de difusão de gás para a superfície calcinada da rocha;
- Reatividade de cal com a água.

Nas práticas industriais há uma relação média de consumo de 1,7-1,8 t de calcário para 1,0 t de cal produzida. Com uma tonelada de cal viva obtém-se cerca de 1,3 t de cal hidratada ($Ca(OH)_2$) através da reação da cal viva com água.

A composição do calcário deverá apresentar caraterísticas físicas e químicas específicas para cada tipo de aplicação na indústria química. De seguida apresentam-se as caraterísticas de acordo com a sua finalidade[62]:

Calcário para fabrico de carbonato de sódio

- $CaCO_3$ > 90 %;
- $MgCO_3$ < 2 %;
- SiO_2 < 3 %;
- Granulometria: 30-250 mm.

Cal para fabrico de carbonato de sódio

- CaO > 92 %;
- MgO < 1,75 %;
- SiO_2 < 2 %;
- Fe_2O_3 e Al_2O_3 < 0,5 %;

[62] Romariz, *et al.* (1998)

- S < 0,2 %.

Cal para fabrico de hipoclorito de cálcio

- CaO > 90 %;
- Fe_2O_3 < 0,3 %;
- MgO e SiO_2 < 0,5 %.
- Granulometria muito fina e elevada reatividade

Cal para fabrico de carbonato de cálcio precipitado

- CaO > 97 %.

Cal para fabrico de óxido de propileno

- CaO > 97 %;
- SiO_2 < 0,3 %.

7.6.2.2. Cimentos, argamassas e misturas betuminosas

O carbonato de cálcio é o principal componente no cimento Portland. É empregue como elemento de preenchimento, capaz de penetrar nos interstícios das várias partículas e agir como lubrificante, tornando o produto mais plástico e não prejudicando a atuação dos demais elementos[63]. O carbonato de cálcio é também um material de diluição do cimento, utilizado para reduzir o teor de outros componentes de maior custo, desde que, não exceda os limites de composição ou reduza a resistência mecânica a níveis inferiores aos estabelecidos. O cimento é feito basicamente a partir de uma mistura de calcário com argilas, estas na proporção de 10 a 25%. Em média para cada tonelada de cimento produzida, são necessárias 1,4 toneladas de calcário[64]. Estima-se que a produção mundial de cimento seja de 2,8 mil milhões de toneladas, sendo o consumo de calcário de cerca 4000 milhões de toneladas.

É muito difícil encontrar um calcário que reúna todas as características exigidas para a fabricação de cimento. O calcário deve ter elevado teor de $CaCO_3$, baixos teores de sílica, óxidos de ferro e alumínio e, em particular, baixo teor de magnésio[65]. Por esse facto, na produção de cimentos são utilizadas outras matérias-primas, para além do calcário, mas em quantidades subordinadas. No Quadro 10, apresenta-se a composição típica de um calcário usado na fabricação do cimento.

Quadro 10 - Composição química de um calcário para fabricação de cimento[66].

ÓXIDO	%
SiO_2	9,40
Al_2O_3	1,37
Fe_2O_3	1,26

[63] Melo, (2010).
[64] Lins, (2009).
[65] Gutschick, (2000).
[66] Melo, (2010).

CaO	47,40
MgO	1,19
SO_3	0,10
K_2O	0,26
Na_2O	0,12
Perda por calcinação de 37,5 %	

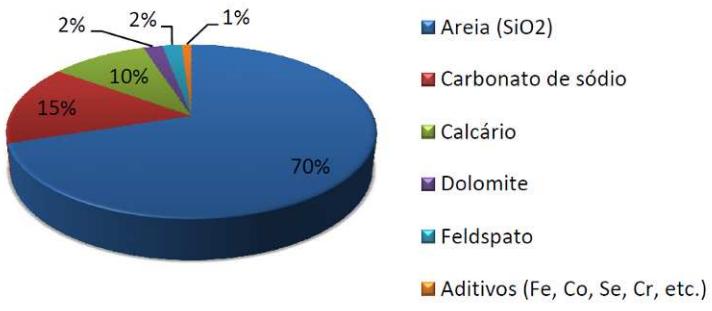
Em misturas betuminosas também é usado calcário como neutralizador de acidez e como reforço de propriedades físicas (em geral, 1% na mistura). Também no fabrico de argamassas, quanto maior a sua plasticidade, maior será a sua aderência, o que é uma grande vantagem em certas aplicações. Para aumentar a plasticidade é adicionado um produto derivado do calcário, a cal hidratada (hidróxido de cálcio).

As características dos agregados apresentam uma influência significativa no comportamento das misturas betuminosas e argamassas, condicionando o seu desempenho e a sua durabilidade. De forma a garantir a qualidade desses produtos, consoante a sua aplicação, são especificados valores limites para algumas das propriedades (granulometria, desgaste, absorção de água e massa volúmica) dos seus constituintes, nomeadamente dos agregados e dos *filler*, nos cadernos de encargos das obras.

A cal constitui uma importante matéria-prima para o fabrico de argamassas utilizadas na construção de edifícios, que possuem a vantagem de serem impermeáveis à água mas não ao vapor, de não se fissurarem ou se quebrarem, para além do aspeto estético. A cal para a construção deve ter uma pureza entre 85 % e 97 % em CaO ou inferior a 85 % CaO (cal magra)[67].

7.6.2.3. Vidro

As principais matérias-primas utilizadas no fabrico do vidro são as areias quartzosas, o calcário e o carbonato de sódio. Na Figura 18 observam-se todos os elementos e a respetiva percentagem utilizada no fabrico do vidro.



[67] Romariz, *et al.* (1998)

Figura 18 - Percentagem de elementos utilizados na produção de vidro[68].

O calcário funciona como agente estabilizador e melhora as características físicas e químicas do vidro, aumentando a resistência à água bem como a resistência mecânica, reduzindo a fragilidade do vidro.

No fabrico de vidro mais fino utiliza-se cal (CaO) que atua como material fundente sobre a areia de quartzo, aumentando a insolubilidade e a resistência, além se obter vidros mais brilhantes e com melhor coloração.

A dolomite ($CaMg(CO_3)_2$)[69] é usada, principalmente, em consequência do óxido de magnésio atuar como estabilizante para melhorar a resistência do vidro contra ataques de gases e humidade, tanto de origem química como natural. A dolomite também atua na redução da temperatura de fusão, como inibe as reações entre o estanho e o vidro no banho de estanho fundido para obtenção de vidros planos[70].

Para esta indústria, o calcário deverá apresentar uma granulometria de 0,1 mm a 0,5 mm, ausência de minerais infusíveis a 1400º C ou fortemente coloridos. No Quadro 11 apresenta-se a composição de um calcário utilizado no fabrico de vidro[71].

Quadro 11 - Composição química de um calcário utilizado na produção de vidro[72].

ÓXIDO		%
Carbonato de cálcio	$CaCO_3$	97,8
Carbonato de magnésio	$MgCO_3$	1,25
Óxido de ferro	Fe_2O_3	<0,095
Óxido de crómio	Cr_2O_3	<0,001
Óxido de estrôncio	SrO	0,03
Óxido de manganês	MnO	<0,01
Sílica	SiO_2	0,56
Alumina	Al_2O_3	0,23
Níquel	Ni	<0,002

7.6.2.4. Cerâmica

A aplicação do calcário, na composição das pastas cerâmicas, fornece ao produto final uma redução nas expansões térmica por humidade. A expansão por humidade é reduzida no produto final, quando a

[68] Melo, (2010)
[69] Proveniente dos dolomitos (rocha carbonatada à semelhança dos calcários).
[70] Melo, (2010).
[71] Gutschick, (2000)
[72] *Idem.*

pasta cerâmica contém caulino e quartzo. A CaO reage com a sílica amorfa livre resultante da queima dos componentes da mistura e forma uma fase cristalina cálcica.

A utilização do calcário nas pastas cerâmicas atribui-lhe uma característica refratária, pois reduz o ponto de fusão, e atua como fundente, pois reage com a sílica para formar uma fase cristalina, dando uma maior resistência e uma menor porosidade às peças cerâmicas. O calcário é, maioritariamente, utlizado em pastas para faianças, sanitários e azulejos[73].

O carbonato de cálcio também é utilizado numa ampla variedade de adesivos, selantes, enchimentos para decoração, como adesivos para mosaicos onde tipicamente contêm 70 a 80 % de carbonato de cálcio, com elevada pureza e brancura.

Referem-se ainda os ensaios já desenvolvidos com as lamas do corte e serragem de pedra (de natureza carbonatada) que revelaram excelentes resultados na aplicação de pastas para faiança, o que constitui um bom indicador para uma eventual valorização das lamas resultantes do corte e serragem de pedra[74].

7.6.2.5. Metalurgia

Na indústria siderúrgica a cal é o elemento purificador do ferro e do aço, necessário para formar a escória, na remoção da sílica e outras impurezas, também necessária na parte de dessulfuração de ferro gusa e para redução dos teores de enxofre e fósforo.

O calcário utilizado nas siderurgias deverá apresentar as seguintes caraterísticas físicas e químicas[75]:

- Granulometria de: 40-100 mm para altos fornos;
  5-100 mm para fornos de aço;
  < 5 mm para aglomeração.
- Resistência à compressão: 400 kg/cm^2;
- CaO: 51-55 %;
- MgO: 0,5-1,8 %;
- SiO_2: 0,8-4 %;
- Al_2O_3: 0,4-0,8 %;
- Fe: 0-0,8 %;
- CO_2: 40-42 %;
- H_2O: 0-0,7 %.

A cal também é utilizada nesta indústria sendo o seu consumo de cerca de 60/70 kg/t de aço. As caraterísticas que a cal deverá apresentar são:

- Teor em CaO superior a 93%;
- Muito reativa;
- Granulometria regular entre 6-20 mm;

[73] Singer, F. *et. al.* (1976).
[74] Baroso e Martins, 1995.
[75] Romariz, *et al*. (1998).

- Elevada porosidade e superfície interna.

7.6.2.6. Agricultura

O calcário moído, a cal viva e o cré são utilizados para melhorar a estrutura dos solos ácidos, corrigindo o seu pH e aumentando a atividade dos fertilizantes fosfatados. Para além disso, o cálcio libertado aumenta a atividade biológica, servindo para a mineração das plantas e dos animais que o consomem.[76]

A cal possui uma característica profilática e uma ação desinfetante ou anti-criptogâmica no tratamento da vinha.[77]

Através da aplicação de cal (CaO), esta é dissolvida no solo pela água (chuva por exemplo) formando hidróxido de cálcio, através da seguinte reação:

O hidróxido de cálcio é uma base forte e rapidamente ioniza em iões Ca^{2+} e OH^-. Os iões cálcio são absorvidos no solo ácido substituindo os iões hidrogénio presentes em excesso. Esses reagem posteriormente com o ião OH^-, formando água e neutralizando o pH do solo.

Em solos com pH excessivamente ácido ocorre diminuição na disponibilidade de nutrientes como fósforo, cálcio, magnésio, potássio e molibdénio e aumento da solubilização de iões como zinco, cobre, ferro, manganês e alumínio que, dependendo do manuseamento do solo e da adubação utilizados, podem atingir níveis de deficiência e toxicidade às plantas, respetivamente[78].

O calcário, principalmente o dolomítico, proporciona dois nutrientes importantes para os solos, cálcio e magnésio, como também elementos em menores quantidades contidos na rocha calcária. O calcário também neutraliza a acidez gerada pelos fertilizantes nitrogenados, tais como nitratos e sulfatos, aumentando o cultivo e o conteúdo orgânico do solo[79].

A taxa de aplicação do calcário no solo (determinada em kg/m^2) depende de vários fatores. A taxa mais usual inclui-se na faixa entre 0,1 e 0,9 kg/m^2. As especificações do calcário consistem no controlo da sua concentração de CaO e da distribuição granulométrica. O calcário utilizado na agricultura pode ter uma distribuição granulométrica abaixo de 1,7 mm, com 70% abaixo de 830 µm e 50% abaixo de 295 µm. Os teores de CaO e MgO podem ser de 28 e 16%, respetivamente[80].

7.6.2.7. Agroalimentar e alimentar

O calcário é utilizado na indústria alimentar, tanto animal como humana, sendo as suas aplicações muito diversas, tais como, dietas alimentares, como anti aglomerante no arroz, no processo de fabrico de açúcar, em confeitaria e doçaria.

É também utilizado como conservante alimentar e fixador de cor, quando utilizado em certos produtos orgânicos, sendo uma forma de aditivo alimentar designado como E170, usado por exemplo, em alguns produtos de leite de soja como fonte de cálcio na dieta. Melhora a textura de pastilhas elásticas e é usado para melhorar a elasticidade em produtos como, pasta de peixe, fiambre ou presunto.

[76] Romariz, et al. (1998)
[77] *Idem*
[78] Melo, (2010)
[79] *Idem*
[80] Gutschick, (2000)

Na indústria produtora de açúcar, o carbonato de cálcio é usado na remoção de compostos fosfáticos dos compostos orgânicos e no branqueamento do açúcar. O carbonato de cálcio para estes casos tem especificações de produção exigentes, sendo que têm de ter mais de 99% de pureza, muito fino, na ordem dos 5 µm, com uma brancura de pelo menos 95% e as quantidades de ferro são vestigiais ou mesmo nulas[81].

Os calcários consumidos nesta indústria agroalimentar deverão ser isentos de elementos tóxicos (Pb, Cu, Co, Sr, Cd, etc.) e a granulometria deverá ter uma dimensão média de 100 µm ou de 0,1-0,5 mm.[82]. Em termos químicos os teores em CaO devem ser iguais ou superiores a 53 % e em SiO_2 devem ser inferiores a 1%.[83]

7.6.2.8. Papel

Este sector consome cerca de 3,7 milhões de t/ano de carbonato de cálcio com alta pureza, em todo o mundo, com uma granulometria que varia desde 4 até 0,5 µm, com a maior percentagem de partículas entre 1-2 µm[84]. O uso do carbonato de cálcio na indústria papeleira tem vindo a crescer, sistematicamente, desde a sua entrada no mercado, como substituto do caulino ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) e do dióxido de titânio (TiO_2) nas aplicações de carga, revestimento e pigmentação[85].

A granulometria e a forma das partículas exercem uma grande influência sobre as aplicações dos calcários. Para partículas mais finas (<10 µm) os calcários podem ser utlizados como carga em numerosos produtos onde a qualidade é uma exigência fundamental como é o caso do papel.

Uma vez que esta indústria carece de uma alimentação de carbonato de cálcio com granulometria fina, existe a necessidade de submeter a cal hidratada a um processo de precipitação, de acordo com a reação seguinte, por forma a obter um carbonato de cálcio precipitado (CCP), com uma curva de distribuição dimensional das partículas regular e as características apresentadas no Quadro 12:

[81] http://www.provencale.com/
[82] Romariz, et al. (1998)
[83] Manuppella, et al. (1981)
[84] Melo, (2010)
[85] Luz, *et al.*(1998)

Quadro 12 – Propriedades típicas do CCP[86].

PROPRIEDADES	VALORES
Superfície específica (m^2/g)	21
Percentagem de humidade	0,5
Absorção de óleo (g/100g)	33
Resíduos no peneiro 44 µm (%)	<0,05
Principal dimensão das partículas (µm)	0,07
Índice de refração	1,63
Densidade específica	2,65
Dureza	3,0

Desta forma, existe uma tendência, pelos fabricantes de papel, para o maior uso de carbonato de cálcio de origem natural (CCN), mas principalmente precipitada. Convencionalmente, cargas inorgânicas como o talco, o caulino e o carbonato de cálcio são utilizadas na produção de papel, a fim de melhorar a brancura, a opacidade e a qualidade de impressão do papel. Para neutralização do papel, o CCP, é extensamente usado, aumentando o tempo de vida do papel, devido ao facto do seu uso evitar a adição de ácidos. Ele também aumenta a opacidade do papel, o que é desejável, pois quanto mais opaco menos luz passa através do papel. Dentro dos carbonatos de cálcio, revestimento com CCP tem vantagens sobre carbonato de cálcio natural (CCN) devido ao seu maior brilho, opacidade e aumento das propriedades óticas, sendo este normalmente de elevada pureza, com valores superiores a 98% de $CaCO_3$[87]. Em geral as indústrias de papel têm uma unidade de produção de CPP para consumo próprio.

Para utilização em cargas, o calcário deverá ter as seguintes características físicas e químicas:[88]

- $CaCO_3$: >98 %;
- SiO_2: <0,5 %;
- Al_2O_3: <0,2 %;
- Óxidos: <0,2 %;
- Ausência de partículas abrasivas;
- Grau de brancura: >90 %;
- Granulometria: >40 µm, <10 µm e mesmo <2 µm, conforme a qualidade do papel;
- Superfície específica: > 1 m^2/g.

[86] Romariz, et al. (1998)
[87] Speciality Minerals Inc. http://www.mineralstech.com/
[88] Romariz, et al. (1998)

7.6.2.9. Plásticos

Neste sector o consumo de carbonato de cálcio é análogo ao do papel, sendo usado na produção de resinas sintéticas e PVC, este com a maior parcela do consumo. O carbonato de cálcio com granulometria fina e determinados polímeros são adicionados na composição dos plásticos para melhorar as suas propriedades físicas e características de processamento:

- Proporcionando aos compostos de PVC dureza, propriedades de tensão, textura e brilho superficial, por meio da dosagem e distribuições granulométricas apropriadas. Por exemplo, no PVC rígido aumenta a sua resistência ao impacto;
- Controlando a viscosidade e o coeficiente da expansão térmica do plástico na moldagem de placas;
- Proporcionando resistência ao polímero e baixando o custo do produto acabado;
- Favorecendo o fabrico de poliéster saturado com 40% de carbonato de cálcio, usado com sucesso na indústria automóvel, permitindo a obtenção de produtos competitivos com o aço e o alumínio;
- Finalmente, o carbonato de cálcio ultrafino (<1,5 µm) é usado na produção de plásticos que resultam nas mais variadas aplicações.

Assim, são empregues carbonatos de cálcio na produção de fraldas, filmes, móveis, materiais de construção, sacos, baldes de lixo, tubos, embalagens de alimentos, papéis, garrafas sintéticas, além de outros. A sua adição, na faixa de 15 a 30 % em peso, promove as propriedades físicas dos produtos e permite aumentar o rendimento, devido à sua elevada condutividade térmica.

Normalmente o carbonato de cálcio terá de ser superior a 96 %, com Fe_2O_3 inferior a 0,1% e brancura superior a 90%.

7.6.2.10. Tintas

O pigmento mais utilizado na indústria das tintas é o carbonato de cálcio, principalmente de calcário branco ou mármore, com o principal intuito de aumentar a opacidade e a brancura. É também o ingrediente mais barato na sua produção[89]. Usado extensivamente em tintas látex de interior e exterior, particularmente em cores pastel. No entanto, o carbonato de cálcio natural (CCN) não tem, essencialmente, poder de cobertura (opacidade) sobre uma cor contrastante, função que é realizada principalmente pelo dióxido de titânio. Ao invés, o carbonato de cálcio precipitado é cada vez mais utilizado pois, é extremamente puro, rigidamente controlado quanto ao tamanho e forma da partícula, e tem mais poder de cobertura que o CCN. A especificação típica de um carbonato de cálcio natural fino é apresentada no Quadro 13.

Quadro 13 - Especificação de carbonato de cálcio utilizado na produção de tintas[90].

COMPOSIÇÃO QUÍMICA		VALOR
Carbonato de cálcio	$CaCO_3$	>97-98 %

[89] Melo, (2010)
[90] Melo, (2010)

Carbonato de magnésio	$MgCO_3$	0,01 %
Óxido de ferro	Fe_2O_3	0,06 % máx.
Óxido de manganês	MnO	0,01%
Alumina	Al_2O_3	0,23 %
Brancura	-	>94 %
Absorção em óleo	-	15-20 %
pH	-	9-10
Humidade	-	0,02 %
Diâmetro médio da partícula de 6 µm		

Nas tintas para automóveis, decorativas, equipamentos, móveis, rodovias, como para outros sectores de tintas, o carbonato de cálcio é usado como agente de pintura, pois:

- Reduz a quantidade de adição do dióxido de titânio (TiO_2), que é um pigmento de elevado custo;
- Ajuda a melhorar a resistência e a abrasão do filme;
- Proporciona propriedades reológicas ao filme de pintura;
- Aumenta o poder de cobertura e o brilho.

O carbonato de cálcio disponível no mercado para tintas de automóveis encontra-se em duas granulometrias. A primeira, na faixa entre 10 e 3 µm, destina-se à produção dos leitos da base de tinta, 10% do mercado. A segunda corresponde ao material ultrafino, com granulometria na faixa entre 1 e 0,7 µm, destina-se à cobertura, com 2 a 3% do mercado. Este produto ultrafino permite a aplicação da tinta em camadas finas sobre a superfície, exibindo um brilho mais intenso que o carbonato de cálcio mais grosso.

7.6.2.11. Borracha

O carbonato de cálcio é utilizado no fabrico de borracha principalmente como pigmento branco. A razão para isto deve-se ao seu baixo custo e aos altos teores que podem ser usados nas borrachas, com pequena perda de suavidade, elongação e elasticidade, normalmente na faixa granulométrica de 2 a 7 µm[91].

Também no caso dos polímeros amorfos, como o poliuretano usados em elastómeros, necessitam de cargas de reforço para que as suas propriedades sejam otimizadas. A adição do carbonato de cálcio independentemente do teor, leva a um aumento no módulo e na elongação do material obtido quando existe uma adesão eficiente na interface borracha/carga, que pode ser proveniente da interação entre

[91] www.imerys.com

os grupos polares do carbonato de cálcio com os da borracha, fazendo com que o carbonato, por exemplo, reforce a matriz[92].

O calcário para utilização na indústria da borracha deverá apresentar as seguintes especificações[93]:

- Massa volúmica aparente: 1-1,2 g/cm^3;
- Matéria volátil <0,5 %;
- Insolúveis <1,5 %;
- Alcalinidade em Na_2CO_3: <0,03 %

7.6.2.12. Ambiente

No ambiente, a cal é um elemento básico no tratamento de águas residuais, nas águas potáveis para abastecimento público e estabilização das lamas residuais, de modo a neutralizar os ácidos, ajustar o pH e modificação das características das lamas resultantes do tratamento, no tratamento de resíduos sólidos urbanos, no tratamento de solos contaminados, entre outras funções.

Nos gases de combustão, na queima de resíduos domésticos e poluentes industriais a cal é um valioso agente dessulfurante, na remoção do dióxido de enxofre, fluoreto e cloreto, óxidos de azoto, poeiras e metais pesados, evitando que estes sejam emitidos para a atmosfera.

Cada vez mais, grandes quantidades de calcário são usadas em larga escala em unidades fabris para a dessulfuração de gases de combustão. O calcário finamente moído na ordem de 90% <45 µm e disperso em água, reage com os gases num purificador. O sulfito de cálcio resultante, na forma de um precipitado finamente dividido, é difícil de secar e sem mercado de venda. Na maioria das instalações o sulfito é oxidado para o sulfato de cálcio di-hidratado usando ar comprimido, produzindo gesso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) comerciável e, com tamanho de cristal controlado, técnica usualmente chamada de oxidação forçada. Para este processo, o calcário deve ser de alta pureza e conter <1% de $MgCO_3$[94].

7.6.3. Consumo anual de calcário em Portugal

De acordo com a informação estatística da indústria extrativa fornecida pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) foram publicados resultados da produção (em volume e valor) da indústria extrativa, relativos a 2011, que foram elaboradas a partir do Inquérito Estatístico Anual às empresas (Inquérito Único de Minas e de Pedreiras).

Essa caraterização da produção utiliza metodologias e listas de produtos harmonizados no âmbito da União Europeia. De acordo com essa informação, no ano de 2011 o valor de produção da indústria extrativa nacional retrocedeu ligeiramente em relação a 2010, alcançando 1145 milhões de Euros. As rochas ornamentais representam cerca de 37% do valor global das saídas, tendo-se verificado, nesse período, uma estagnação em relação ao ano anterior, com os mármores e calcários a apresentarem um valor de cerca de 179 milhões de euros. No Quadro 14 apresentam-se os dados de produção de minerais de construção.

[92] Melo, (2010)
[93] Romariz, et al. (1998)
[94] Melo, (2010).

Quadro 14 - Produção de minerais de construção[95].

SUBSTÂNCIAS	2008		2009		2010		2011	
	Mt	10^3 EUROS	Mt	10^3 EUROS	Mt	10^3 EUROS	Mt	10^3 EUROS
Agregados	70,2	267 218	66,9	266 853	59,3	250 388	56,1	235 018
Minerais para cimento e cal	10,8	24 098	10,3	18 592	10,8	20 564	9,8	20 037
Rochas ornamentais	2,7	137 427	2,4	132 632	2,7	172 965	2,8	147 468
TOTAL	83,7	428 744	79,6	418 077	72,8	443 917	68,7	402 523

De acordo com os dados publicados pela DGEG e representados no Quadro 15 em 2010 e 2011 foram produzidos em Portugal um total aproximado de 20 milhões de toneladas de minerais para produção de cal e cimento. Embora os dados disponibilizados pela DGEG não refiram a proveniência desses minerais, é sabido que a maior parte provém de rochas carbonatadas.

Quadro 15 - Produção de minerais para cimento e cal em 2011.

MINERAIS P/ CIMENTO E CAL	2010		2011	
	Mt	10^3 EUROS	Mt	10^3 EUROS
Minerais para cimento	10,5	19 728	9,2	17 590
Minerais para cal	0,3	1 527	0,5	2 447
TOTAL	10,8	21 255	9,8	20 037

Foram também recolhidos pela DGEG (Quadro 16) com base nos dados do Instituto Nacional de Estatística (INE) os valores relativos às vendas por indústria consumidora de minerais e rochas. De referir ainda que muitas das indústrias referidas são consumidoras de matérias-primas minerais carbonatadas, onde se inclui obviamente o calcário, designadamente betão, a cerâmica, papel, plástico, agricultura, etc.

Quadro 16 - Vendas por indústria consumidora em 2011[96].

CAE	INDÚSTRIA	VENDAS EM 2011	VARIAÇÃO

[95] DGEG, (2012).
[96] DGEG, (2012)

		TON	10^3 EUROS	2011/2010 (%)
244	Obtenção e primeira transformação de metais preciosos e de outros metais não ferrosos	342 561	452 969	7,28
42	Engenharia civil	41 569 466	179 667	-3,69
237	Serragem, corte e acabamento de rochas ornamentais e de outras pedras de construção	2 167 012	109 731	11,30
2363	Fabricação de betão pronto	3 302 388	16 188	-19,42
43	Atividades especializadas de construção	1 706 835	10 999	-10.43
2331	Fabricação de azulejos, ladrilhos, mosaicos e placas de cerâmica	579 833	10 435	9,29
231	Fabricação de vidro e artigos de vidro	959 736	8 248	-5,81
201	Fabricação de produtos químicos de base, adubos e compostos azotados, matérias plásticas e borracha sintética, sob formas primárias	122 101	5 628	91,35
2361	Fabricação de produtos de betão para a construção	1 060 243	4 882	-59,29
232	Fabricação de produtos cerâmicos refratários	178 116	4 506	-0,21
239	Fabricação de produtos abrasivos e de outros produtos minerais não metálicos	1 240 927	4 325	18,81
2351	Fabricação de cimento	1 181 471	3 621	-40,29
2362	Fabricação de produtos de gesso para a construção	851 743	3 562	3,89
2332	Fabricação de tijolos, telhas e de outros produtos cerâmicos para a construção	974 988	3 027	-2,92
23521	Fabricação de cal	581 735	2 744	79,93
23640	Fabricação de argamassas	103 668	1 664	-14,30
236	Fabricação de produtos de betão, gesso e cimento	282 717	1 440	-50,86
23522	Fabricação de gesso	115 002	1 395	-
8	Outras indústrias extrativas	103 613	1 229	-60,58
241	Siderurgia e fabricação de ferro-ligas	51 505	1 059	9,00
109	Fabricação de alimentos para animais	35 027	481	-69,25
17	Fabricação de pasta, de papel, de cartão e seus artigos	11 206	322	-14,00
203	Fabricação de tintas, vernizes e produtos similares; mástiques; tintas de impressão	3 418	215	-55,93

CAE	INDÚSTRIA	VENDAS EM 2011		VARIAÇÃO 2011/2010 (%)
		TON	10^3 EUROS	
-	Outras indústrias	77 734	718	-43,06
TOTAL		**57 603 044**	**829 053**	**-0,48**

Com base nos dados estatísticos apresentados pode concluir-se que o calcário constitui uma matéria-prima importante com numerosas aplicações, sendo significativa a produção em Portugal.

7.6.4. Origem do calcário para a indústria

Em Portugal exploram-se diversos tipos de rocha industrial e ornamental de origem calcária, que se podem agrupar em dois grupos: "calcário, gesso e cré" e "mármore e outras rochas carbonatadas" (Quadro 17). No sector das rochas industriais estão ainda incluídas todas as rochas ornamentais que não sendo adequadas à utilização ornamental, podem ter usos alternativos, sendo a utilização mais comum a indústria da transformação e os agregados para a construção de estradas ou na indústria de construção civil[97].

Quadro 17 - Tipos de rochas calcária (industrial e ornamental).

SETOR	TIPO DE ROCHA	ROCHA
Setor de rochas industriais	Calcário, gesso e cré	Calcário margoso
		Marga para cimento
		Calcário para britas
		Dolomite e calcário dolomítico
Setor de rochas ornamentais	Mármores e outras rochas carbonatadas	Calcário cristalino e mármore
		Calcário microcristalino
		Calcário sedimentar
		"Brecha calcária"

A produção de brita calcária (agregados) é a atividade mais importante deste sector, estando localizada principalmente nos distritos de Coimbra, Leiria, Santarém, Setúbal e Faro. O calcário e a marga para cimento são também extraídos em grandes quantidades, sendo fornecidos a partir de pedreiras localizadas nos distritos de Coimbra, Leiria, Lisboa, Setúbal e Faro[98].

[97] Melo, (2010)
[98] DGEG, (2012)

Nos concelhos de Alenquer, Rio Maior e Sesimbra são explorados calcários para a produção de agregados (britas) que se destinam fundamentalmente à construção civil e obras públicas. No concelho de Alenquer são ainda explorados calcários destinados ao fabrico de calçada portuguesa, à semelhança do que ocorre em grande escala na área do PNSAC.

No concelho de Santarém, freguesia de Alcanede, existe um importante núcleo de pedreiras, correspondente à AIE do Pé da Pedreira, onde são produzidas as variedades Moca Creme e Relvinha e a calçada portuguesa. É aqui também que se situa o maior centro nacional de produção de cal, matéria-prima fundamental em indústrias tão diversas como a química, siderúrgica, cerâmica, vidreira, tintas, etc. Utiliza matéria-prima de pedreiras próprias mas grande parte da sua produção atual resulta do aproveitamento dos resíduos das pedreiras de rocha ornamental. O calcário dolomítico é extraído principalmente no distrito de Setúbal e no maciço calcário estremenho[99].

O calcário para a indústria do papel, que tem vindo a substituir o caulino devido à sua brancura, pouco abrasivo, baixo custo e abundantes reservas, extrai-se principalmente no Maciço Calcário Estremenho (Rio Maior, Leira, Tomar). A extração de calcário para fins, como as indústrias siderúrgica, cerâmica, vidro e papel, realiza-se em mais pequenas quantidades.

No sector das rochas ornamentais, o calcário cristalino e mármore, é a pedra natural mais explorada e também a mais solicitada, estando a sua extração localizada, principalmente, na área do PNSAC, no triângulo Borba-Estremoz-Vila Viçosa, Viana do Alentejo, Trigaches e Ficalho.

O calcário ornamental subdivide-se em dois grandes tipos, calcário sedimentar e calcário microcristalino, havendo ainda a considerar a brecha calcária. O calcário sedimentar é extraído principalmente nos distritos de Santarém e Leiria (Maciço Calcário Estremenho) aparecendo também no Algarve alguns tipos de calcário sedimentar. O calcário microcristalino existe na região de Lisboa (Sintra e Cascais), mas as reservas de pedra já são reduzidas. A brecha calcária encontra-se sobretudo nos distritos de Faro e Setúbal.

Os centros de produção e principais designações de rocha extraída para os grupos de calcário e gesso, mármore e outras rochas carbonatadas estão representados na Figura 19.

No sector das rochas industriais o tipo de mercado é muito competitivo e condiciona a produção nacional, existindo assim uma fraca tendência para a evolução em outros sectores. A rocha ornamental (calcário cristalino) dado o seu valor acrescentado contribui de forma muito considerável para o volume de negócios realizado. Se em termos de quantidade explorada a rocha industrial surge com maior evidência (Figura 20) em termos de valor do material é a rocha ornamental que surge em maior destaque[100].

[99] Melo, (2010)
[100] *Idem*.

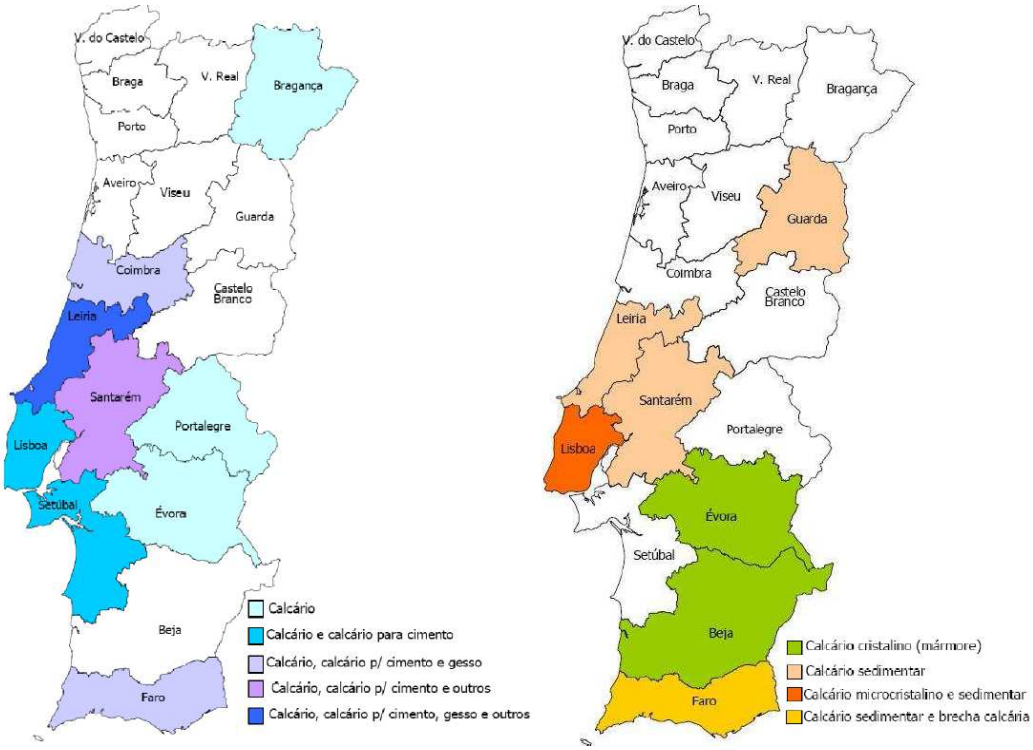


Figura 19 - Distribuição geográfica dos centros de produção de calcário em Portugal[101].

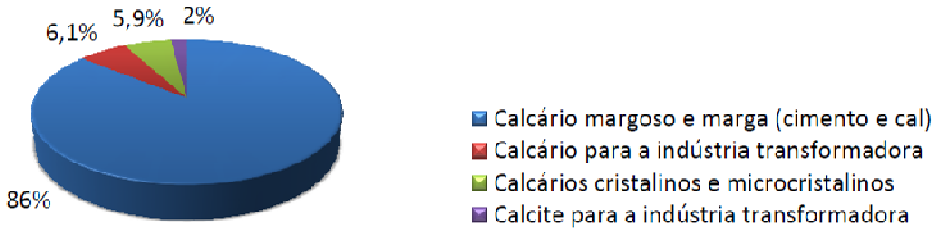


Figura 20 - Distribuição percentual da produção de rochas do tipo calcário[102].

[101] Melo, (2010).
[102] *Idem*.

8. METODOLOGIA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS

8.1. OPERAÇÕES DE GESTÃO DE RESÍDUOS

Conforme referido, a "gestão de resíduos" encontra-se definida no Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, como sendo "*(…) a recolha, o transporte, a valorização e a eliminação de resíduos, incluindo a supervisão destas operações, a manutenção dos locais de eliminação no pós-encerramento (…)*". Faz, ainda, parte das operações de gestão de resíduos a "Armazenagem", definida também nesse diploma como sendo "*(…) a deposição controlada de resíduos, antes do seu tratamento e por prazo determinado (…)*" e o "Tratamento", definido como "*(…) qualquer operação de valorização ou de eliminação de resíduos, incluindo a preparação prévia à valorização ou eliminação (…)*".

A "Recolha" é definida no Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, como sendo "*(…) a apanha de resíduos, incluindo a triagem e o armazenamento preliminares dos resíduos, para fins de transporte para uma instalação de tratamento de resíduos (…)*".

Apesar desse diploma legal excluir do seu âmbito os resíduos de extração, por se encontrarem consagrados no Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro, considerou-se neste PGRE aplicar os conceitos de gestão dos resíduos também para os resíduos de extração.

No caso dos resíduos de extração, a recolha é efetuada pelas empresas exploradoras com recurso aos equipamentos de extração. A recolha desses resíduos faz parte das atividades desenvolvidas nas pedreiras no sentido de separar os estéreis (ou resíduos de extração) da rocha ornamental e de libertar espaços para aceder ao recurso mineral.

No caso dos resíduos não mineiros a recolha deverá ser realizada por operadores de gestão de resíduos devidamente habilitados. As empresas exploradoras apenas intervêm na gestão desta tipologia de resíduos ao nível do armazenamento, antes do transporte pelos operadores de resíduos.

Conforme já foi referido, a "Armazenagem" é a deposição controlada de resíduos, antes do seu tratamento. Por outro lado, o "Tratamento" é definido no Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, como "*(…) qualquer operação de valorização ou de eliminação de resíduos, incluindo a preparação prévia à valorização ou eliminação (…)*". Estas operações de armazenagem e tratamento possuem aplicação apenas para os resíduos de extração.

Quando aplicado o conceito à atividade extrativa, a armazenagem consiste na criação de pequenas escombreiras ou de pequenos depósitos de estéreis antes da recolha para as áreas de eliminação (como são o caso das escombreiras definitivas) ou para operações de valorização. Em algumas situações, as escombreiras estão a atingir dimensões que as estão a tornar em áreas de deposição definitiva, passíveis, por isso, de virem a constituir locais de eliminação.

O "Tratamento" dos resíduos de extração consiste, no contexto desta análise, na fragmentação das pedras e blocos para dimensões que permitam o seu transporte, tendo em vista a sua valorização, nomeadamente na aplicação como matéria-prima noutras indústrias. Esta é uma prática já comum para o encaminhamento dos resíduos de extração para produção de agregados ou cal.

A "Valorização" é definida no Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, como "*(…) qualquer operação (…) cujo resultado principal seja a transformação dos resíduos de modo a servirem um fim útil, substituindo outros materiais que, caso contrário, teriam sido utilizados para um fim específico (…)*".

A valorização já é uma prática comum em algumas pedreiras que reencaminham parte dos estéreis produzidos para as fábricas de cal existentes no núcleo do Pé da Pedreira e para a produção de agregados.

A "Eliminação" é definida no Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, como *"(…) qualquer operação que não seja de valorização (…) ainda que se verifique como consequência secundária a recuperação de substâncias ou de energia (…)*". Das operações de eliminação constantes no Anexo I do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, destaca-se a operação "*D1 – Depósito no solo, em profundidade ou à superfície (por exemplo, em aterros, etc.)*." por ser a operação utilizada na eliminação dos resíduos de extração.

Conforme referido anteriormente, um dos objetivos base deste PGRE consiste em conter a proliferação de escombreiras, privilegiando a valorização dos estéreis em operações de recuperação paisagística ou como matéria-prima noutras indústrias, pelo que a operação de eliminação, entendida como o depósito definitivo em escombreira, de facto não deverá ser aplicada.

No entanto, esse objetivo apenas poderá ser atingido caso se confirme a viabilidade das operações de valorização, pelo que será de admitir que, no limite, possam vir a existir escombreiras que se tornarão depósitos definitivos e que consubstanciarão, por isso, operações de eliminação. Nesses casos deverá ser assegurada a recuperação paisagística dessas escombreiras de acordo com a metodologia de recuperação definida em cada Projeto Integrado.

8.2. RESÍDUOS DE EXTRAÇÃO

8.2.1. Quantificação dos resíduos de extração

8.2.1.1. Pressupostos

Conforme referido, os resíduos de extração são produzidos em grandes quantidades quando comparados com os resíduos não mineiros ou mesmo com os produtos finais das pedreiras de rocha ornamental. É sabido que as pedreiras de rocha ornamental possuem baixas taxas de aproveitamento, devido a fatores geológicos e estéticos, sendo comuns rendimentos de apenas 20-30 %.

Neste contexto, procedeu-se a uma quantificação dos resíduos de extração, com o objetivo de definir as respetivas regras de gestão. De referir que essa quantificação dos resíduos de extração decorre do que foi definido nos Planos de Lavra dos Projetos Integrados de cada AIE e considera dois fatores que se relacionam de forma complementar: o rendimento das explorações e a sua viabilidade.

O rendimento das explorações, entendido como a relação que existe entre a quantidade com valor comercial e a quantidade total processada, é fator determinante para a viabilidade das explorações. Dito

de outra forma, a viabilidade de uma exploração entra em linha de conta, entre outros fatores, com o seu rendimento. Nas pedreiras de rocha ornamental tem sido prática corrente admitir que são viáveis as explorações com rendimentos superiores a 20-30 %.

Na elaboração dos Projetos Integrados foi efetuada uma avaliação da viabilidade das explorações no sentido de determinar qual a relação que deverá existir entre a quantidade de resíduos a processar e a quantidade de rocha ornamental a produzir. Esse parâmetro é conhecido na literatura mineira como a Relação Estéril/Minério (REM) económica, determinada com base nas receitas e nos custos expectáveis da atividade de produção do calcário ornamental (minério) e de remoção das camadas de cobertura sem aptidão ornamental (estéril).

Conforme descrito na caracterização geológica das AIE (capítulo 7.1.4), existem grandes áreas ocupadas por rochas sem qualquer aptidão ornamental (denominadas como vidraço) que cobrem os calcários ornamentais. É sobre essas áreas que a REM económica possui maior aplicação. Verifica-se que o vidraço ocorre em algumas zonas com espessuras que chegam a atingir várias dezenas de metros e os calcários ornamentais apenas alguns metros, onde não se justifica a sua exploração.

A REM económica traduz a relação máxima admissível entre a espessura da camada de cobertura (estéril) e a espessura da camada de calcário ornamental (minério) que será possível explorar em condições de viabilidade económica, sendo dada pela seguinte expressão:

$$\text{REM}_{\text{económica}} = \frac{(\text{Receita} - \text{Custo da Atividade}) \times \text{Rendimento}}{\text{Custo de Remoção do Estéril}}$$

Em que:

REM económica – Relação Estéril/Minério económica

Receita – receita esperada da venda dos blocos ornamentais [€/m^3]

Custo da Atividade – custo de toda a atividade de produção, excetuando a remoção da camada de cobertura estéril [€/m^3]

Rendimento – rendimento comercial esperado das camadas com aptidão ornamental [%]

Custo de Remoção do Estéril – custo de remoção da camada de cobertura estéril [€/m^3]

Com base nos dados económicos disponibilizados pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) dos últimos anos da atividade de exploração de calcário ornamental no PNSAC, conjugados com a informação recolhida durante os inquéritos realizados às empresas no âmbito do presente PGRE, foi possível definir três cenários de análise que se apresentam nos quadros seguintes. Os valores apresentados, para facilidade de análise e de comparação entre as AIE, estão indexados ao preço médio de venda e são apresentados em percentagem, assumindo esse preço médio um valor de 100% (corresponde à Receita).

Quadro 18 – Cenários definidos para a determinação da REM a utilizar na AIE da Cabeça Veada.

PARÂMETRO	CENÁRIO		
	DESFAVORÁVEL	MÉDIO	FAVORÁVEL
Receita	67%	100%	133%
Custo da Atividade	30%	30%	30%
Valor disponível para remoção do estéril (Receita – Custo da Atividade/Rendimento)	15%	28%	41 %
Custo de remoção do estéril	15%	15%	15%
REM económica	8	**1,9**	2,8

Quadro 19 – Cenários definidos para a determinação da REM a utilizar na AIE do Codaçal.

PARÂMETRO	CENÁRIO		
	DESFAVORÁVEL	MÉDIO	FAVORÁVEL
Receita	67%	100%	133%
Custo da Atividade	33%	33%	33%
Valor disponível para remoção do estéril (Receita – Custo da Atividade/Rendimento)	17%	33 %	50%
Custo de remoção do estéril	17%	17%	17%
REM económica	1	**2**	3

Quadro 20 – Cenários definidos para a determinação da REM a utilizar na AIE de Moleanos.

PARÂMETRO	CENÁRIO		
	DESFAVORÁVEL	MÉDIO	FAVORÁVEL
Receita	60%	100%	140%
Custo da Atividade	48%	48%	48%
Valor disponível para remoção do estéril (Receita – Custo da Atividade/Rendimento)	7%	31%	55%
Custo de remoção do estéril	24%	24%	24%
REM económica	0,3	**1,3**	2,3

Quadro 21 – Cenários definidos para a determinação da REM a utilizar na AIE do Pé da Pedreira.

PARÂMETRO	CENÁRIO		
	DESFAVORÁVEL	MÉDIO	FAVORÁVEL
Receita	75%	100%	125%
Custo da Atividade	65%	65%	65%
Valor disponível para remoção do estéril (Receita – Custo da Atividade/Rendimento)	6%	21%	36%
Custo de remoção do estéril	33%	33%	33%
REM económica	0,2	**0,7**	1,1

Quadro 22 – Cenários definidos para a determinação da REM a utilizar na AIE da Portela das Salgueiras.

PARÂMETRO	CENÁRIO

	DESFAVORÁVEL	MÉDIO	FAVORÁVEL
Receita	67%	100%	133%
Custo da Atividade	60%	60%	60%
Valor disponível para remoção do estéril (Receita – Custo da Atividade/Rendimento)	3%	20%	37%
Custo de remoção do estéril	30%	30%	30%
REM económica	0,1	**0,7**	1,2

Com base nos cenários analisados foi adotado o cenário médio, que se afigura como o mais representativo. Nos gráficos das figuras seguintes é possível observar a percentagem da espessura da camada de cobertura (estéril) passível de extrair *versus* a espessura da camada de calcário ornamental (minério), correspondente à respetiva REM económica.

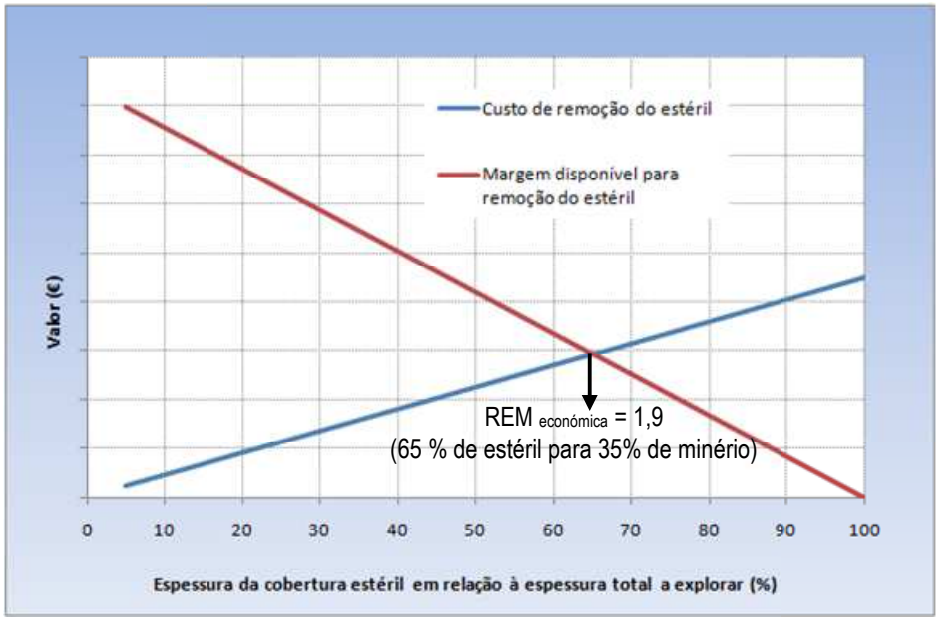


Figura 21 – Análise da espessura da cobertura de estéril máxima passível de extrair face à espessura da camada de calcário ornamental na AIE da Cabeça Veada.

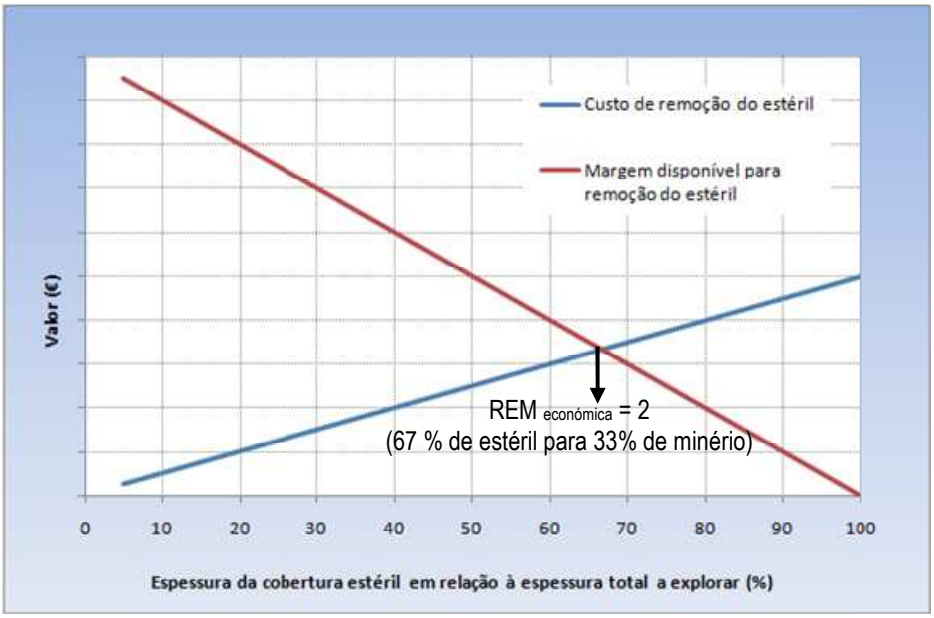


Figura 22 – Análise da espessura da cobertura de estéril máxima passível de extrair face à espessura da camada de calcário ornamental na AIE do Codaçal.

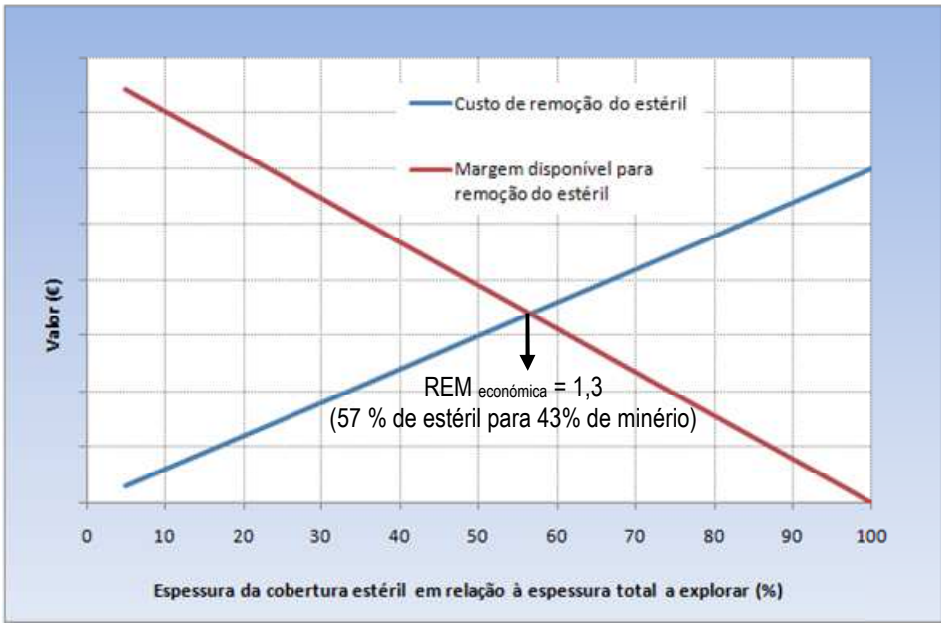


Figura 23 – Análise da espessura da cobertura de estéril máxima passível de extrair face à espessura da camada de calcário ornamental na AIE de Moleanos.

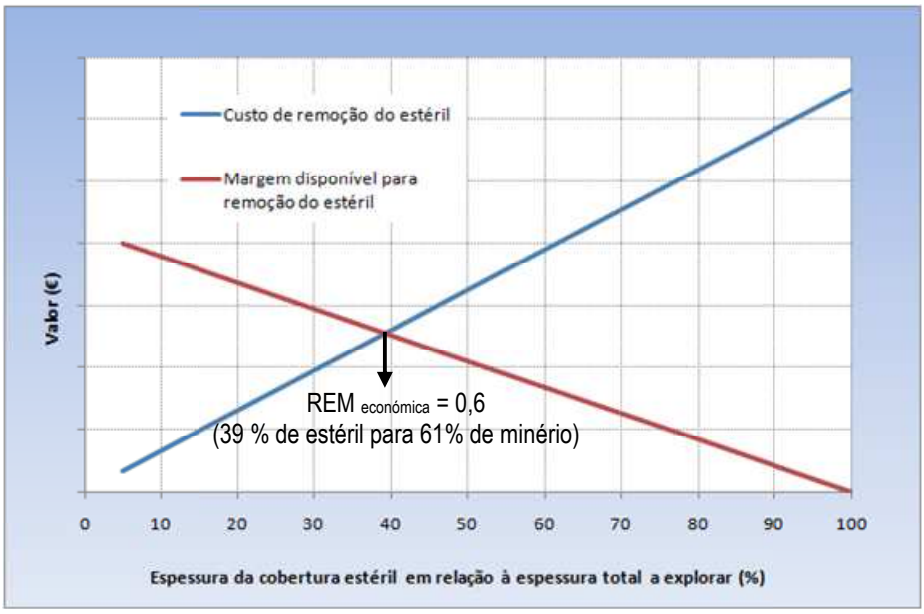


Figura 24 – Análise da espessura da cobertura de estéril máxima passível de extrair face à espessura da camada de calcário ornamental na AIE do Pé da Pedreira.

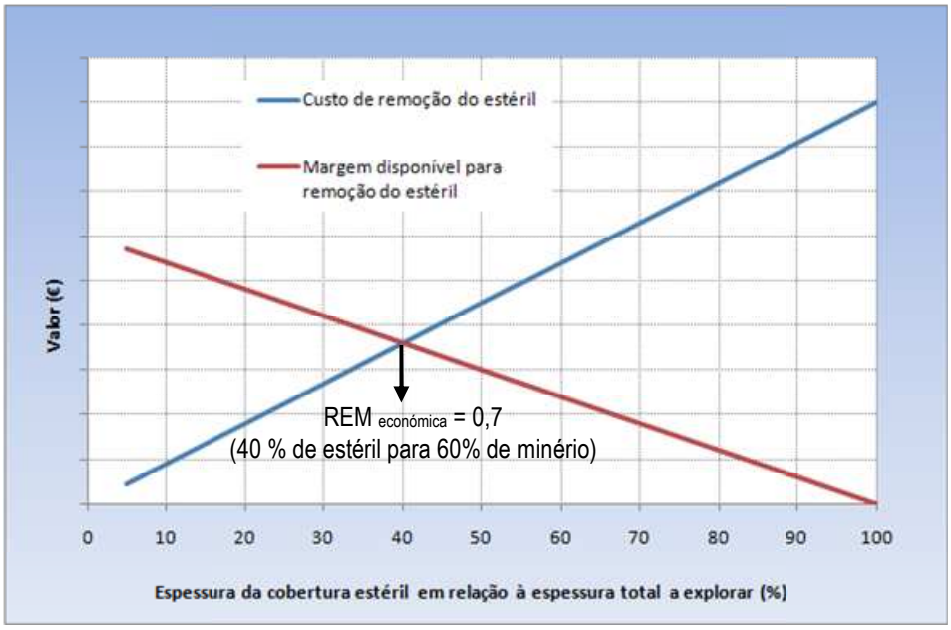


Figura 25 – Análise da espessura da cobertura de estéril máxima passível de extrair face à espessura da camada de calcário ornamental na AIE da Portela das Salgueiras.

Depois de obtidos os resultados da REM económica de cada AIE foi efetuado, no âmbito dos Projetos Integrados, um zonamento de acordo com a informação geológica e a REM económica. Neste contexto, apresenta-se nas figuras seguintes as zonas onde é viável a exploração de rocha ornamental (área com potencial minério), juntamente com a informação geológica sobre o recurso mineral (área com aptidão).

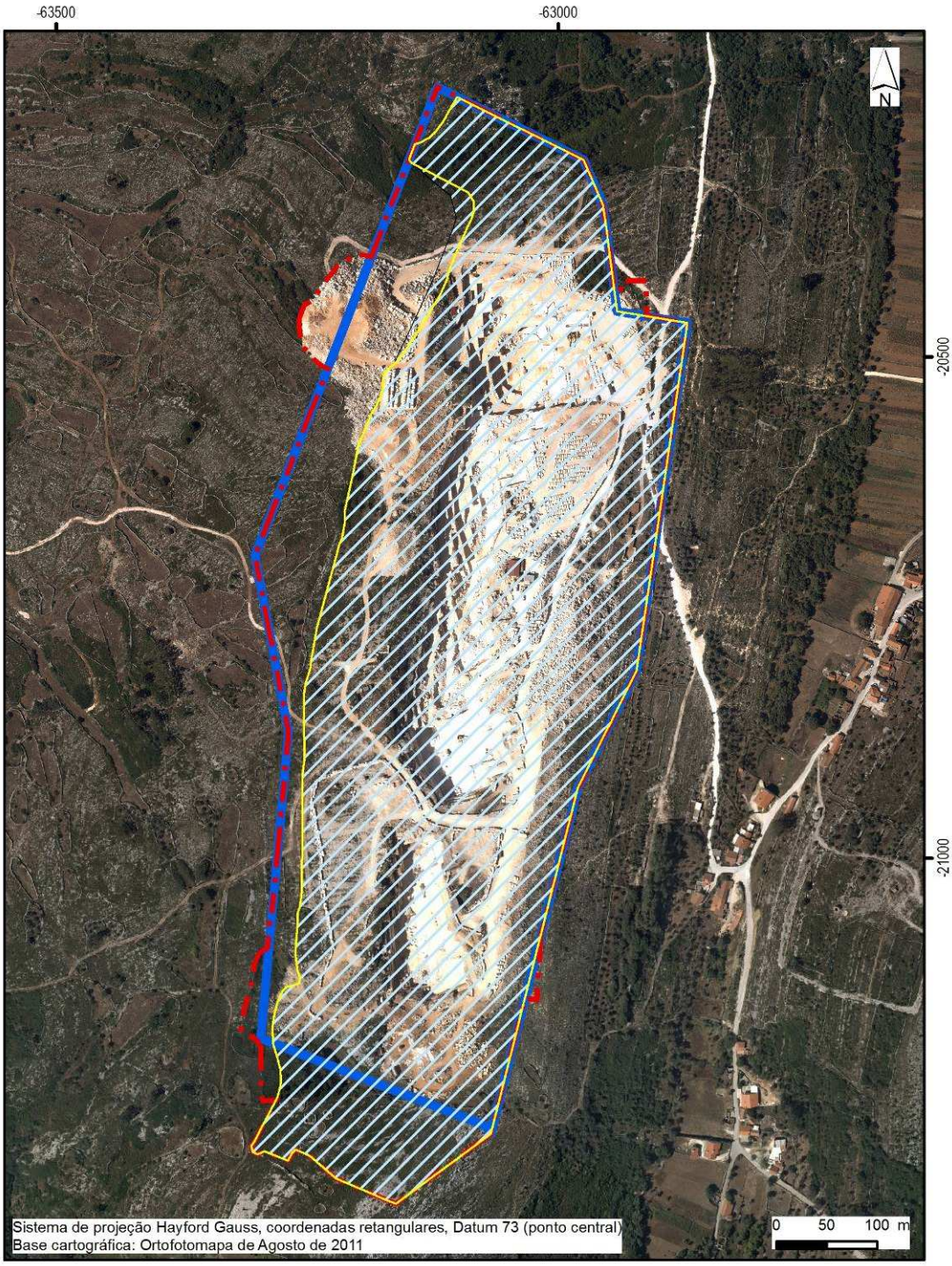


Figura 26 - Zonas onde é viável a exploração de rocha ornamental na área do Projeto Integrado da Cabeça Veada.

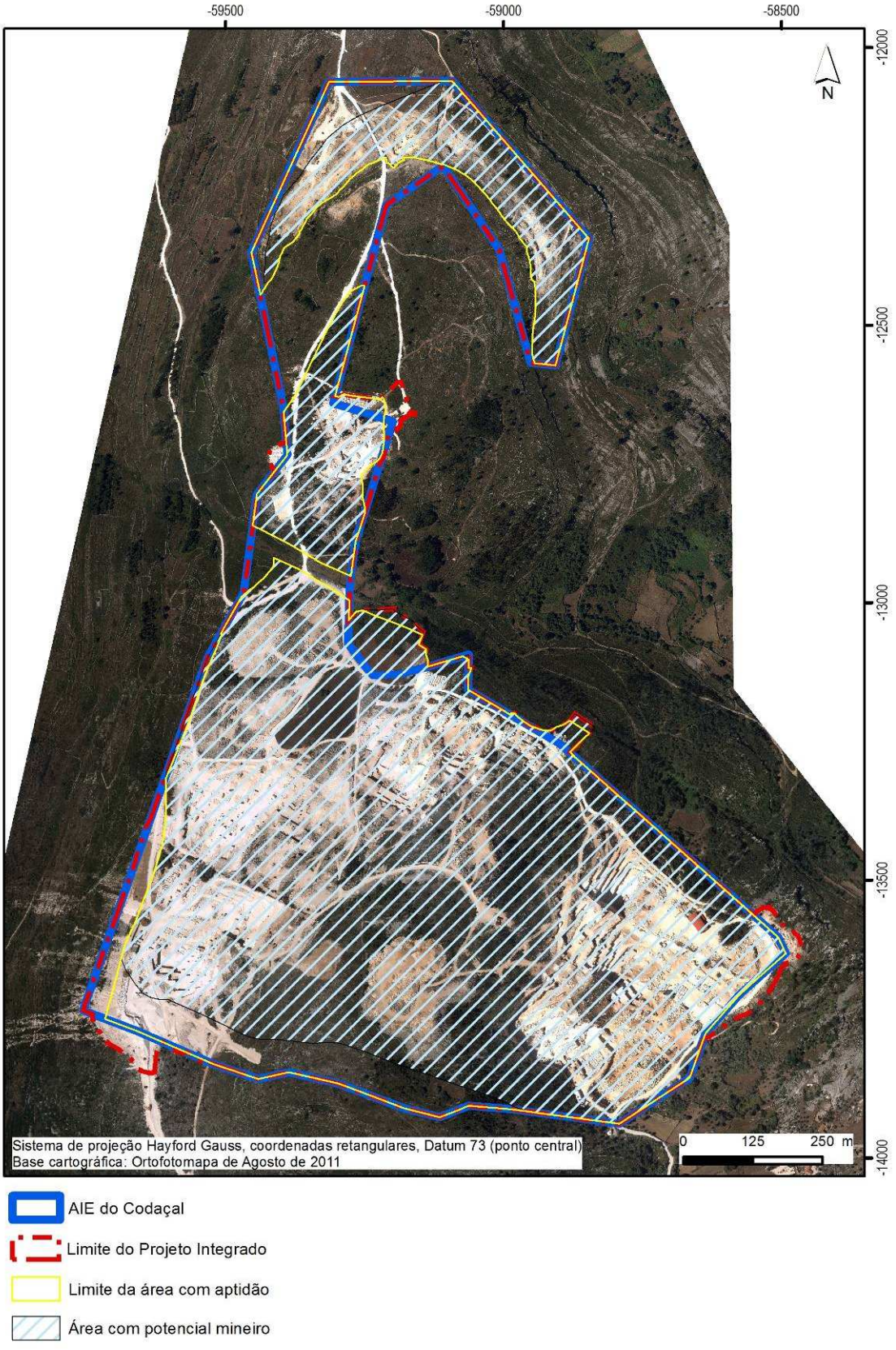


Figura 27 - Zonas onde é viável a exploração de rocha ornamental na área do Projeto Integrado do Codaçal.

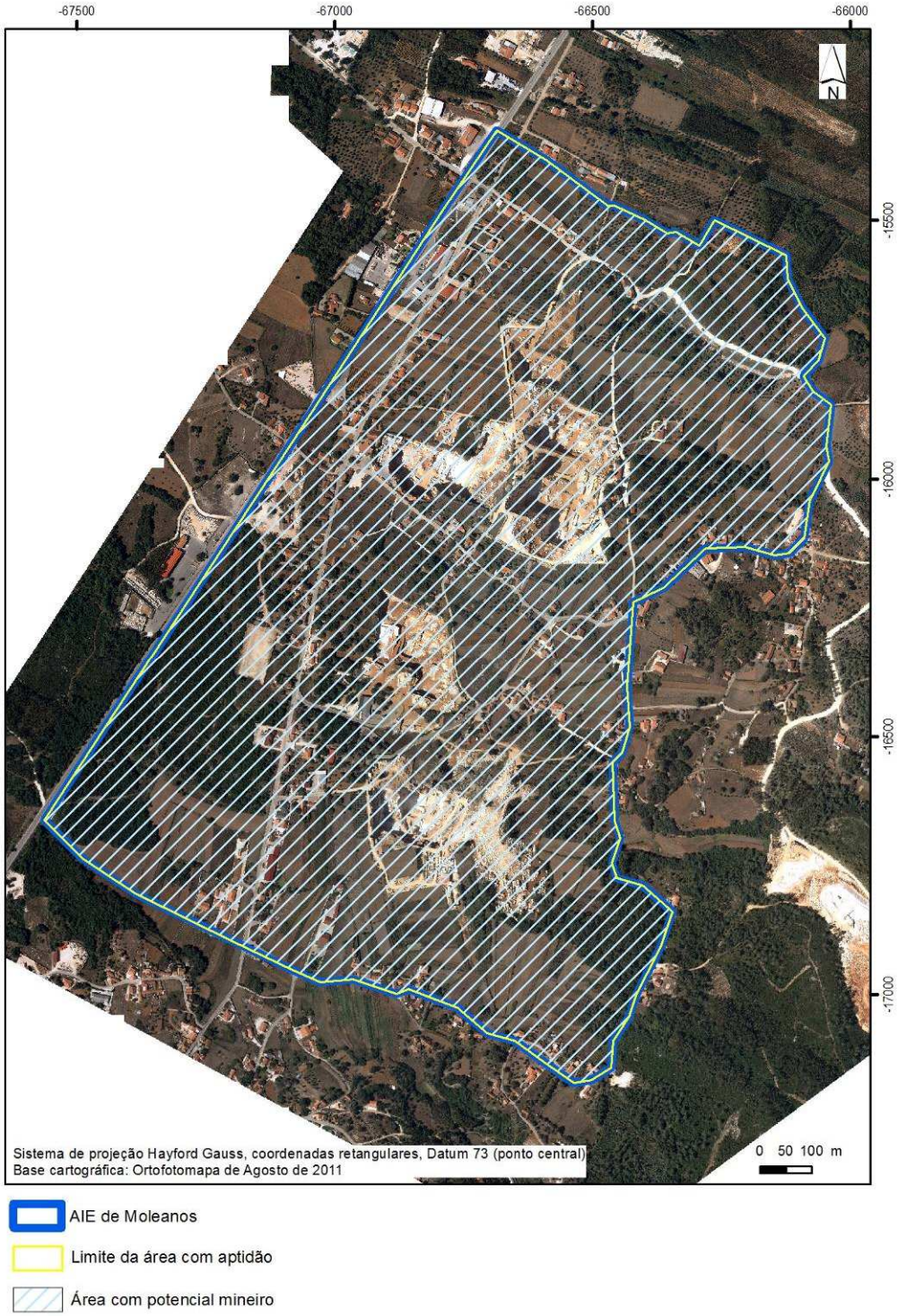


Figura 28 - Zonas onde é viável a exploração de rocha ornamental na AIE de Moleanos.

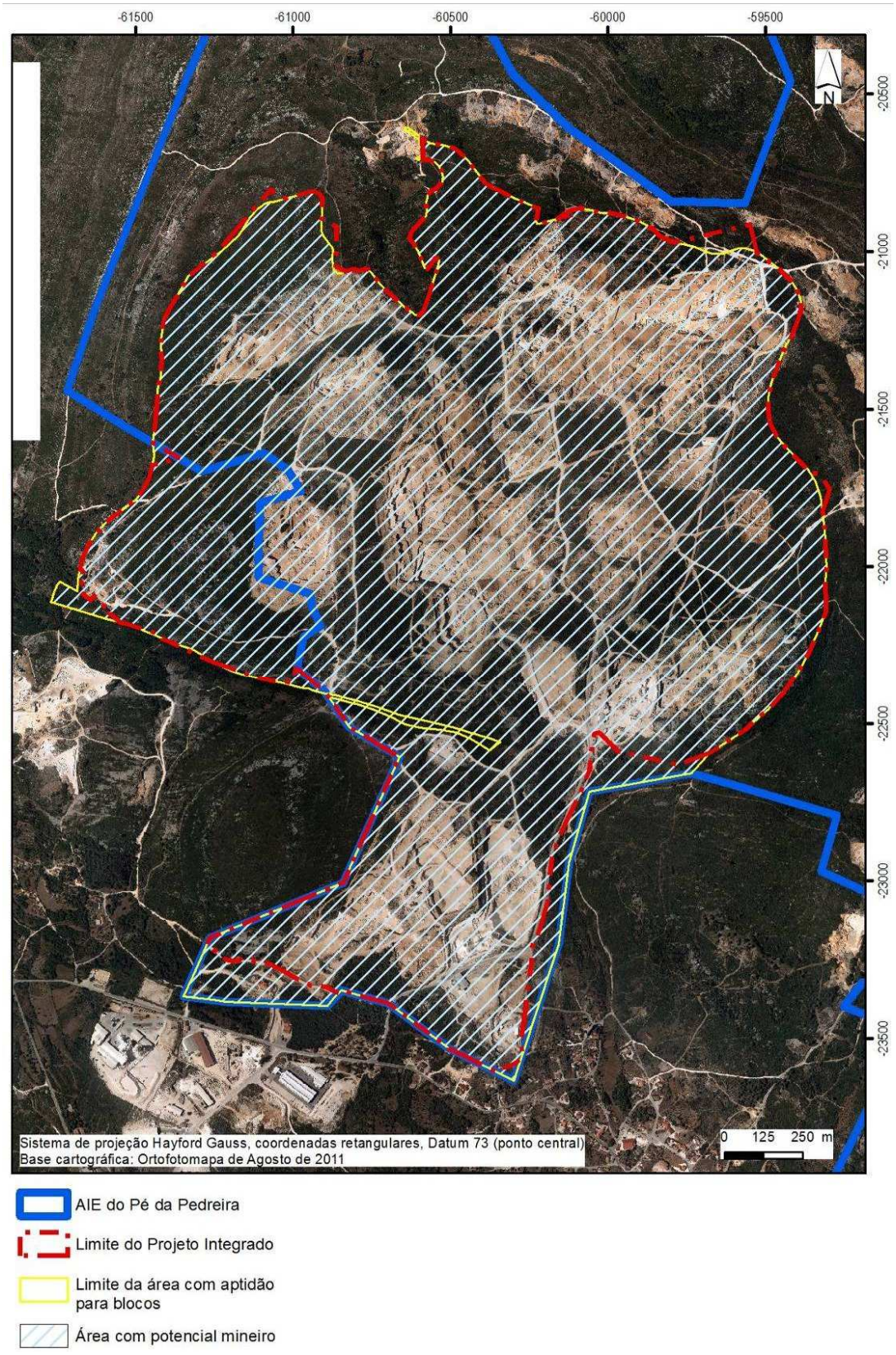


Figura 29 - Zonas onde é viável a exploração de rocha ornamental na área do Projeto Integrado do Pé da Pedreira.

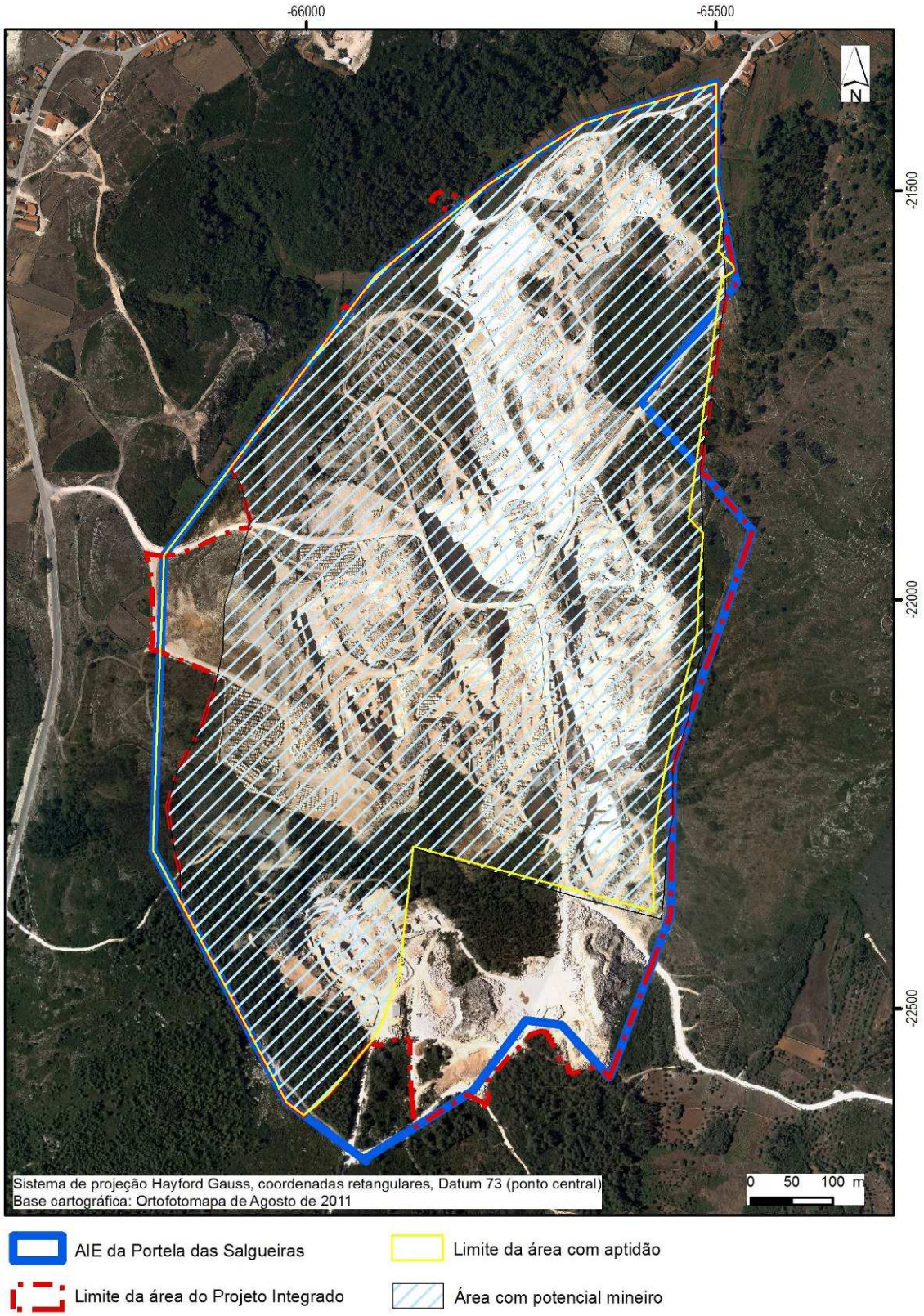


Figura 30 - Zonas onde é viável a exploração de rocha ornamental na área do Projeto Integrado da Portela das Salgueiras.

Para a elaboração dos Planos de Lavra de cada Projeto Integrado houve ainda que considerar os fatores ambientais e de ordenamento do território definidos em cada PIER e as questões de operacionalidade e aproveitamento racional do recurso mineral. Da combinação desses fatores com o que foi determinado para a REM económica foi elaborado um novo zonamento, onde foram definidas, entre outros, as áreas passíveis de exploração. As áreas resultantes dessa combinação de fatores são apresentadas nas figuras seguintes (correspondente a área de escavação), juntamente com a área do Projeto Integrado.

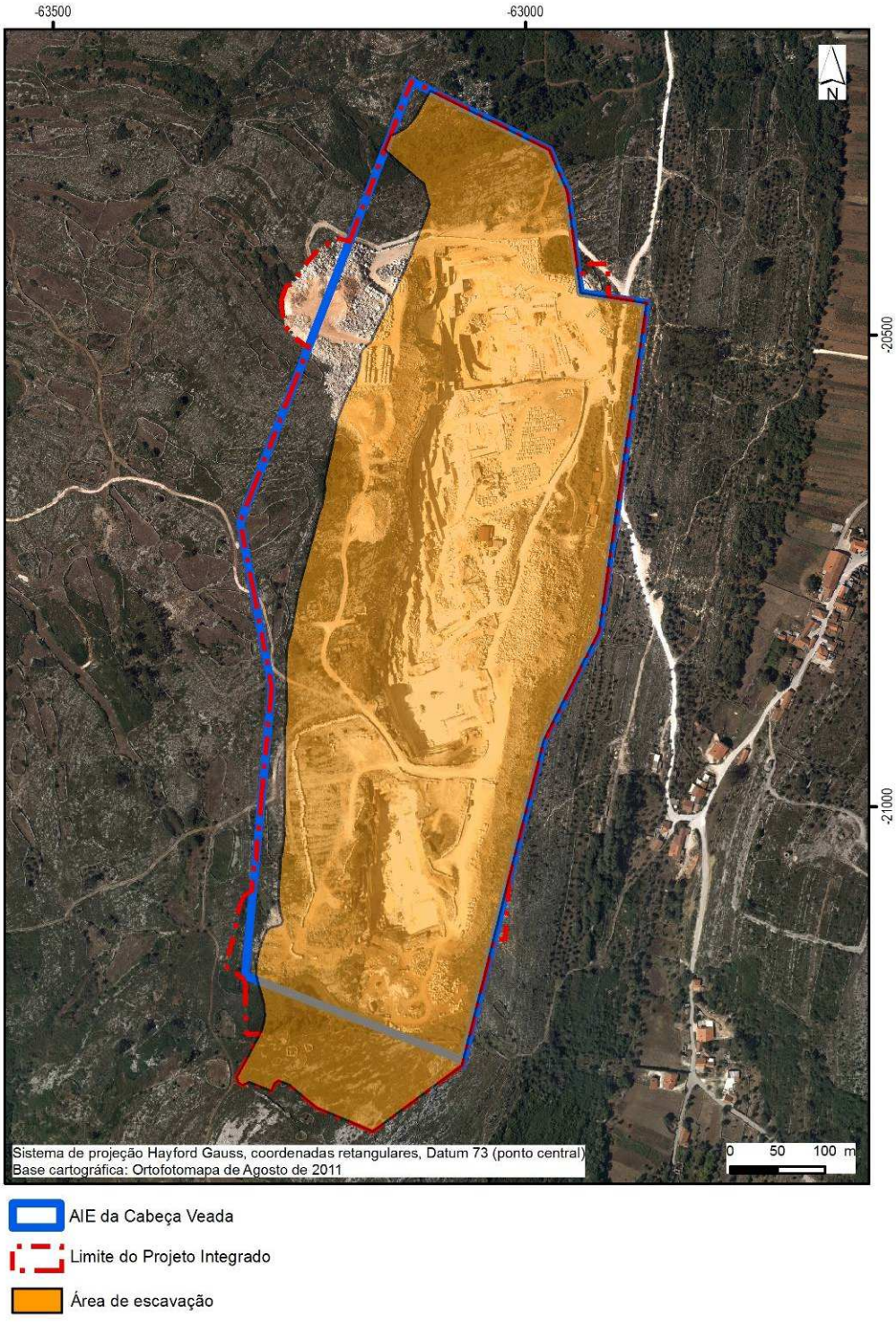


Figura 31 - Zonas passíveis de exploração na área do Projeto Integrado da Cabeça Veada.

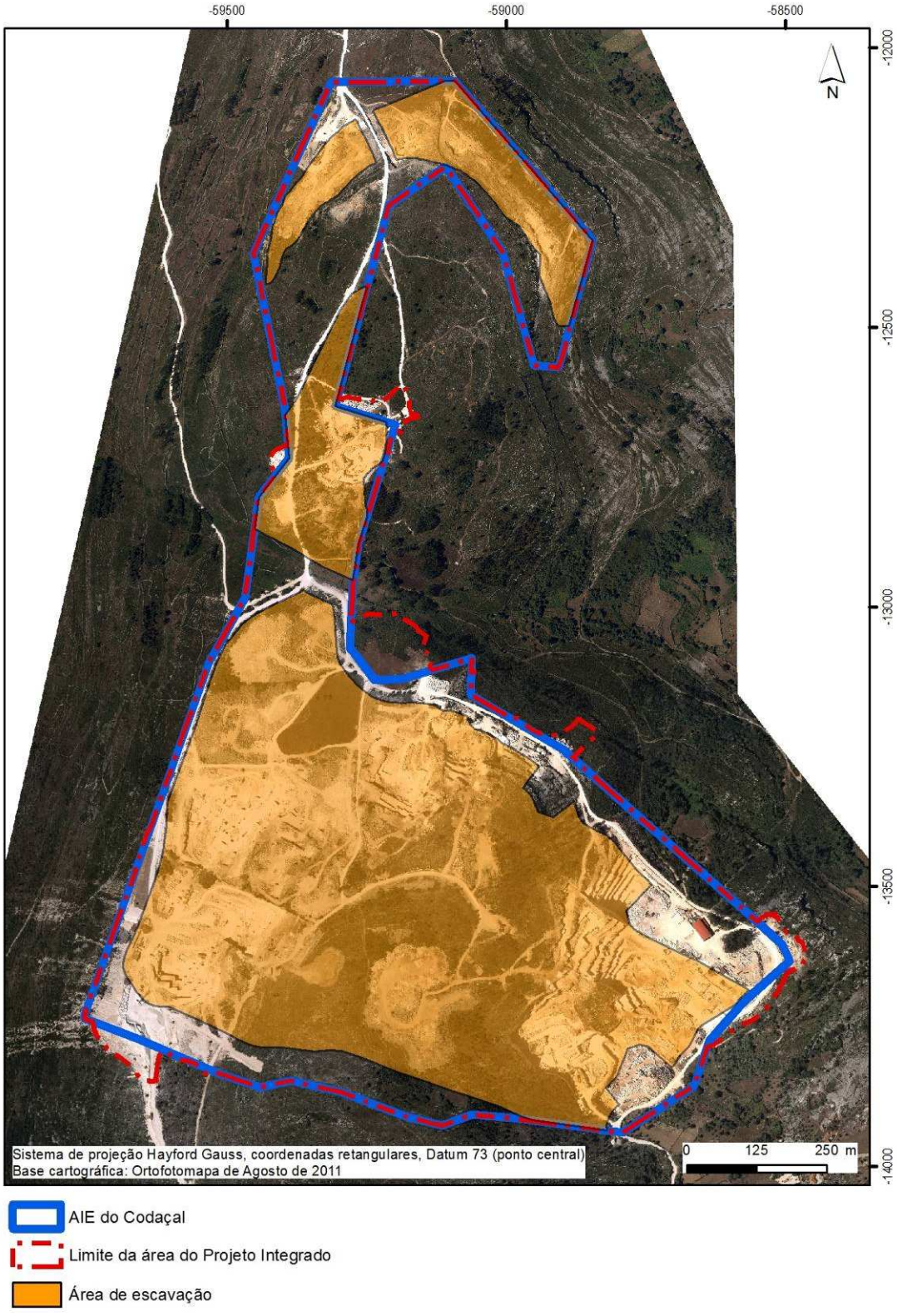


Figura 32 - Zonas passíveis de exploração na área do Projeto Integrado do Codaçal.

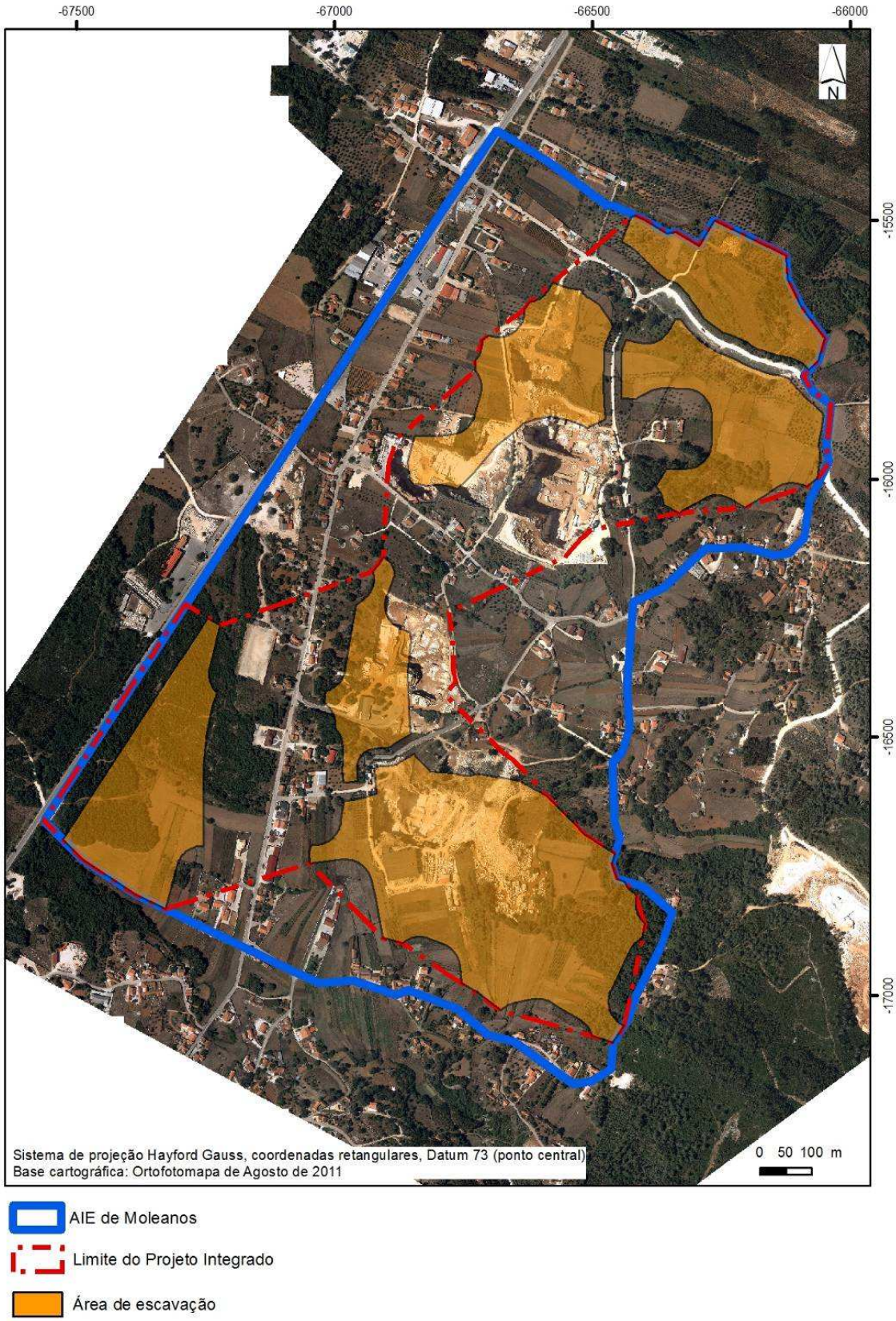


Figura 33 - Zonas passíveis de exploração na área do Projeto Integrado de Moleanos.

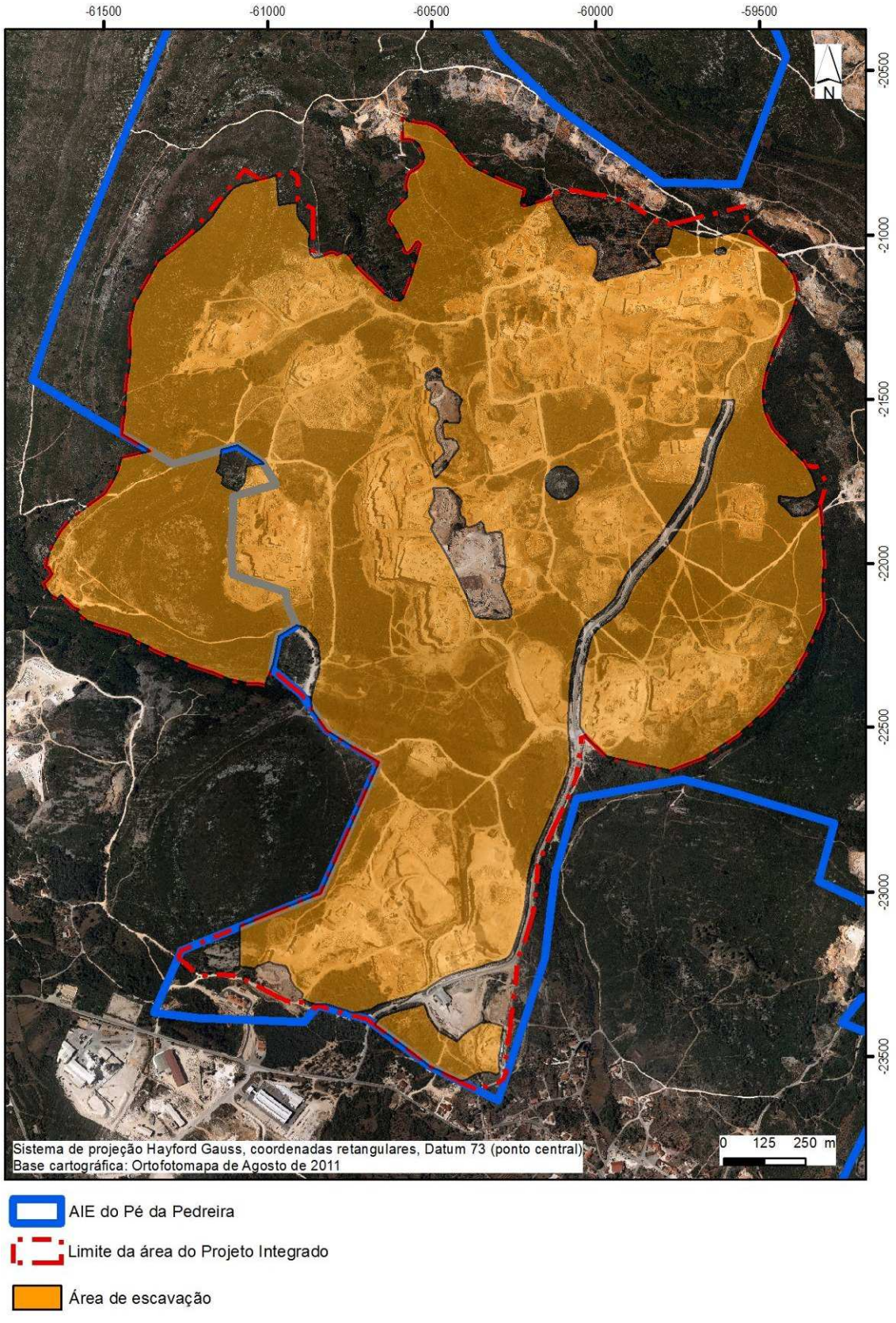


Figura 34 - Zonas passíveis de exploração na área do Projeto Integrado do Pé da Pedreira.

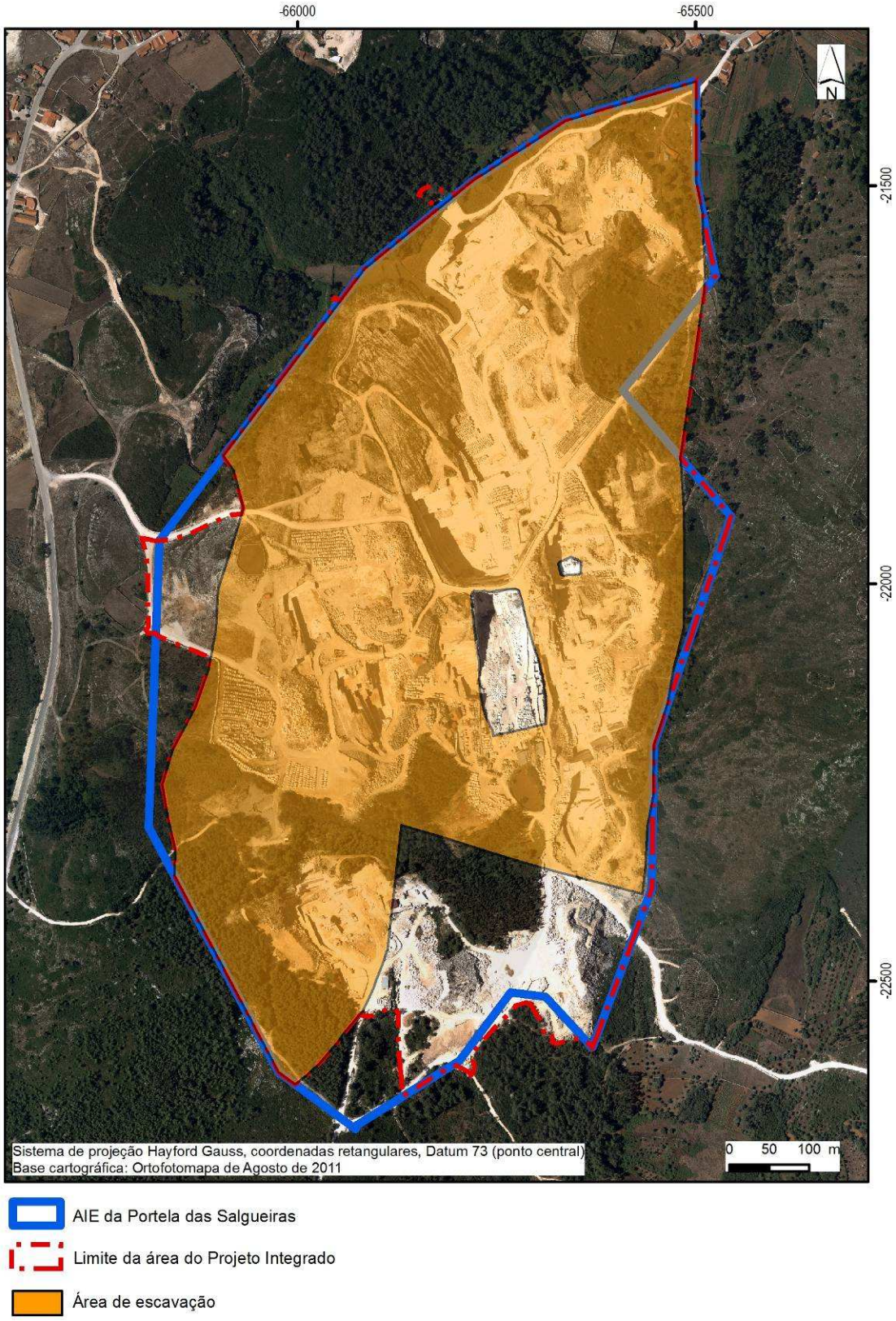


Figura 35 - Zonas passíveis de exploração na área do Projeto Integrado da Portela das Salgueiras.

Para cada uma dessas áreas de escavação foi elaborada a respetiva configuração final de escavação. Foram considerados os seguintes pressupostos:

- Bancadas verticais com 10 m de altura;
- Patamares com 3 m de largura;
- Rampas com 10 metros de largura e 6º de inclinação.

Conforme já referido, o desmonte da rocha ornamental propriamente dita é também gerador de resíduos de extração. De facto, o produto final é conseguido através de uma combinação de fatores estéticos, rede de fraturas e exploração que levam também à produção de resíduos de extração. Deste modo, considerou-se que o rendimento médio da rocha ornamental corresponde para cada AIE ao seguinte:

- AIE da Cabeça Veada: 45 %;
- AIE do Codaçal: 50 %;
- AIE de Moleanos: 50 %;
- AIE do Pé da Pedreira: 50 %;
- AIE da Portela das Salgueiras: 40 %;

Por último, refere-se que os resíduos de extração depois de explorados possuem um fator de empolamento de 1,25. Isto significa que cada m^3 de resíduos de extração produzido necessitará de 1,25 m^3 de espaço para ser armazenado.

8.2.1.2. Quantificação

A partir das configurações finais de escavação e do conhecimento geológico existente de cada AIE foi possível estimar a quantidade de resíduos que será produzida. Para o cálculo desse volume foram considerados três elementos base:

- O levantamento topográfico de cada AIE (cujos Modelos Digitais do Terreno se apresentam da Figura 36 à Figura 40);
- As configurações finais de escavação de cada Projeto Integrado que se apresentam da Figura 41 à Figura 45;
- A informação geológica produzida pelo LNEG e refletida no capítulo 7.1.

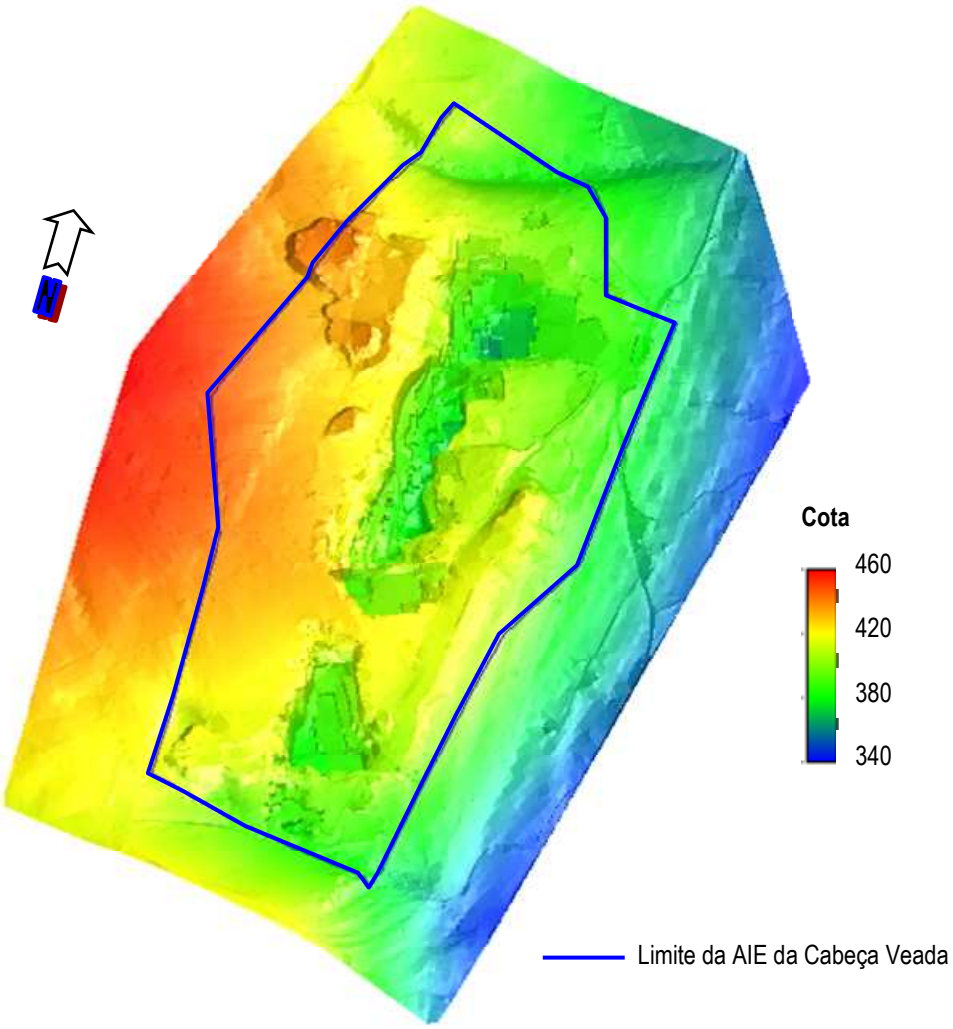


Figura 36 – Modelo Digital do Terreno da AIE da Cabeça Veada (perspetiva de Sul para Norte).

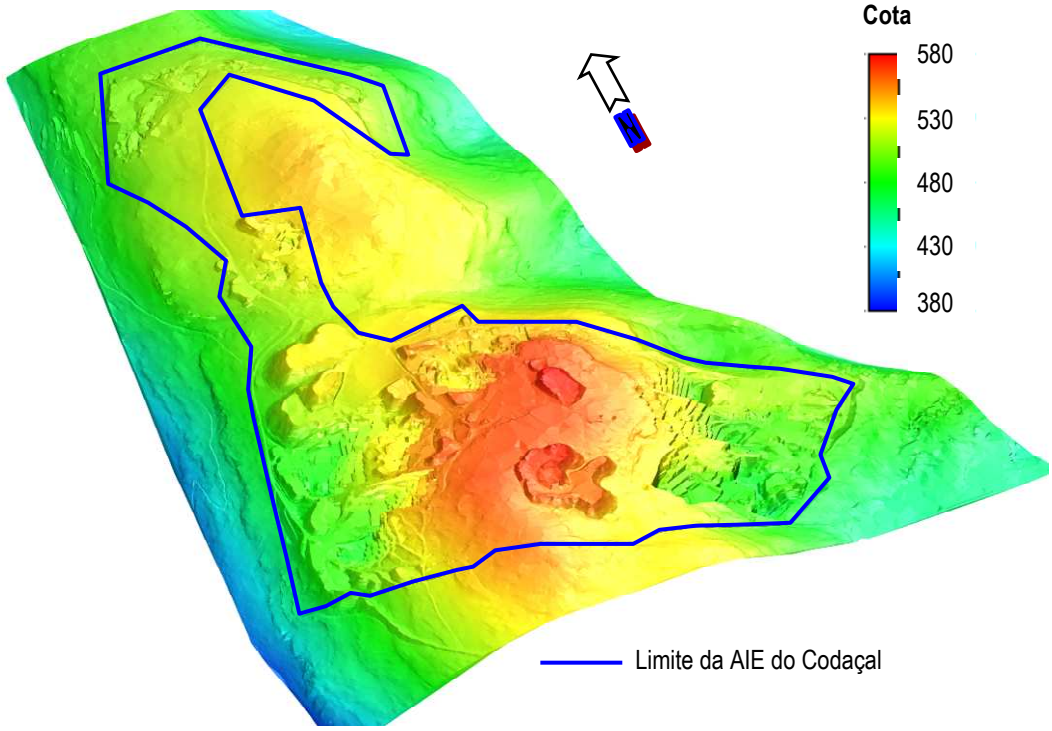


Figura 37 - Modelo Digital do Terreno da AIE do Codaçal (perspetiva de Sul para Norte).

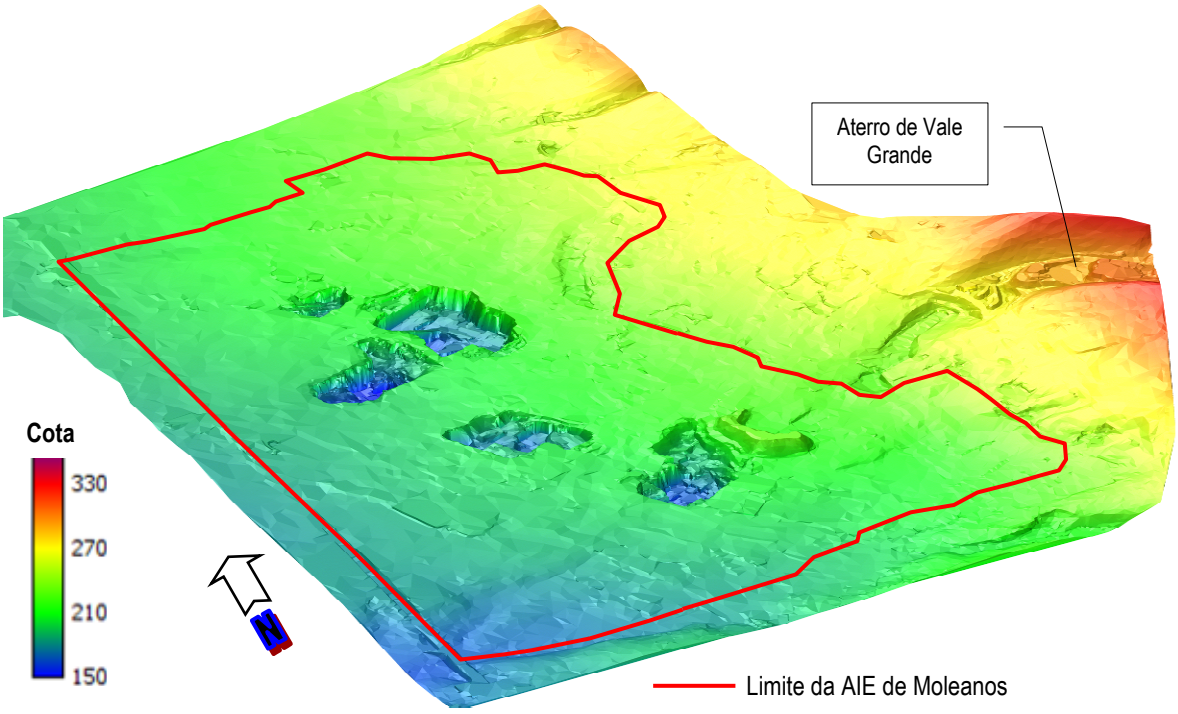


Figura 38 - Modelo Digital do Terreno da AIE de Moleanos (perspetiva de Sul para Norte).

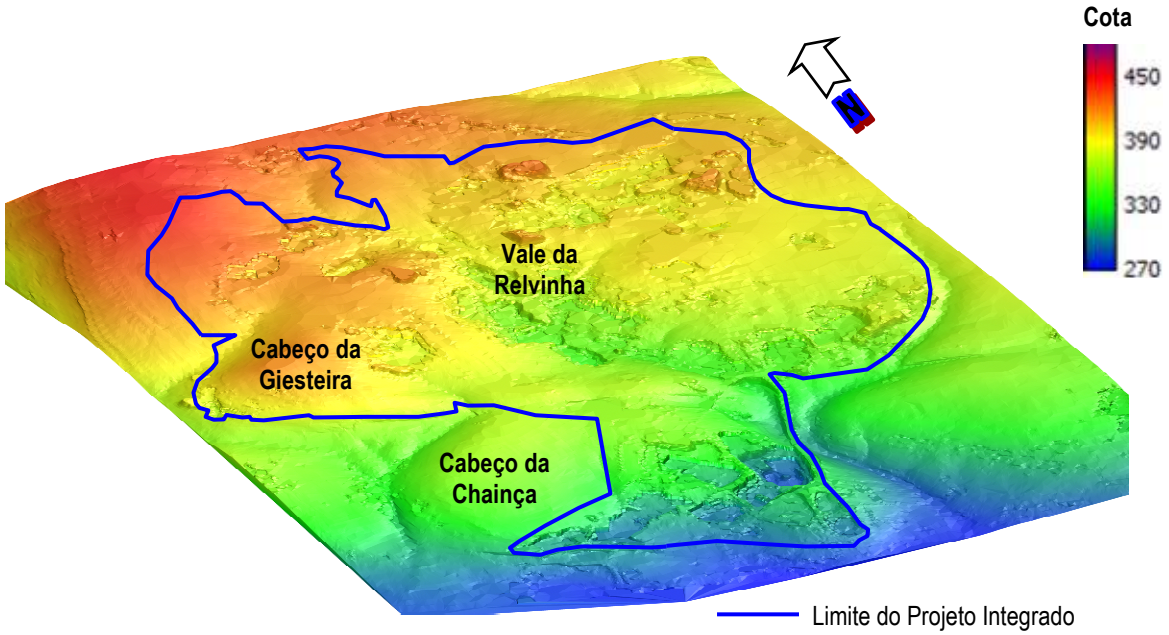


Figura 39 - Modelo Digital do Terreno da AIE do Pé da Pedreira (perspetiva de Sul para Norte).

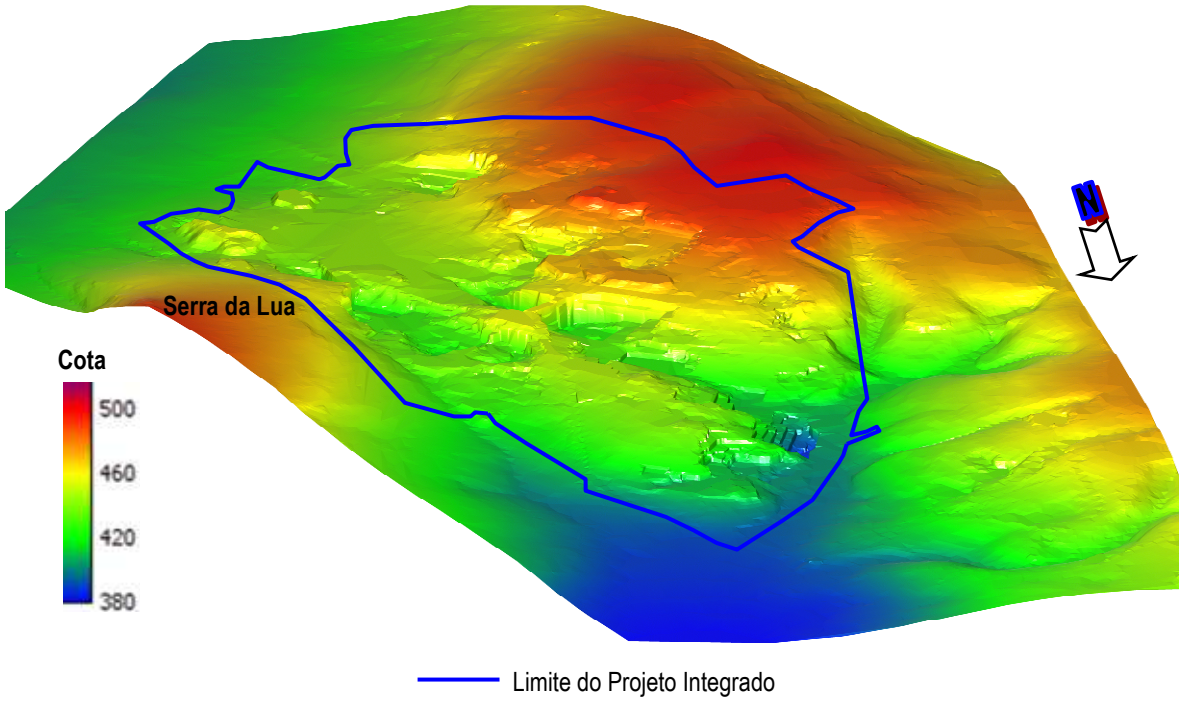


Figura 40 - Modelo Digital do Terreno da AIE da Portela das Salgueiras (perspetiva de Norte para Sul).

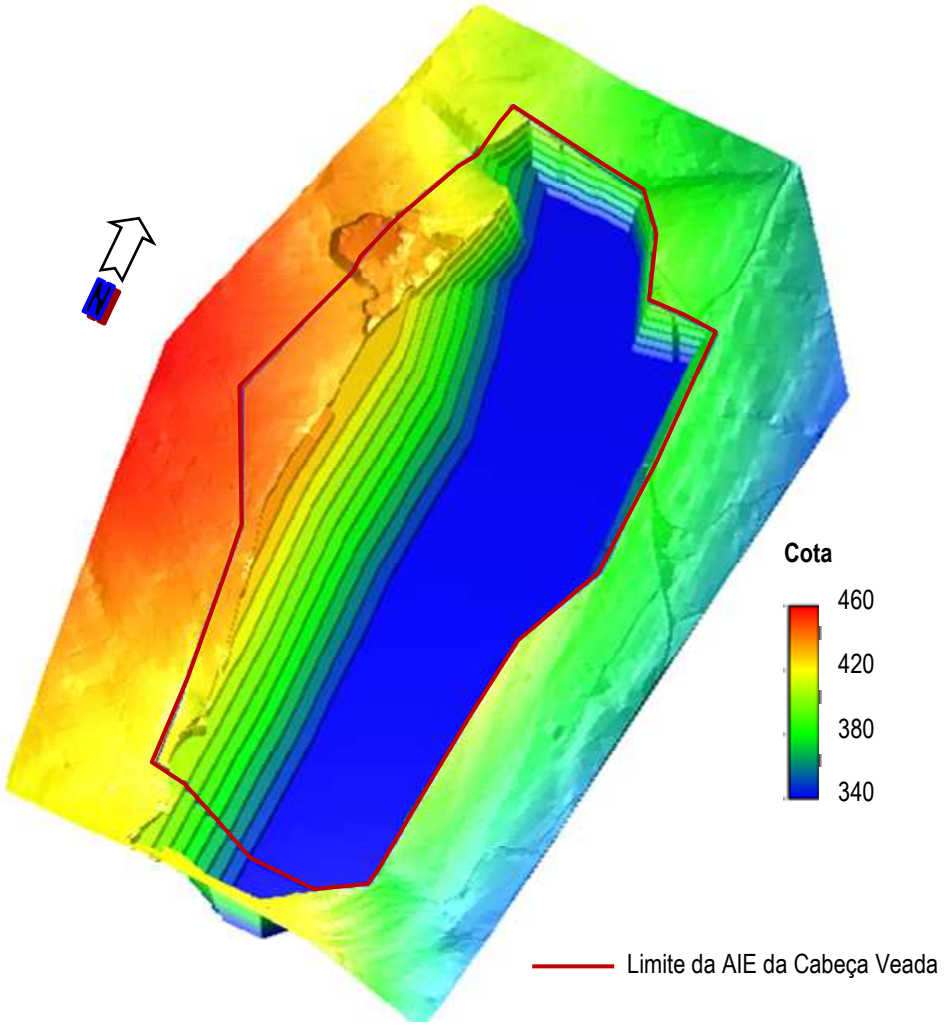


Figura 41 – Configuração final de escavação da AIE da Cabeça Veada (perspetiva de Sudeste para Noroeste).

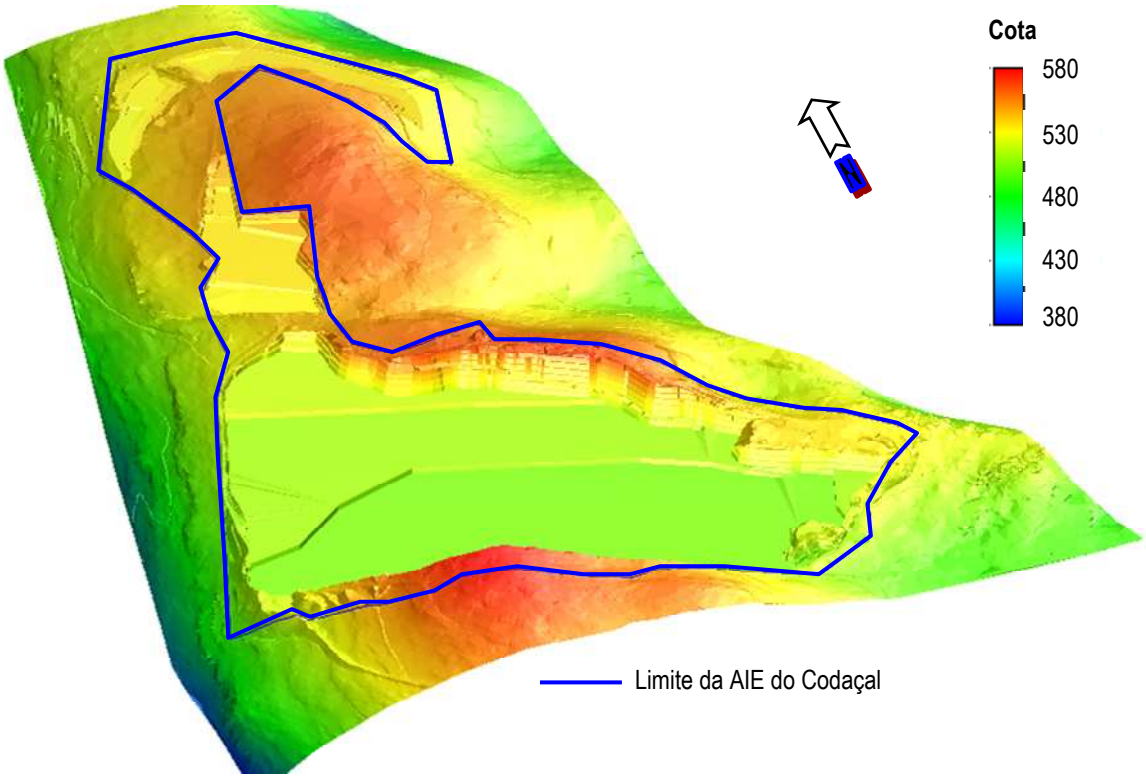


Figura 42 - Configuração final de escavação da AIE do Codaçal (perspetiva de Sudoeste para Nordeste).

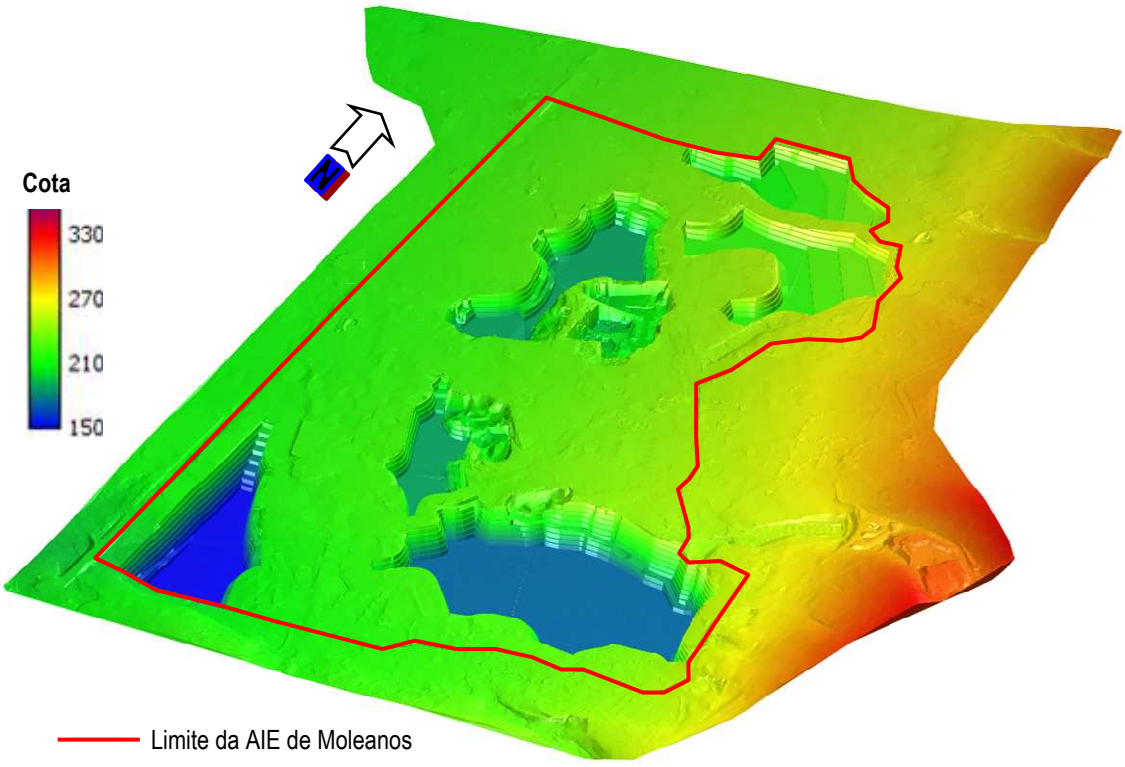


Figura 43 - Configuração final de escavação da AIE de Moleanos (perspetiva de Sudeste para Noroeste).

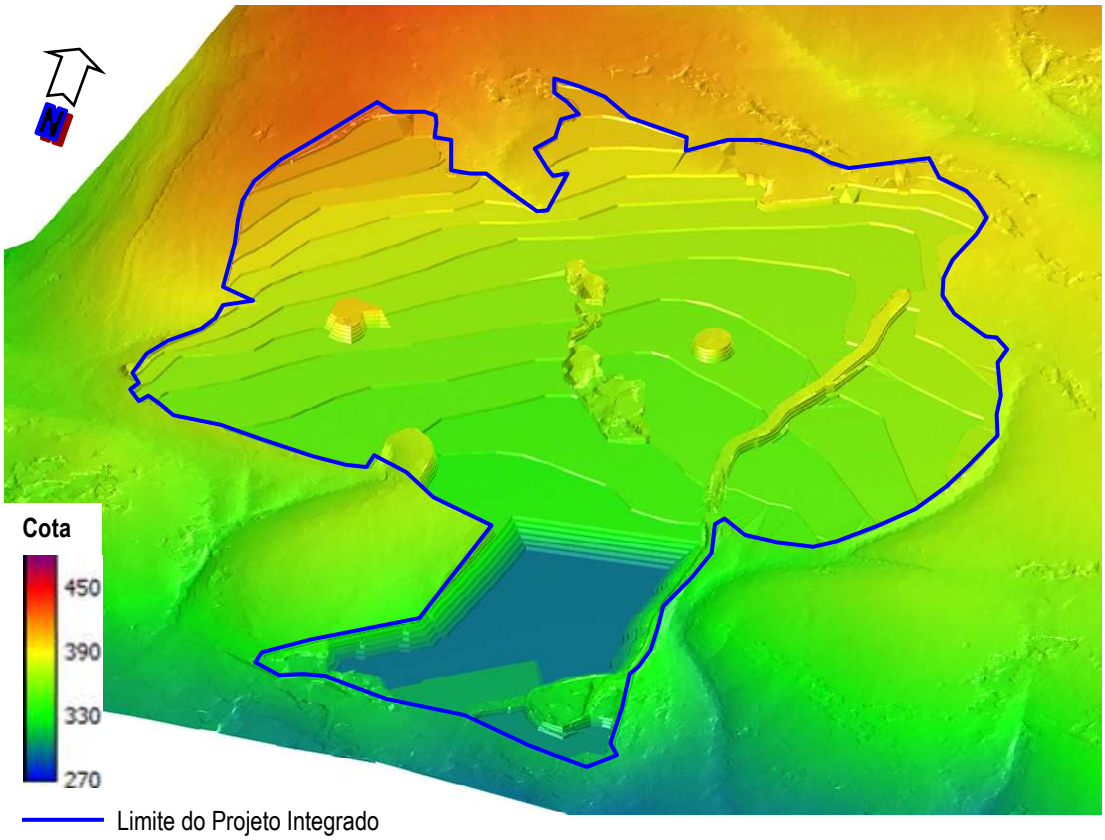


Figura 44 - Configuração final de escavação da AIE do Pé da Pedreira (perspetiva de Sudeste para Noroeste).

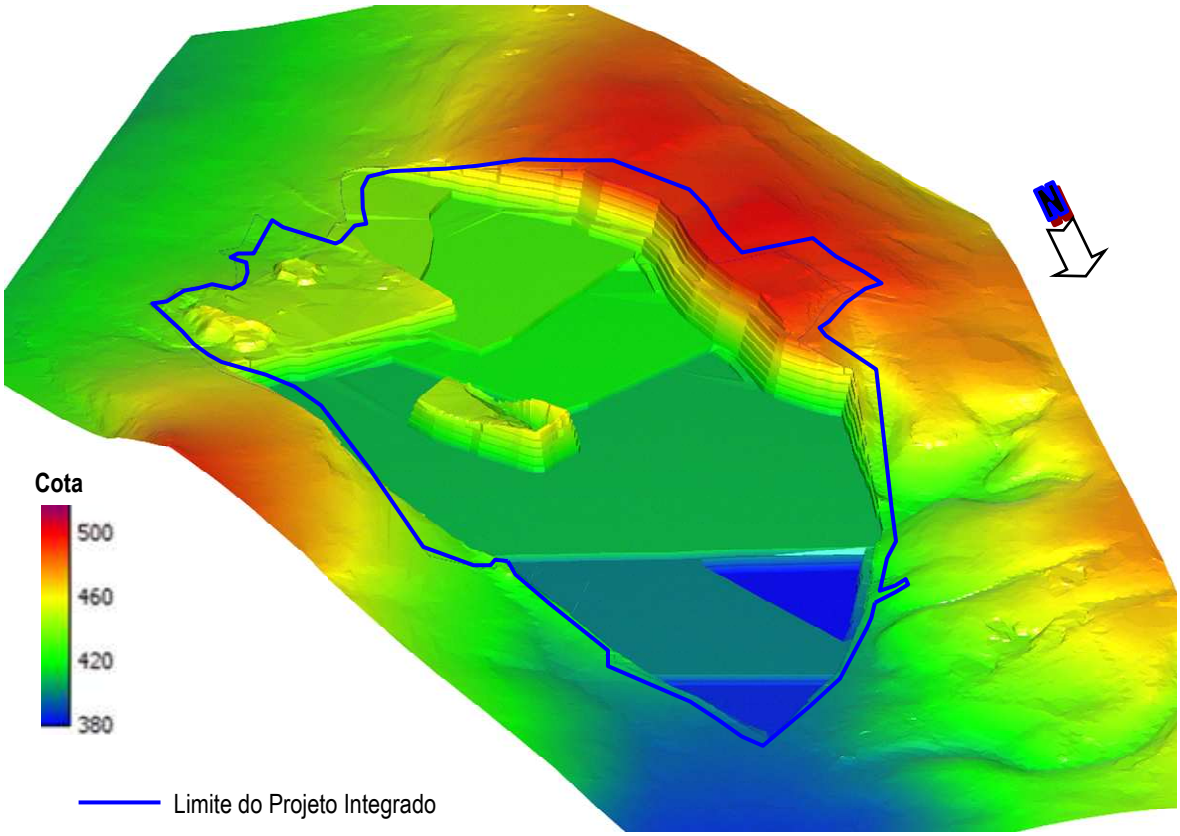


Figura 45 - Configuração final de escavação da AIE da Portela das Salgueiras (perspetiva de Nordeste para Sudoeste).

Para o cálculo dos resíduos de extração foi utlizado um modelo de blocos a partir do software Surpac V. 6.6 que permite o tratamento da informação geológica e mineira a 3D. Nesse diagrama de blocos foram definidos para o atributo denominado "geologia" a rocha ornamental, as rochas sem aptidão ornamental e as escombreiras. No cálculo foram considerados apenas os blocos que se encontram entre a topografia atual e as respetivas configurações finais de escavação, que correspondem ao volume total de material a explorar (estéreis e rocha ornamental). Assim, considerando os pressupostos enunciados anteriormente e o que se encontra definido nos respetivos Planos de Lavra de cada Projeto Integrado, foram estimados cerca de 84 672 840 m^3 de rocha ornamental e cerca de 32 761 800 t de calcário industrial (para cal) a explorar. Considerando os rendimentos para cada um dos recursos minerais (blocos, lajes e cal) estima-se que sejam produzidos cerca de 69 462 980 m^3 de resíduos de extração, a que acrescem os 4 788 040 m^3 de resíduos já existentes em escombreiras conforme apresentado no Quadro 23.

Deste modo, e considerando as soluções de lavra definidas em cada Projeto Integrado, estima-se que seja necessário proceder à gestão de cerca de 118 milhões de m^3 de resíduos de extração nas 5 AIE (considerando os resíduos já existentes em escombreiras, os resíduos a produzir e o fator de empolamento). É sobre este volume de resíduos que este PGRE pretende definir as regras de gestão.

Quadro 23 – Cálculo de reservas realizado em cada Projeto Integrado.

PARÂMETRO	CABEÇA VEADA	CODAÇAL[103]	MOLEANOS	PÉ DA PEDREIRA[104]	PORTELA DAS SALGUEIRAS	TOTAL
Reservas brutas [m³]	13 266 300	30 983 240	22 956 700	69 001 700 (Blocos) 32 761 800 t (Cal)	17 466 600	153 674 540 (Blocos) 32 761 800 t (Cal)
Rendimento	45 %	50 % (Blocos) 10% (Lajes)	50 %	50 % (Blocos) 95% (Cal)	40 %	-
Reservas úteis [m³]	5 350 400	12 881 010	9 168 750	29 766 700 (Blocos) 31 123 700 t (Cal)	6 599 700	63 766 560 (Blocos) 31 123 700 t (Cal)
Resíduos de extração a produzir[105] [m³]	9 894 900	22 456 400	17 234 900	49 896 850	13 583 600	113 066 650
Volume de resíduos de extração existente em escombreira [m³]	252 700	898 940	95 700	3 402 000[106]	138 700	4 788 040
Volume total dos resíduos de extração [m³][107]	**10 147 600**	**23 355 340**	**17 330 600**	**53 298 850[108]**	**13 722 300**	**117 854 690**

[103] Inclui o cálculo de reservas para blocos e para laje.
[104] Inclui o cálculo de reservas para blocos e para industrial (cal).
[105] Com empolamento de 1,25
[106] Inclui as escombreiras das pedreiras de calçada.
[107] Com empolamento de 1,25. Inclui os materiais sem aptidão ornamental e os resíduos a produzir para a produção da rocha ornamental.
[108] Exclui o volume de resíduos de extração a produzir nas pedreiras de calçada que se desconhece o seu valor pelo facto de estas não se encontrarem abrangidas pelo Projeto Integrado da área do Pé da Pedreira.

8.2.2. Princípio da hierarquia dos resíduos

O princípio da hierarquia dos resíduos encontra-se definido no artigo 7.º do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, e refere que "*(…) A política e a legislação em matéria de resíduos devem respeitar a seguinte ordem de prioridades no que se refere às opções de prevenção e gestão de resíduos:*

- *Prevenção e redução;*
- *Preparação para a reutilização;*
- *Reciclagem;*
- *Outros tipos de valorização;*
- *Eliminação. (…)*".

A prevenção é definida na alínea *x)*, do artigo 3.º, do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, como sendo "*(…) a adoção de medidas antes de uma substância, material ou produto assumir a natureza de resíduo, destinadas a reduzir:*

- *i) A quantidade de resíduos produzidos, designadamente através da reutilização de produtos ou do prolongamento do tempo de vida dos produtos*;
- *ii) Os impactes adversos no ambiente e na saúde humana resultantes dos resíduos produzidos*; ou
- *iii) O teor de substâncias nocivas presentes nos materiais e nos produtos (…)*".

A este respeito refere-se no artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro, que "*A exploração de depósitos minerais e de massas minerais deve, sempre que possível, evitar e reduzir a produção de resíduos, de modo a minimizar o seu carácter nocivo, e reduzir os riscos para a saúde humana e para o ambiente, utilizando, para o efeito, processos ou métodos insuscetíveis de gerar efeitos adversos sobre o ambiente, nomeadamente na criação de perigos para a água, o ar, o solo, a fauna e a flora, perturbações sonoras ou odoríficas ou de danos em quaisquer locais de interesse e na paisagem*".

Será assim fundamental que as empresas centrem os seus esforços na prevenção e na redução da produção de resíduos mineiros. No entanto, a produção dos resíduos de extração em pedreiras de rocha ornamental está mais dependente, como se referiu, de aspetos texturais e cromáticos da matéria-prima do que propriamente com processos de produção. Ou seja, o simples facto de nem todas as rochas possuírem aptidão ornamental determina, desde logo, que a sua remoção para aceder ao recurso mineral leve à produção de resíduos de extração. Assim, a principal medida de compensação desta especificidade do setor, será a valorização/utilização dos resíduos de extração como matéria-prima noutras indústrias, podendo esses materiais, eventualmente, passar a assumir a condição de subprodutos.

Refere, ainda, o artigo 5.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro, como princípios da gestão dos resíduos que "*os resíduos de extração devem ser geridos sem pôr em perigo a saúde humana e sem utilizar processos ou métodos suscetíveis*

de agredir o ambiente, em especial sem criar riscos para os componentes ambientais naturais e humanos, garantindo a sua estabilidade física, evitando a contaminação do solo e a poluição do ar, das águas superficiais e das águas subterrâneas, tanto no curto como no longo prazo, e minimizando, tanto quanto possível, os impactos na paisagem".

A este nível, e atendendo ao carácter inerte que os resíduos de extração apresentam, não serão de prever impactes significativos sobre os solos, a qualidade do ar ou a qualidade das águas. Os impactes mais significativos serão induzidos ao nível da paisagem, devido à alteração significativa que ocorre como resultado da exploração nas pedreiras e ao armazenamento dos resíduos de extração em escombreiras. Ainda assim, a gestão dos resíduos de extração deverá obedecer às regras definidas neste PGRE, para que esses impactes possam ser minimizados.

8.2.3. Operações de gestão

8.2.3.1. Recolha

A recolha é uma operação que se pode confundir facilmente com o ato de produção dos resíduos. No caso dos materiais que não possuem aptidão como recurso mineral, a sua exploração levará à produção de resíduos de extração no momento em que são extraídos da frente de desmonte. A recolha consistirá na remoção desses materiais para aceder ao recurso mineral, o que de facto configura uma operação mineira de remoção. A recolha poderá ocorrer com o encaminhamento direto para uma operação de valorização ou de eliminação ou para constituição de um depósito temporário ainda sem destino definido.

No caso dos resíduos de extração que são produzidos nas operações de transformação da rocha ornamental, como sejam o esquartejamento, o esquadriamento ou corte e serragem de pedra, a recolha ocorre também como uma operação de remoção dos resíduos produzidos. Nesse caso, a remoção terá como objetivo a limpeza das zonas de trabalho e o encaminhamento desses resíduos para uma operação de valorização ou de eliminação ou para constituição de um depósito temporário ainda sem destino definido.

8.2.3.2. Armazenagem

A armazenagem é entendida como o ato de armazenar temporariamente os resíduos de extração antes do seu encaminhamento para destino final. Essa armazenagem é feita em pequenos depósitos temporários que são constituídos junto às frentes de desmonte ou junto às zonas de trabalho nas operações de transformação da pedra. Esses depósitos temporários são posteriormente encaminhados para uma operação de valorização ou de eliminação.

8.2.3.3. Tratamento

O tratamento é a operação que resulta da transformação dos resíduos de extração para que possam ser utilizados numa das seguintes finalidades:

- Para valorização na recuperação paisagística das pedreiras;
- Como matéria-prima noutra indústria;
- Para eliminação em escombreira (devendo esta operação ocorrer apenas se não for técnica ou economicamente viável nenhuma das operações de valorização anteriores).

O tratamento admitido neste PGRE considera apenas a fragmentação e a crivagem dos materiais. A fragmentação consiste na redução do tamanho dos blocos para permitir o seu transporte. A crivagem consistirá na separação das diversas granulometrias de materiais para permitir a sua aplicação noutras indústrias. Refere-se que tanto a fragmentação como a crivagem são operações desenvolvidas para a produção de agregados e nessas circunstâncias já não são entendidas como operações de gestão de resíduos, mas como atividades produtivas. De referir que a crivagem será uma operação importante para assegurar a retirada dos materiais finos e terras, que podem contribuir para a regeneração dos solos no âmbito do processo de recuperação paisagística.

8.2.3.4. Valorização

A valorização dos resíduos de extração pode envolver duas formas distintas:

- Na recuperação paisagística das pedreiras, que será feita através da utilização desses materiais nas operações de modelação topográfica com o objetivo de proceder ao enquadramento morfológico com a envolvente; ou
- Pela aplicação noutras indústrias, como matéria-prima, podendo neste caso, cumpridos os pressupostos legais, ser considerados como subprodutos, como adiante se demonstra.

Subprodutos

A definição de resíduos estabelecida na alínea *ee)* do artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho, refere que uma determinada substância apenas se torna resíduo se "*(…) o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer*".

Refere ainda, no seu artigo 44-A que "*podem ser considerados subprodutos e não resíduos quaisquer substâncias ou objetos resultantes de um processo produtivo cujo principal objetivo não seja a sua produção quando verificadas as seguintes condições:*

a) Existir a certeza de posterior utilização da substância ou objeto;

b) A substância ou objeto poder ser utilizado diretamente, sem qualquer outro processamento que não seja o da prática industrial normal;

c) A produção da substância ou objeto ser parte integrante de um processo produtivo; e

d) A substância ou objeto cumprir os requisitos relevantes como produto em matéria ambiental e de proteção da saúde e não acarretar impactes globalmente adversos do ponto de vista ambiental ou da saúde humana, face à posterior utilização específica. (…)".

No caso dos resíduos de extração, a dificuldade em distinguir resíduos de subprodutos prende-se, desde logo, com o facto de existirem materiais que, sendo extraídos mas não aproveitados como rocha ornamental, acabam por ser valorizados noutros processos. De facto, esses materiais são considerados resíduos na atividade de produção de rocha ornamental (pela sua fraca ou inexistente aptidão ornamental), mas podem ser considerados subprodutos do objetivo principal da produção (a rocha ornamental) quando encaminhados para a produção de agregados, indústria de cal ou qualquer outra indústria que os receba como matéria-prima.

Parecem também estar verificados os critérios estabelecidos pelo artigo 44-B do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho,

que "*(…) o fim do estatuto de resíduo pode aplicar-se a determinados resíduos quando tenham sido submetidos a uma operação de valorização, incluindo a reciclagem, e satisfaçam critérios específicos a estabelecer nos termos das seguintes condições:*

a) a substância ou objeto ser habitualmente utilizado para fins específicos;

b) Existir um mercado ou procura para essa substância ou objeto;

c) A substância ou objeto satisfazer os requisitos técnicos para os fins específicos e respeitar a legislação e as normas aplicáveis aos produtos; e

d) A utilização da substância ou objeto não acarretar impactes globalmente adversos do ponto de vista ambiental ou da saúde humana."

Assim, os materiais que forem alvo de valorização noutras atividades, para além da recuperação paisagística, quer sejam resíduos de extração a produzir quer sejam resíduos de extração depositados em escombreiras, poderão aparentemente ser considerados subprodutos, pelo que se considerou neste PGRE a hipótese de aplicar esse conceito nos seguintes casos:

- Nos estéreis de exploração produzidos nas frentes de desmonte ou nas operações de tratamento do recurso mineral que possuam características para serem valorizados como matéria-prima noutras indústrias; e
- Nos estéreis de exploração já existentes em escombreiras ou que venham a ser depositados em escombreiras e que, pelas suas características, possam também ser valorizados como matéria-prima noutras indústrias.

Por outro lado, os materiais que forem eliminados em escombreiras ou valorizados na recuperação paisagística de pedreiras serão tratados como resíduos de extração.

Em qualquer das situações a sua gestão é enquadrada neste PGRE.

8.2.3.5. Eliminação

A eliminação é uma operação que se restringe à deposição definitiva em escombreira. Um dos objetivos a alcançar com este PGRE será reduzir e, se possível, eliminar, as escombreiras existentes, quer através da sua remoção para exploração do recurso mineral quer para integração na recuperação paisagística das pedreiras. Contudo, a exploração do recurso mineral será desenvolvida em várias pedreiras e por várias empresas, à semelhança do que ocorre atualmente, pelo que será de admitir a criação de escombreiras no decorrer da exploração. Deste modo, qualquer depósito de resíduos de extração em escombreiras que não venha a ser referido, no respetivo Plano de Pedreira, como sendo para posterior valorização, será entendido como uma operação de eliminação. Ainda assim, as escombreiras nessas circunstâncias poderão ser alvo de valorização, em fase posterior, sempre que se verifique a viabilidade de retoma da exploração por qualquer outra empresa que o pretenda efetuar. Nesse caso, a valorização dessas escombreiras deverá estar prevista no respetivo Plano de Pedreira. Todas as escombreiras deverão ser alvo de integração paisagística que deverá ocorrer no âmbito do Plano de Pedreira ou no âmbito de uma instalação de resíduos nos termos do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 3 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro.

Como princípio base a aplicar na gestão dos resíduos de extração define-se que a valorização deverá ser privilegiada em detrimento da eliminação em escombreiras. Quer isto dizer que as empresas

exploradoras deverão promover a valorização dos resíduos de extração e evitar a sua eliminação em escombreiras.

8.2.4. Destinos de valorização

Atendendo à quantidade de resíduos que se preveem produzir e às já referidas dificuldades de espaço para concertar uma exploração racional com o armazenamento simultâneo dos resíduos de extração, será fundamental encontrar soluções de valorização dos resíduos de extração, à semelhança do que tem vindo a ser prática para a indústria de cal e para a produção de agregados.

De facto, se a exploração do recurso mineral decorresse apenas em função da produção de rocha ornamental, seria necessário, no limite, encontrar locais para armazenar, ainda que de forma temporária, cerca de 113 066 650 m^3 de resíduos de extração[109], implicando a ocupação de grandes áreas e a proliferação de escombreiras.

Considerando que essas áreas para armazenamento devem estar localizadas no interior das áreas passíveis de exploração onde existe, portanto, recurso mineral para exploração, seria previsível que alguns dos locais de armazenamento se sobrepusessem a áreas ainda por explorar o que acarretaria, posteriormente, a necessidade da sua remobilização. Ora isso, traduzir-se-ia numa má gestão da exploração, em temos operacionais e, consequentemente económicos[110].

Como se referiu, a valorização dos resíduos de extração pode ocorrer de duas formas:

- Pela aplicação na recuperação paisagística das pedreiras; ou
- Pelo encaminhamento como matéria-prima para outras indústrias.

8.2.4.1. Recuperação paisagística

A primeira forma de valorização será uma consequência inevitável do processo de recuperação paisagística das pedreiras que terá obrigatoriamente de ocorrer. De facto, a recuperação paisagística das pedreiras, não só como imposição legal decorrente do Decreto-Lei n.º 270/2001, de 6 de outubro alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 340/2007, de 12 de outubro, mas também como medida de minimização de impactes, deverá passar obrigatoriamente pela utilização parcial dos resíduos de extração nas operações de modelação topográfica de forma a minimizar os impactes paisagísticos sobre uma área sensível como é o PNSAC. Apenas com a utilização dos resíduos de extração será possível criar para cada corta de pedreira uma morfologia enquadrada com a envolvente e atenuar os desníveis que resultam da exploração do recurso mineral.

Considerando o empolamento que se verifica com a exploração, nesta tipologia de pedreiras, será previsível que os resíduos de extração sejam suficientes para assegurar uma modelação topográfica adequada e cumprindo o objetivo de assegurar o enquadramento morfológico com a envolvente. Neste âmbito, cada pedreira deverá salvaguardar uma quantidade mínima de resíduos de extração para fazer face a essa modelação e a esse objetivo paisagístico. Assim, cada Projeto Integrado define a modelação proposta para cada área e, por conseguinte, o respetivo volume de resíduos de extração que deverá ser valorizado na recuperação paisagística.

[109] Corresponde ao volume de resíduos de extração que se preveem produzir nas 5 AIE de acordo com a solução de lavra apresentada nos respetivos Projetos Integrados.
[110] Essa prática já se verifica com algumas das escombreiras existentes que se encontram em zonas ainda por explorar.

Deste modo, e uma vez que o volume de resíduos de extração irá aumentar com a continuidade da atividade extrativa e que as áreas possíveis de armazenamento serão cada vez menores, atendendo ao aumento das áreas em exploração, será de prever a necessidade de encaminhar os resíduos de extração para outras operações de valorização e assim disponibilizar espaço para a continuidade da exploração. Dessas operações de valorização estão, obviamente, o encaminhamento para a indústria de cal e a produção de agregados que atualmente já ocorre.

8.2.4.2. Valorização noutras indústrias

O encaminhamento dos resíduos de extração como matéria-prima para outras indústrias, surge como uma necessidade premente para evitar o aumento dos custos de exploração, permitir a operacionalidade das explorações e o racional aproveitamento do recurso mineral. Será pois de considerar, que os resíduos de extração possam ser considerados subprodutos da atividade principal que é a produção de rocha ornamental.

De acordo com a caracterização das indústrias consumidoras de matérias-primas calcárias (capítulo 7.6) e atendendo às características dos resíduos de extração produzidos nas 5 AIE é possível, em abstrato, considerar a aplicação dos resíduos de extração como matéria-prima nessas indústrias.

Essa prática já ocorre, de resto, na indústria de cal e na produção de agregados. Ocorre também, embora em menor escala, a aplicação na indústria cimenteira dos resíduos da transformação produzidos em oficinas de corte e serragem de pedra, alguns deles resultantes de blocos produzidos nas pedreiras do PNSAC, pelo que também, em teoria, esses resíduos de extração poderão ter aplicação nessa indústria.

Da análise realizada às exigências dessas indústrias verifica-se que os resíduos de extração possuem características adequadas para as seguintes aplicações:

- Indústria de cal, que já se verifica atualmente para as fábricas existentes no Pé da Pedreira;
- Produção de agregados, que também já se verifica atualmente. Os agregados produzidos podem ter aplicação *tal qual* na construção civil e obras públicas ou servir como matéria-prima para a produção de betão, argamassas, massas asfálticas, etc. após processo de britagem e classificação de pedra;
- Indústria cimenteira;
- Vidro;
- Cerâmica;
- Metalurgia;
- Agricultura;
- Agroalimentar e alimentar;
- Papel;
- Plásticos;
- Tintas;
- Borracha;
- Ambiente.

Das alternativas possíveis de valorização dos resíduos de extração, as indústrias de cal e cimenteira e a produção de agregados e, eventualmente, as indústrias vidreira e cerâmica, são aquelas que deverão constituir, à partida, as soluções mais viáveis para a valorização dos resíduos de extração, dado o seu grande consumo. Nas restantes indústrias, as exigências ao nível da qualidade da matéria-prima aliada à necessidade de processos de transformação intermédios e às pequenas quantidades consumidas, quando comparados os volumes de resíduos produzidos, fazem antever uma menor viabilidade enquanto solução de aplicação.

Neste âmbito, deverão as empresas exploradoras fomentar a valorização dos resíduos de extração junto das indústrias consumidoras. Como prioritárias deverão ser consideradas a indústria de cal e a produção de agregados, dada a sua presença no PNSAC e a proximidade que algumas pedreiras possuem desses locais de consumo.

Assim, definem-se as seguintes regras a aplicar na gestão dos subprodutos:

- As empresas exploradoras são responsáveis pela valorização e por todas as atividades desenvolvidas até à entrega na respetiva indústria. Essa responsabilidade passa para o transportador, no momento da expedição dos subprodutos para as respetivas indústrias, ou para outra entidade que pretenda assumir essa responsabilidade;
- Deverá ser sempre assegurada uma quantidade mínima de rejeitados da exploração para valorização na recuperação paisagística das pedreiras, de acordo com o estabelecido nos Planos Ambientais e de Recuperação Paisagística dos Projetos Integrados;
- Deverá ser dada prioridade à indústria de cal e à produção de agregados, uma vez que já se encontram instaladas na área do PNSAC e porque parecem ser aquelas com capacidade de resposta, face aos volumes de rejeitados da extração;
- Cada empresa exploradora deverá fomentar e proceder às diligências necessárias para a valorização dos resíduos de extração noutras indústrias;
- Os custos associados às operações de valorização (com destaque para o transporte) deverão ser internalizados pelas empresas.

8.2.4.3. Quantificação

Cada Projeto Integrado apresenta uma solução integrada de lavra, modelação topográfica e recuperação paisagística.

Relativamente à modelação topográfica e à recuperação paisagística está prevista a utilização dos resíduos de extração no preenchimento dos vazios de escavação como medida de minimização decorrente dos impactes causados pela lavra e, fundamentalmente, para um melhor enquadramento morfológico com a envolvente. Neste âmbito, será determinante para o sucesso da recuperação paisagística que sejam devidamente acauteladas as quantidades de resíduos de extração a utilizar na modelação topográfica, com o objetivo de garantir o enquadramento morfológico com a envolvente, facto essencial numa área sensível como é o PNSAC.

Contudo, verifica-se atualmente, nas operações de lavra, dificuldades na gestão dos espaços que se prendem com os grandes volumes de resíduos de extração e com a dificuldade imediata de desenvolver as operações de recuperação paisagística, pelo que é também importante garantir a valorização dos resíduos de extração (ou subprodutos) noutras indústrias.

Do sucesso da gestão das explorações depende a gestão dos resíduos de extração *versus* subprodutos. A este respeito refere-se que cada projeto integrado define quais as quantidades que se preveem valorizar na recuperação paisagística (resíduos de extração) e quais as quantidades que se preveem valorizar noutras industriais, conforme se discrimina no Quadro 24.

Quadro 24 – Distribuição dos resíduos de extração para valorização em cada Projeto Integrado.

RESÍDUOS DE EXTRAÇÃO	CABEÇA VEADA	CODAÇAL	MOLEANOS	PÉ DA PEDREIRA	PORTELA DAS SALGUEIRAS
Valorização na recuperação paisagística [m^3]	3 004 800	11 597 140	17 330 600[111]	44 918 600	4 296 300
Valorização potencial noutras industriais (subprodutos) [m^3]	7 142 800	11 758 210	-	6 390 950	9 426 000
Total a produzir (com empolamento) [m^3]	**10 147 600**	**23 355 350**	**17 330 600**	**51 309 550**	**13 722 300**

Relativamente à quantidade de resíduos de extração a valorizar na recuperação paisagística, importa referir que a sua utilização no preenchimento dos vazios de escavação apenas depende das operações que decorrem em cada pedreira. Por outro lado, a valorização dos resíduos de extração noutras indústrias, numa lógica de subprodutos, depende fortemente de fatores externos, não controláveis pelas empresas exploradoras, pelo que será de prever que será o consumo das indústrias que irá determinar se existirá valorização dos resíduos de extração como subprodutos e quais as quantidades que poderá consumir.

Neste contexto, a solução de lavra, modelação topográfica e recuperação paisagística apresentada em cada Projeto Integrado foi definida considerando o histórico de exploração em cada AIE e as circunstâncias de mercado atuais. Foram também consideradas as dificuldades de espaço sentidas atualmente, pelo que se privilegiou, em termos de quantidades, a valorização dos resíduos de extração noutras indústrias.

Atendendo a que a valorização noutras indústrias está fortemente dependente das circunstâncias de mercado, considerou-se que poderá não ser possível a valorização como subprodutos das quantidades previstas em cada Projeto Integrado. Caso se venha a verificar esta circunstância, a quantidade remanescente de resíduos de extração deverá ser valorizada na recuperação paisagística, no preenchimento dos vazios de escavação, seguindo a filosofia de modelação topográfica adotada em cada Projeto Integrado. Neste cenário, apesar de não ser possível cumprir a modelação proposta nos Projetos Integrados, considera-se que a aplicação dos resíduos de extração no preenchimento dos vazios de escavação não irá prejudicar o sucesso da recuperação paisagística e irá evitar a eliminação em escombreiras.

[111] O Projeto Integrado de Moleanos prevê que a recuperação paisagística passe pela reposição da topografia original, pelo que será necessário um volume superior à quantidade de resíduos a produzir. Serão necessários cerca de 6 356 200 m^3 de resíduos de extração para satisfazer essa necessidade. Atendendo a esse deficit, será conveniente que todos os resíduos de extração a produzir sejam aplicados nas operações de recuperação paisagística.

Assim, será imperioso que seja garantida uma quantidade mínima de resíduos de extração para utilizar no preenchimento dos vazios de escavação.

Neste contexto, considerou-se neste PGRE que a gestão dos resíduos de extração deverá seguir regras semelhantes e que se discriminam nos capítulos seguintes.

8.2.5. Princípios para o encaminhamento dos resíduos

Os resíduos de extração gerados nas pedreiras deverão ser encaminhados de acordo com os seguintes princípios:

- As terras vegetais devem ser colocadas num depósito específico para o efeito (pargas), de modo a poderem, facilmente, ser integradas nas operações de recuperação paisagística, sempre que necessário. As terras vegetais não podem ser alvo de valorização como subproduto;
- Os materiais resultantes da carsificação dos calcários deverão também ser armazenados em depósito específico para colocação no todo das áreas a modelar, imediatamente antes da colocação das terras vegetais. Essa medida irá potenciar a regeneração dos solos e facilitar o desenvolvimento da vegetação a aplicar na recuperação paisagística. Esses materiais não deverão ser alvo de valorização como subproduto;
- Definir locais de deposição específicos, em cada pedreira, para os materiais a valorizar como subprodutos (produção de agregados, cal, etc.) e para os resíduos de extração a valorizar na recuperação paisagística, evitando misturar no mesmo local de deposição diferentes tipologias de materiais que possuam diferentes potencialidades de valorização;
- Assegurar que na criação dos depósitos de subprodutos já existe um destino industrial definido;
- Sempre que os resíduos de extração possuam características potenciais para constituírem subprodutos, mas em que o seu destino industrial não esteja definido, deverão ser armazenados em escombreiras, separados dos restantes materiais, criando um zonamento interno;
- Encaminhar diretamente para as atividades de recuperação paisagística ou para as escombreiras definitivas ou temporárias, todos os resíduos que não possam ser valorizados como subprodutos;
- No encaminhamento dos resíduos deve ser também tida em consideração a solução específica de gestão de resíduos adotada em cada Projeto Integrado.

8.2.6. Procedimentos básicos a aplicar para a gestão dos resíduos

Os resíduos de extração gerados nas pedreiras deverão ser geridos com base na solução de gestão definida em cada Projeto Integrado, tendo em conta o seguinte:

- Evitar misturar terras com blocos de pedra;
- A altura máxima dos depósitos de resíduos e de subprodutos a constituir deve ter em atenção a estabilidade dos mesmos, o impacte visual causado, bem como a proximidade de linhas elétricas ou outras, sendo recomendável uma altura inferior a 20 m e um afastamento de pelo menos 30 m a linhas elétricas, infraestruturas e edifícios;
- Os depósitos de resíduos e de subprodutos devem possuir um ângulo de talude adequado às características dos materiais depositados, de modo a que a sua estabilidade estrutural seja garantida, sendo recomendável uma inclinação inferior a 25º;

- A deposição dos resíduos deve ser efetuada de modo a garantir que não existem riscos de escorregamento ou queda dos taludes;
- Garantir distâncias de segurança adequadas entre os depósitos e as bordaduras das escavações, de modo a evitar o risco de queda de material para o interior das cortas das pedreiras, no caso de ocorrência de algum fenómeno de instabilidade, devendo ser respeitada uma distância mínima de pelo menos 5 m entre a base do depósito e a bordadura da escavação;
- Assegurar que os depósitos temporários constituídos não possuem uma duração superior a 5 anos, caso contrário devem ser implementadas atividades de integração paisagística (ainda que a título temporário);
- Garantir condições de segurança adequadas dos depósitos de resíduos e de subprodutos face a vias de circulação e de passagem existentes (internas e/ou próximas);
- A escolha dos locais de deposição dos resíduos deve ter em conta o bom aproveitamento do recurso mineral, a proximidade de infraestruturas, dos trabalhos, ou outros, que possam ser afetadas pela deposição de resíduos;
- Devem ser assegurados sistemas de drenagem que garantam um adequado encaminhamento das águas pluviais, evitando ainda fenómenos de erosão interna e de arrastamento de partículas para linhas de água localizadas na envolvente.

8.2.7. Definição das prioridades no desmonte de diferentes variedades comerciais

A gestão das explorações deverá ser realizada de modo a garantir um bom aproveitamento do recurso mineral e, consequentemente, reduzir a produção de resíduos de extração.

O desmonte do calcário deverá ser realizado tendo em conta as variedades comerciais existentes em cada pedreira. De facto, o calcário ornamental é influenciado pela moda, pelo que a gestão da exploração das pedreiras deverá salvaguardar o aproveitamento futuro das variedades comerciais do calcário que possam não ter muita aceitação no mercado em determinado momento. Deste modo a exploração das pedreiras deverá atender aos seguintes princípios:

- Fazer uma gestão das pedreiras de modo a evitar que as variedades comerciais que não têm aceitação no mercado, em determinado momento, não sejam transformadas em resíduos;
- A definição da altura das bancadas de exploração deve, sempre que possível, ter em consideração a possança das diferentes litologias de calcário com aptidão ornamental (variedades comerciais) permitindo uma exploração seletiva;
- A formação das frentes de desmonte das pedreiras deve permitir uma boa exposição das variedades comerciais existentes, com o objetivo de permitir uma gestão mais otimizada da exploração;
- Na gestão das pedreiras deve ser prevista a existência de parques de blocos capazes de englobar todas as variedades comerciais a extrair, independentemente da sua aceitação momentânea no mercado.

8.2.8. Tratamento e transformação

A exploração de calcário ornamental, quer seja para a produção de blocos, de lajes ou de calçada, inclui um conjunto de atividades de transformação, embora primárias, que também originam a geração de resíduos, designadamente as seguintes:

Produção de calçada:

- As atividades de corte de rocha, quer sejam para preparação dos blocos com aptidão para calçada (esquartejamento), quer o próprio fabrico dos cubos de calçada (manual, com martelo, ou através de máquinas de fabrico de calçada), originam a produção de resíduos. Esses resíduos podem ser caracterizados como blocos e pedras de calcário de formas irregulares, com dimensões centimétricas a decimétricas, que pelas suas características não possuem aptidão para a produção de calçada.

Produção de laje:

- As atividades de esquartejamento das lajes calcárias e a sua seleção por tipologias de laje (dimensão e cor), constituindo diferentes lotes em paletes, originam também produção de resíduos. Esses resíduos são do tipo blocos e pedras de calcário, de formas irregulares, e dimensões variáveis, que pelas suas características, incluindo a cor, não possuem aptidão para a produção de laje.

Produção de blocos:

- As atividades de esquartejamento dos blocos de calcário (redução da talhada de rocha desmontada em blocos de dimensões transportáveis) e de esquadriamento (dar uma geometria paralelepipédica ao bloco), com recurso a operações de guilhação (perfuração e uso de guilho) ou de serragem (máquina de monofio ou monolâmina), geram também resíduos. Esses resíduos são do tipo blocos de calcário, de formas irregulares, e dimensões decimétricas a métricas, que pelas suas características, não possuem aptidão para a produção de blocos.

Para minimizar a geração de resíduos de extração nas operações de tratamento e transformação primárias que compõem o ciclo de produção da calçada, da laje e do bloco, realizadas no interior das pedreiras, devem ser adotadas as seguintes medidas:

- Selecionar nas frentes de desmonte o calcário com aptidão ornamental;
- Encaminhar diretamente para a recuperação paisagística, para as escombreiras temporárias ou outras, todo o material sem aptidão ornamental identificado nas frentes de desmonte;
- A definição dos desmontes, incluindo a geometria e tamanho das talhadas a desmontar para a produção de blocos, devem ter em conta os defeitos observáveis na rocha, de modo a maximizar o aproveitamento do calcário com aptidão ornamental;
- Evitar utilizar alturas de bancada elevadas, na produção de blocos, uma vez que o derrube de talhadas com alturas elevadas potencia a indução de fracturação extra durante o derrube, minimizando a blocometria comercial e, por conseguinte, o aproveitamento da rocha;
- As operações de esquartejamento, de esquadriamento (no caso da produção de blocos) e de seleção devem ser realizadas por trabalhadores especializados, capazes de maximizar o aproveitamento da rocha;

- Em função da tipologia do resíduo gerado, tipo de material, dimensão, composição, entre outras, e sempre que se afigure viável a sua valorização, devem ser definidas regras de deposição que permitam um fácil acesso aos resíduos valorizáveis (evitar misturar resíduos valorizáveis entre si ou com outros resíduos não valorizáveis).

8.2.9. Critérios a aplicar para o corte e serragem de pedra

O corte e serragem de pedra são operações que conduzem à indução de planos de descontinuidade na massa mineral, *in situ* ou já individualizada do maciço rochoso, com o objetivo principal de definir a geometria das fatias de rocha a desmontar ou dos blocos comerciais e produzir. Assim, qualquer corte que seja efetuado no maciço rochoso ou num bloco poderá condicionar, significativamente, a blocometria comercial disponível. Deste modo, na exploração de calcário ornamental devem ser definidos critérios que possam orientar as operações de corte e serragem com o objetivo de incrementar o rendimento. Esses critérios são os seguintes:

- A definição dos cortes a efetuar para o desmonte e, consequentemente, a dimensão e localização das talhadas a desmontar, devem ter em conta as características ornamentais da rocha e os defeitos existentes (manchas, fraturas, etc.) com o objetivo de maximizar o aproveitamento do volume de rocha a desmontar;
- Após o derrube da talhada devem ser estudados os blocos resultantes, também atendendo às características ornamentais e a eventuais defeitos, de modo a que as operações de esquartejamento (cortes para definição dos blocos transportáveis), não penalizem a produção, maximizando o número de blocos comerciais a produzir e o seu valor comercial;
- O esquadriamento dos blocos desmontados através de serragem, com o objetivo de dar aos blocos comerciais uma forma paralelepipédica, deve ser realizado por pessoas experientes que possam valorizar os blocos (eliminação de defeitos e garantia de dimensões apropriadas para o fim a que se destina).

8.2.10. Valorização para a recuperação paisagística

A recuperação paisagística das pedreiras, para além de constituir uma obrigação legal prevista no Decreto-Lei n.º 270/2001, de 6 de outubro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 34/2007, de 12 de outubro, é uma necessidade em termos ambientais, para além do facto do PNSAC constituir uma área sensível.

Outro aspeto importante prende-se com o facto da exploração das pedreiras de blocos se desenvolver em cava, existindo sempre um desnível considerável entre o piso base de exploração e a topografia original. Isto traduz-se num impacte paisagístico significativo que carece de minimização.

Neste contexto, para conseguir um enquadramento morfológico com a envolvente e minimizar os impactes paisagísticos resultantes da exploração das pedreiras, haverá que garantir uma quantidade mínima de resíduos de extração para valorização no âmbito do processo de recuperação paisagística. Deste modo, a valorização dos resíduos de extração no âmbito do processo de recuperação paisagística deverá constituir uma das primeiras medidas a assegurar na gestão dos resíduos de extração. Cada explorador deverá garantir que do total de resíduos de extração que preveja produzir, seja assegurada uma quantidade mínima para valorização no âmbito do processo de recuperação paisagística. Essa quantidade encontra-se definida na modelação topográfica de cada Projeto Integrado, não podendo ser alvo de qualquer outro tipo de utilização.

Fica assim assegurado com essa medida que a recuperação paisagística assume uma importância determinante e que a utilização dos resíduos de extração no preenchimento dos vazios de escavação será uma garantia de destino para parte dos resíduos de extração a produzir.

Assim, definem-se de seguida as regras a aplicar na valorização dos resíduos de extração para aplicação no preenchimento dos vazios de escavação no âmbito das operações de recuperação paisagística:

- Cada pedreira deverá assegurar uma quantidade mínima de resíduos de extração para o desenvolvimento do seu processo de recuperação paisagística;
- Essa quantidade mínima deverá ser suficiente para garantir a modelação topográfica prevista nos Planos de Deposição e nos Planos Ambientais e de Recuperação Paisagística de cada Projeto Integrado;
- A quantidade remanescente de resíduos de extração deverá ser aplicada, preferencialmente, para valorização noutras indústrias. Não sendo possível essa valorização, então deverá ser aplicada no âmbito do processo de recuperação paisagística até se obter, no limite, uma configuração da modelação equivalente à topografia original;
- A quantidade mínima de resíduos de extração para a recuperação paisagística poderá ser proveniente da própria pedreira ou de qualquer outra pedreira existente no PNSAC. Para minimizar os impactes decorrentes da circulação de equipamentos no interior do PNSAC, deverá ser privilegiada a proveniência da própria pedreira ou de pedreiras confinantes da mesma AIE. A transferência de resíduos de extração entre AIE apenas deverá ocorrer se estritamente necessária;
- As operações de recuperação paisagística deverão ser desenvolvidas em concomitância com os trabalhos de lavra. Quer isto dizer que os resíduos de extração deverão ser valorizados no âmbito da recuperação paisagística sempre que sejam finalizadas frentes de desmonte;
- Sempre que não seja possível, momentaneamente, a aplicação dos resíduos de extração no processo de recuperação paisagística, então deverá proceder-se ao seu armazenamento temporário em escombreira, sem que isso constitua uma operação de eliminação de resíduos.

Conforme referido anteriormente, a atividade de produção de rochas ornamentais produz um significativo volume de resíduos de extração que dificulta, muitas vezes, a sua gestão em termos de disponibilidade de espaço para o seu armazenamento temporário ou definitivo. Assim, para que exista disponibilidade de espaço nas pedreiras, com o objetivo de proceder a um racional aproveitamento do recurso mineral, os resíduos de extração poderão ser aplicados na recuperação paisagística de outras pedreiras, desde que seja assegurada uma quantidade mínima para a recuperação paisagística das pedreiras onde esses resíduos de extração são produzidos.

A título de exemplo, referem-se as inúmeras pedreiras de laje e calçada que existem no PNSAC e que possuem as suas atividades suspensas e sem perspetiva aparente de retomar a sua atividade. Grande parte dessas pedreiras constituem áreas degradadas que carecem de recuperação paisagística, pelo que a utilização dos resíduos de extração produzidos nas pedreiras de blocos poderão constituir uma solução viável e com vantagens para ambas as partes. Por um lado, são uma solução para o armazenamento definitivo dos resíduos de extração produzidos nas pedreiras de blocos, onde as dificuldades de espaço são imensas e, por outro, são uma solução para a minimização dos impactes paisagísticos atualmente existentes, através da recuperação de áreas degradadas que não possuem, aparentemente, previsão para o desenvolvimento das atividades de recuperação paisagística.

Referem-se, ainda, as soluções integradas de gestão de resíduos que existem no PNSAC ou na região envolvente, como soluções possíveis para a valorização dos resíduos de extração produzidos nas pedreiras. A este respeito destaca-se o já referido aterro de Vale Grande, localizado nas proximidades da AIE de Moleanos e que visa a valorização dos resíduos de extração produzidos nas pedreiras dessa AIE. Destaca-se, ainda, a pedreira da Serra de Santa Marta, localizada na freguesia de Moitas Venda, concelho de Alcanena[112] que necessita de resíduos de extração para fazer face à modelação topográfica prevista no seu processo de recuperação paisagística. Soluções idênticas poderão vir a ser adotadas no futuro desde que seja garantido o respeito pelo ambiente e pela saúde humana.

8.2.11. Zonamento das escombreiras

Grande parte das escombreiras existentes encontra-se instalada sobre recurso mineral ainda passível de exploração. Por esse facto, a exploração do recurso mineral não poderá ocorrer sem a prévia remoção dessas escombreiras, acarretando um incremento nos custos de exploração.

Considerando a viabilidade de explorar nessas áreas, ainda que com custos acrescidos, houve necessidade de proceder a um zonamento para melhor definir o modelo de gestão dessas escombreiras. Para esse zonamento foram consideradas as seguintes categorias:

- Escombreiras definitivas que integram a operação de preenchimento dos vazios de escavação no âmbito da recuperação paisagística;
- Escombreiras temporárias que armazenam materiais para futura valorização na recuperação paisagística de áreas intervencionadas ou para aplicação noutras indústrias.

As escombreiras que já integram o preenchimento dos vazios de escavação são aquelas que já estão a integrar as operações de recuperação paisagística das pedreiras, num processo de modelação topográfica. Tratam-se de áreas onde o recurso mineral já se encontra exaurido e onde é possível o desenvolvimento de operações de recuperação paisagística. São, igualmente, áreas onde não haverá exploração no futuro, depois de concluídas as operações de modelação.

No caso concreto das pedreiras de calçada e de laje, as escombreiras apresentam, de um modo geral, pequenas dimensões e encontram-se, maioritariamente, no interior das cortas. Por esse facto, essas escombreiras irão, previsivelmente, integrar as operações de modelação topográfica das respetivas pedreiras no âmbito da recuperação paisagística.

Por outro lado, as escombreiras temporárias são aquelas cujos materiais deverão ser removidos para valorização, quer em operações de recuperação paisagística de áreas intervencionadas quer como matéria-prima noutras indústrias. De um modo geral, essas escombreiras encontram-se sobre áreas com recurso mineral, pelo que teriam sempre de ser remobilizadas.

O zonamento de cada uma dessas escombreiras nas 5 AIE apresenta-se nos Desenhos 6 a 10.

De referir que os materiais existentes em escombreira deverão ser, preferencialmente, valorizados noutras indústrias, dado que a disponibilidade de áreas para recuperação paisagística é exígua e que os impactes ambientais decorrentes do aumento de volume e número de escombreiras são cada vez maiores.

[112] Coordenadas GPS: Lat. 39°29'27''N, Long. 8°40'20''W.

Neste âmbito, as empresas exploradoras deverão promover as ações necessárias para proceder à valorização dos materiais, nomeadamente:

- Avaliar a qualidade dos materiais existentes em escombreira, distinguindo a presença de materiais para a recuperação paisagística (terras e solos) dos materiais que poderão ser utilizados como subprodutos noutras indústrias (blocos de pedra);
- Proceder à separação dos materiais, sempre que estes se encontrem misturados e desde que seja técnica e economicamente viável essa separação, no sentido de tornar os materiais com as características exigíveis pelas indústrias;
- Promover junto das várias indústrias existentes na região (principalmente a indústria de cal e a produção de agregados) as ações necessárias para a aceitação dos materiais existentes em escombreiras, fornecendo dados técnicos quanto à qualidade desses materiais.

8.2.12. Eliminação em escombreiras

Um dos objetivos deste PGRE é a contenção da operação de eliminação dos resíduos de extração em escombreiras. Sendo previsível que a eliminação de resíduos de extração em escombreiras será praticamente impossível de evitar, haverá que definir as regras para a sua gestão. Em primeiro lugar haverá que cumprir o princípio da hierarquia dos resíduos, sendo a eliminação encarada como a última operação de gestão a desenvolver. Isto é, a eliminação em escombreiras apenas deverá ocorrer sempre que não seja técnica ou economicamente viável a aplicação de nenhuma das operações de valorização.

Convém salientar que não está posta em causa a criação de escombreiras numa lógica de gestão temporária do espaço. Neste caso, as escombreiras constituem depósitos temporários de resíduos de extração a aguardar uma de duas operações de valorização: a aplicação na recuperação paisagística de pedreiras ou a aplicação noutras indústrias. Aliás, a criação de escombreiras, como depósitos temporários de armazenamento de resíduos de extração, é uma operação corrente na exploração de pedreiras de rocha ornamental, para fazer face aos grandes volumes de resíduos produzidos e às dificuldades de espaço que essas pedreiras enfrentam.

Convém salientar, também, que poderão ser criadas escombreiras para eliminação de resíduos de extração, mesmo que depois haja necessidade de proceder à sua remoção. Quer isto dizer que da exploração de uma determinada pedreira, poderá resultar a necessidade de criar uma escombreira para eliminação dos respetivos resíduos de extração. Posteriormente, outra pedreira poderá retomar a exploração da área ocupada pela escombreira havendo, nesse caso, necessidade de proceder à remoção dos materiais aí eliminados. Contudo, este tipo de gestão será de evitar devido aos custos de exploração associados e aos impactes ambientais daí resultantes, pelo que este PGRE considera a eliminação de resíduos de extração em escombreiras como a última operação de gestão a aplicar.

Deste modo, a criação de escombreiras como operação de eliminação de resíduos de extração deverá cumprir as seguintes regras:

- Apenas poderá ser desenvolvida se nenhuma das operações de valorização for técnica ou economicamente viável;
- Deverá ser privilegiada como localização o interior das áreas de pedreira, devendo a sua gestão integrar os respetivos Planos de Pedreira;

- Sempre que as escombreiras tenham de ser criadas fora das áreas de pedreira, então a sua localização deverá ser confinante com outras áreas já intervencionadas por pedreira;
- Deverá ser evitada a localização de escombreiras sobre áreas ainda passíveis de exploração;
- Os materiais a eliminar deverão possuir uma granulometria semelhante ao enrocamento, para diminuir o índice de vazios da escombreira. Não será permitida a deposição de blocos que no momento não possuam qualquer aceitação no mercado ou que, por qualquer razão, deixem de ter essa aceitação;
- As terras vegetais e os materiais resultantes da carsificação das rochas carbonatadas deverão ser depositados como cobertura final, com o objetivo de facilitar o desenvolvimento da recuperação paisagística;
- A sua localização deverá ocorrer exclusivamente dentro dos limites de escavação definidos nos Planos de Lavra dos Projetos Integrados.

A constituição das escombreiras, quer sejam para eliminação dos resíduos de extração quer sejam para armazenamento temporário, deverão possuir as seguintes características:

- Altura máxima de 20 metros. No caso das escombreiras em flanco de encosta a altura deverá ser considerada em cada ponto como a diferença entre o topo da escombreira e a topografia original. Estão excluídas as escombreiras que sejam criadas em simultâneo com o avanço da extração numa ótica de valorização na recuperação paisagística como o preenchimento dos vazios de escavação, onde a altura poderá ser superior a 20 m. Nessas circunstâncias não está em causa a criação de uma escombreira, mas de uma operação de modelação topográfica que irá integrar a recuperação paisagística;
- Bancadas com 10 m de altura e patamares com 5 metros de largura;
- Pelo menos a existência de uma rampa de acesso com 5 metros de largura e uma inclinação máxima de 7º.

8.2.13. Constituição de instalações de resíduos

8.2.13.1. Orientações para a elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos

Conforme referido, uma instalação de resíduos é definida nos termos da alínea *i)*, do artigo 3.º, do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro, como "*qualquer superfície designada para a acumulação ou depósito de resíduos de extração, sólidos, líquidos, em solução ou em suspensão (…) bem como as escombreiras e as bacias, com exclusão dos vazios de escavação em que sejam repostos resíduos depois da extração do mineral para fins de reabilitação, estabilização geomecânica e ou como requisito da sequência do método de exploração (…)*".

No caso concreto das pedreiras de rocha ornamental são exemplo de instalações de resíduos as escombreiras (definitivas ou temporárias) e as bacias de lamas. Os resíduos de extração que sejam utilizados para preenchimento dos vazios de escavação, numa operação de valorização no âmbito da recuperação paisagística, não são considerados como integrados numa instalação de resíduos. Nessas circunstâncias, a gestão desses resíduos de extração é feita ao abrigo das orientações dos respetivos Planos de Pedreira numa lógica de reabilitação (a recuperação paisagística).

Nas situações em que estejam em causa a criação de escombreiras ou bacias de lamas, haverá que considerar a elaboração dos respetivos Planos de Gestão de Resíduos, dando cumprimento ao disposto

no artigo 10.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro. A este respeito refere o número 1 desse artigo 10.º que "*o operador deve elaborar um plano de gestão de resíduos para a minimização, tratamento, valorização e eliminação dos resíduos de extracção, tendo em conta o princípio do desenvolvimento sustentável*".

Refere, ainda, o artigo 37.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro, que "*(…) a exploração dos depósitos minerais e de massas minerais, desenvolvida nos termos do disposto, respectivamente, no Decreto-Lei n.º 88/90, de 16 de Março, e no Decreto-Lei n.º 270/2001, de 6 de Outubro, na sua redacção actual, integre instalações de resíduos, a exploração destas instalações está dependente da aprovação de um plano de lavra ou de um plano de pedreira, consoante o caso, pela entidade licenciadora*". Pretendeu o legislador com este artigo que a decisão de aprovação do plano de lavra ou do plano de pedreira substituísse a decisão de aprovação do projeto da instalação de resíduos.

Deste modo, deverão ser consideradas as seguintes regras:

- As instalações de resíduos deverão estar integradas nos respetivos Planos de Pedreira;
- A utilização das instalações de resíduos podem servir para a gestão dos resíduos de extração de mais do que uma pedreira, desde que isso esteja refletido no respetivo Plano de Pedreira;
- As instalações de resíduos deverão ser criadas e geridas sem prejudicar o aproveitamento racional do recurso mineral. Quer isto dizer que na fase de avaliação da viabilidade económica da respetiva pedreira deverá ser contemplada a criação e remoção da instalação de resíduos sempre que esta seja instalada sobre recurso mineral e que careça de remoção posterior.

Nas situações em que não seja possível a integração das instalações de resíduos em nenhuma área de pedreira, por manifesta separação física entre a área de pedreira e a área prevista para a instalação de resíduos, então deverão ser consideradas as seguintes regras:

- Nenhuma instalação de resíduos poderá inviabilizar o aproveitamento racional do recurso mineral, sempre que a sua localização ocorra em área ainda passível de exploração futura;
- No final da exploração deverá ser avaliada a possibilidade de proceder à valorização dos resíduos de extração depositados na instalação de resíduos;
- Não será permitida a intervenção de áreas com significativo valor ecológico, paisagístico ou geológico devidamente identificados nos respetivos PIER;
- A localização das instalações de resíduos deverá estar inserida nas áreas de escavação definidas nos Planos de Lavra dos Projetos Integrados.

Neste contexto, os Planos de Gestão de Resíduos a elaborar nos termos do artigo 10.º do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro, deverão incorporar os objetivos definidos no número 2 desse artigo 10.º, designadamente:

- *"a) Evitar ou reduzir a produção de resíduos e a sua perigosidade, em particular mediante a ponderação:*
    - *i) Da gestão de resíduos na fase de projecto e na escolha do método a utilizar para a extracção e tratamento dos minerais;*
    - *ii) Das alterações que os resíduos de extracção possam sofrer devido ao aumento da área superficial e à exposição das condições à superfície;*

- *iii) Da reposição dos resíduos de extracção nos vazios de escavação, depois da extracção do mineral, desde que seja viável em termos técnicos e económicos e no respeito pelo ambiente;*

- *iv) Da reposição do solo superficial, depois do encerramento da instalação de resíduos, ou, se tal não for exequível, da reutilização do solo superficial noutro local;*

- *v) Da utilização de substâncias menos perigosas no tratamento dos recursos minerais";*

- *b) Promover a valorização dos resíduos de extracção através da reciclagem, reutilização ou recuperação dos mesmos, com respeito pelo ambiente;*
- *c) Garantir a eliminação segura dos resíduos de extracção no curto e no longo prazo, tendo particularmente em conta, durante a fase de projecto, o modelo de gestão a observar durante o funcionamento e no pós–encerramento da instalação de resíduos, privilegiando um projecto que cumulativamente:*

    - *i) Requeira pouca e, em última instância, nenhuma monitorização, controlo e gestão da instalação de resíduos após o seu encerramento;*

    - *ii) Evite ou, pelo menos, minimize qualquer efeito negativo a longo prazo, designadamente, imputável à migração de poluentes aquáticos ou de poluentes transportados pelo ar provenientes da instalação de resíduos;*

    - *iii) Garanta a estabilidade geotécnica a longo prazo de quaisquer barragens ou escombreiras situadas em plano superior ao da superfície do terreno preexistente.*"

8.2.13.2. Regras para a construção, exploração e encerramento de instalações de resíduos

O número 3, do artigo 10.º, do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro refere que "*o plano de gestão de resíduos deve conter informações suficientes para que a entidade licenciadora possa avaliar a capacidade do modelo de gestão de resíduos de extracção e do operador para cumprir os objectivos do plano (…)*". Por outro lado, o número 4 do mesmo artigo 10.º do referido diploma refere que o Plano de Gestão de Resíduos deve conter, entre outros, "*uma descrição do modo como o ambiente e a saúde humana são susceptíveis de ser negativamente afectados pelo depósito dos resíduos, bem como das medidas preventivas a tomar, a fim de minimizar o impacto ambiental e na saúde humana durante o funcionamento e na fase de pós-encerramento, incluindo os aspectos referidos nos artigos 11.º a 13.º.*"

Os referidos artigos 11.º a 13.º integram o capítulo II do Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 31/2013, de 22 de fevereiro, sob epígrafe "*Construção, exploração e encerramento de instalações de resíduos*". Assim, na fase de conceção e construção de uma instalação de resíduos o operador deve garantir que:

- *"a) Possui uma localização adequada, nomeadamente no que se refere a factores geológicos, hidrológicos, hidrogeológicos, sísmicos e geotécnicos e paisagísticos;*
- *b) É concebida de modo a satisfazer as condições necessárias para:*

- *i) Prevenir, a curto e a longo prazo, a segurança de pessoas e bens, a poluição do solo, do ar e das águas subterrâneas e superficiais, tendo especialmente em conta o disposto na Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro;*
- *ii) Garantir uma recolha eficiente das águas contaminadas e dos lixiviados;*
- *iii) Reduzir, tanto quanto tecnicamente possível e economicamente viável, a erosão causada pelas águas e pelo vento."*

Para poder garantir as condições descritas anteriormente o operador terá que adotar as medidas necessárias para:

- "*a) Avaliar o potencial de produção de lixiviados pelos resíduos depositados, incluindo o teor de contaminantes dos lixiviados, durante a fase de funcionamento e no pós-encerramento da instalação, e determinar o balanço hídrico da instalação de resíduos;*
- *b) Evitar ou minimizar a produção de lixiviados e a contaminação, pelos resíduos, das águas superficiais ou das águas subterrâneas e do solo;*
- *c) Recolher e tratar as águas contaminadas e os lixiviados da instalação, de modo a respeitar as normas para a descarga dos mesmos;*
- *d) Evitar ou reduzir as emissões para a atmosfera;*
- *e) Garantir que sejam asseguradas as condições de segurança contra incêndio nas instalações, de acordo com o disposto na legislação em vigor.*"

Durante a fase de exploração das instalações de resíduos o operador é obrigado a:

- Executar um plano de monitorização e de inspeção regular e manter os registos até ao encerramento da instalação;
- Comunicar à entidade licenciadora, no prazo máximo de 48 horas, quaisquer ocorrências suscetíveis de afetar a estabilidade da instalação ou de afetar os recursos hídricos;
- Adotar atempadamente as medidas de correção necessárias em caso de resultados indicativos de instabilidade ou contaminação das águas e dos solos.

Durante a fase de exploração da instalação de resíduos deve-se obedecer ao seguinte:

- A deposição dos resíduos será feita por camadas com uma altura máxima da ordem dos 10 m, sendo que entre cada camada deverá existir um patamar com 5 m de largura;
- Para evitar os assentamentos diferenciais na instalação de resíduos, a deposição será realizada de baixo para cima, por camadas, procedendo-se a compactações sucessivas, de modo a incrementar a estabilidade estrutural da instalação de resíduos;
- Em termos de ângulo máximo dos taludes do aterro, não deverão ser ultrapassados os 25º (cerca de 1 para 2, V/H).

Para se proceder ao encerramento de uma instalação de resíduos terá que ocorrer uma das seguintes situações:

- *"a) Estarem preenchidas as condições fixadas na licença;*

- *b) Ter solicitado e obtido, junto da entidade licenciadora, autorização para o efeito;*
- *c) Ter sido emitida por iniciativa da entidade licenciadora uma decisão fundamentada nesse sentido."*

Na fase de pós-encerramento das instalações os operadores são responsáveis pela manutenção, monitorização, controlo e implementação de medidas corretivas durante o prazo que a entidade licenciadora decidir, podendo, ainda, *"(…) com fundamento no cumprimento de exigências ambientais, designadamente as que constam da Lei n.º 58/2005, de 29 de Dezembro, (…) ordenar ao operador que, depois do encerramento da instalação de resíduos, controle a estabilidade física e química da instalação e minimize todos os efeitos prejudiciais ao ambiente, em especial no tocante às águas superficiais e às águas subterrâneas, e que, para o efeito:*

- *a) Conserve e monitorize todas as estruturas da instalação;*
- *b) Mantenha a aparelhagem de controlo e medição da instalação em permanente estado de utilização;*
- *c) Elabore e implemente uma rede de monitorização de águas subterrâneas, através da instalação de um número mínimo de piezómetros a envolver a instalação;*
- *d) Assegure o funcionamento futuro dessa rede de monitorização de águas subterrâneas e a qualidade dos resultados produzidos e designe um responsável por esse funcionamento;*
- *e) Comunique à entidade licenciadora, à autoridade de protecção civil territorialmente competente e à administração da região hidrográfica territorialmente competente, no prazo máximo de quarenta e oito horas, quaisquer ocorrências susceptíveis de afectar a estabilidade da instalação ou de causar efeitos significativos, prejudiciais ao ambiente, demonstrados pelos procedimentos de controlo e monitorização da instalação de resíduos."*

8.3. RESÍDUOS NÃO MINEIROS

8.3.1. Operações de gestão

As operações de gestão dos resíduos não mineiros a efetuar nas AIE são as seguintes:

- Armazenagem;
- Recolha.

A armazenagem encontra-se definida na alínea *b)* do artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho como sendo *"(…) a deposição controlada de resíduos, antes do seu tratamento e por prazo determinado, designadamente as operações R13 e D15 identificadas nos anexos I e II (…)".*

Após a armazenagem, cada tipologia de resíduos não mineiros deverá ser entregue a um operador de gestão de resíduos, constituindo uma operação de recolha.

A recolha encontra-se definida na alínea *ii)* do artigo 3.º do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho como sendo *"(…) a apanha de resíduos, incluindo a triagem e o armazenamento preliminares dos resíduos, para fins de transporte para uma instalação de tratamento de resíduos (…)".* A recolha é efetuada por um operador de resíduos que se desloca ao local de produção dos resíduos por indicação do respetivo produtor.

As operações de gestão de resíduos deverão ser efetuadas por cada explorador no interior de cada pedreira, devendo ser previsto nos respetivos Planos de Pedreira.

8.3.2. Regras de armazenamento

No decorrer da atividade extrativa são produzidos diversos resíduos não mineiros. Deste modo, deve ser implementada uma correta gestão e manuseamento dos resíduos e efluentes produzidos e associados às pedreiras, nomeadamente, óleos, resíduos sólidos e águas residuais, através da sua recolha e condução a depósito/destino final apropriado, reduzindo, assim, a possibilidade de ocorrência de acidentes e contaminações.

Os produtores de resíduos (entendidos como os exploradores das pedreiras) devem proceder à separação de resíduos na origem de forma a promover a sua valorização por fluxos e fileiras.

A armazenagem de resíduos deve reger-se pelos seguintes requisitos gerais:

- Ser efetuada de forma a não provocar qualquer dano para o ambiente e para a saúde humana;
- Ser efetuada de forma a evitar a possibilidade de derrames, incêndio ou explosão, devendo ser respeitadas as condições de segurança relativas às caraterísticas que conferem perigosidade aos resíduos;
- Os resíduos devem ser armazenados por tipologia, em recipientes separados, devidamente identificados com o respetivo código LER[113];
- Os resíduos líquidos (óleos usados) devem ser armazenados de forma que seja possível detetar derrames e fugas;
- O local de armazenamento de resíduos líquidos deverá estar dotado de material absorvente em local visível e de fácil acesso de modo a fazer face a pequenos derrames;
- O local de armazenamento de resíduos deve ter um sistema de ventilação adequado de forma a impedir a acumulação de gases inflamáveis em concentrações suscetíveis de causar danos para a saúde humana e para o ambiente;
- Os recipientes de armazenamento de resíduos devem estar em boas condições, sem sinais de deterioração ou fugas visíveis;
- Os locais de armazenamento de resíduos devem estar identificados e sinalizados com proibição de fumar e foguear;
- Os locais de armazenamento deverão ser dotados de extintores e/ou outros meios de combate a incêndios;
- Os resíduos que apresentem risco de infiltração e contaminação das águas subterrâneas e dos solos devem ser armazenados em recipientes próprios (estanques) sobre bacias de retenção devidamente dimensionadas e em local coberto;
- Os recipientes para armazenamento de óleos usados deverão estar colocados num local coberto, dentro de bacia de contenção a qual deverá possuir, pelo menos, 50% da capacidade máxima do reservatório. No caso de haver mais do que um recipiente, a bacia de contenção deve ter 110%

[113] De acordo com a portaria n.º 209/2004, de 3 de março.

da capacidade de armazenagem do maior reservatório ou de 25% da capacidade total dos recipientes colocados dentro da bacia, consoante o que for maior;

- A bacia de contenção deverá ser impermeabilizada e sem aberturas de modo a evitar a possibilidade de dispersão e de contaminação de solos e águas;
- As águas residuais domésticas deverão ser encaminhadas para fossas estanques.

8.3.3. Regras de transporte

A recolha dos resíduos deverá ser efetuada por operadores de gestão de resíduos ou pelo próprio produtor, devendo garantir que os resíduos sejam transportados de acordo com as prescrições da portaria n.º 335/97, de 16 de maio, bem como assegurar que o seu destinatário está autorizado a recebê-los. No caso concreto dos óleos usados, as regras de transporte encontram-se estabelecidas na portaria n.º 1028/92, de 5 de novembro.

Segundo o artigo 3.º da portaria n.º 335/97, de 16 de maio, *"O transporte de resíduos deve ser efetuado em condições ambientalmente adequadas, de modo a evitar a sua dispersão ou derrame, e observando, designadamente, os seguintes requisitos:*

a) Os resíduos líquidos e pastosos devem ser acondicionados em embalagens estanques, cuja taxa de enchimento não exceda 98%;

b) Os resíduos sólidos podem ser acondicionados em embalagens ou transportados a granel, em veículo de caixa fechada ou veículo de caixa aberta, com a carga devidamente coberta;

c) Todos os elementos de um carregamento devem ser convenientemente arrumados no veículo e escorados, por forma a evitar deslocações entre si ou contra as paredes do veículo;

d) Quando, no carregamento, durante o percurso ou na descarga, ocorrer algum derrame, a zona contaminada deve ser imediatamente limpa, recorrendo a produtos absorventes, quando se trate de resíduos líquidos ou pastosos."

O produtor e o detentor dos resíduos devem assegurar que cada transporte é acompanhado por guias de acompanhamento de resíduos (modelo A) emitida pelo Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia.

Segundo o artigo 6.º da portaria n.º 335/97, de 16 de maio, *"(…) a utilização do modelo A da guia de acompanhamento deve ser feita em triplicado e observar os seguinte procedimentos:*

a) O produtor ou detentor deve:

i) Preencher convenientemente o campo 1 dos três exemplares da guia de acompanhamento;

ii) Verificar o preenchimento pelo transportador dos três exemplares da guia de acompanhamento;

iii) Reter um dos exemplares da guia de acompanhamento;

b) O transportador deve:

i) Fazer acompanhar os resíduos dos dois exemplares da guia de acompanhamento na sua posse;

ii) Após entrega dos resíduos, obter do destinatário o preenchimento dos dois exemplares na sua posse;

iii) Reter o seu exemplar, para os seus arquivos, e fornecer ao destinatário dos resíduos o exemplar restante;

c) O destinatário dos resíduos deve, após receção dos resíduos:

i) Efetuar o preenchimento dos dois exemplares na posse do transportador e reter o seu exemplar da guia de acompanhamento para os seus arquivos;

ii) Fornecer ao produtor ou detentor, no prazo de 30 dias, uma cópia do seu exemplar;

d) O produtor ou detentor, o transportador e o destinatário dos resíduos devem manter em arquivo os seus exemplares da guia de acompanhamento por um período de cinco anos.(…)".

O transporte de óleos usados deve obedecer ao seguinte:

- As embalagens a utilizar no transporte de óleos usados devem ser estanques e a sua taxa de enchimento não pode ultrapassar 98 % da sua capacidade;
- Os diferentes elementos de um carregamento de óleos usados devem ser convenientemente arrumados nos veículos e escorados, por forma a evitar deslocações entre si ou contra as paredes do veículo, bem como evitar contaminações de outras mercadorias;
- Quando, no carregamento, durante o percurso ou na descarga de um veículo de transporte de óleos usados se verificar algum derrame, a zona contaminada deve ser imediatamente limpa com recurso a produtos absorventes;
- O transportador deverá fazer-se acompanhar por uma ficha de segurança para transporte de óleos usados (de acordo com o anexo da portaria n.º 1028/92, de 5 de novembro).

8.3.4. Manutenções dos equipamentos

A manutenção dos equipamentos é uma operação que tem associado um elevado risco de contaminação dos solos e das águas, sendo também uma atividade produtora de resíduos perigosos, como são o caso dos óleos usados. Desta forma, a manutenção periódica dos equipamentos e maquinaria associada às pedreiras é uma operação que visa, entre outros, garantir o cumprimento das normas relativas à emissão de poluentes.

Neste contexto, as manutenções ligeiras dos equipamentos poderão ser realizadas nas oficinas existentes em cada pedreira, pelo que deverão estar preparadas para assegurar a correta gestão dos resíduos produzidos. As manutenções mais complexas deverão ser realizadas nos representantes de cada marca, pelo que a gestão dos resíduos é assegurada pelos respetivos representantes.

As oficinas das pedreiras onde se efetuam as manutenções deverão possuir as seguintes condições:

- Possuir piso impermeabilizado com sistema de recolha de águas contaminadas equipado com separador de hidrocarbonetos;
- Local devidamente identificado e coberto para armazenamento temporário de resíduos. Esses resíduos devem ser armazenados em recipientes separados por tipologia e identificados com o código LER[114];
- Extintor e/ou outros meios de combate a incêndios devidamente sinalizado, de modo a fazer face a qualquer foco de incêndio;

[114] De acordo com a portaria n.º 209/2004, de 3 de março.

- Material absorvente para limpeza de eventuais derrames.

Devem ser mantidos registos atualizados das manutenções e/ou revisões por equipamento de acordo com as especificações do respetivo fabricante.

8.4. UNIDADES INDUSTRIAIS DE BRITAGEM E CLASSIFICAÇÃO DE PEDRA

8.4.1. Características das unidades industriais de britagem e classificação de pedra

Podem ser instaladas nas pedreiras novas unidades de britagem e classificação de pedra com o objetivo da valorização dos resíduos de extração, desde que licenciadas pela Direção Regional de Economia competente nos termos do Decreto-Lei n.º 169/2012, de 1 de agosto, que regulamenta o Sistema da Indústria Responsável (SIR). As unidades de britagem e classificação já existentes deverão dar cumprimento ao estipulado nesse diploma legal.

Segundo o SIR "*o industrial deve exercer a atividade industrial através:*

> *a) De um comportamento ético, transparente, socialmente responsável e de acordo com as disposições legais e regulamentares aplicáveis;*
>
> *b) Da adoção de medidas de prevenção e controlo, no sentido de eliminar ou reduzir os riscos suscetíveis de afetar as pessoas e bens, garantindo as condições de segurança e saúde no trabalho, a segurança contra incêndios em edifícios, bem como o respeito pelas normas ambientais, minimizando as consequências de eventuais acidentes."*

O industrial deve, ainda, respeitar as seguintes regras e princípios:

> *"a) Adotar princípios e práticas de ecoeficiência de materiais e energia e práticas de ecoinovação;*
>
> *b) Adotar as melhores técnicas disponíveis;*
>
> *c) Cumprir as obrigações previstas no Código do Trabalho, em lei especial e as relativas à promoção da segurança e saúde no trabalho;*
>
> *d) Adotar as medidas de prevenção de riscos de acidentes e limitação dos seus efeitos;*
>
> *e) Implementar sistemas de gestão ambiental, sistemas de segurança contra incêndio em edifícios e sistemas de segurança e saúde no trabalho adequados ao tipo de atividade e riscos inerentes, incluindo a elaboração de plano de emergência do estabelecimento e elaboração das medidas de autoproteção, quando aplicáveis;*
>
> *(…)*
>
> *g) Promover as medidas de profilaxia e vigilância da saúde legalmente estabelecidas para o tipo de atividade, por forma a proteger a saúde pública e a dos trabalhadores;*
>
> *h) Adotar as medidas necessárias para evitar riscos em matéria de segurança e poluição, de modo que o local de exploração seja colocado em estado satisfatório, na altura da desativação definitiva do estabelecimento industrial."*

A instalação de novas unidades de britagem e classificação de pedra devem obedecer às seguintes regras:

- Partilhar as instalações de britagens e classificação de pedra existentes, integrando, dessa forma, a gestão dos resíduos entre pedreiras e as unidades existentes;
- Dar preferência a instalações de britagem móveis ou semimóveis em detrimento das fixas, de modo a que a instalação possa acompanhar o avanço da exploração;
- Instalar sistemas para minimização de emissão de poeiras e ruído;
- Para evitar a proliferação de unidades de transformação e beneficiação de resíduos, as novas unidades deverão ter uma capacidade instalada no mínimo, de cerca de 30% superior às necessidades da pedreira onde se localiza, por forma a dar resposta às necessidades de pedreiras vizinhas;
- A instalação de novos estabelecimentos industriais deverá prever o destino/indústria a que se destina o produto, de modo a otimizar todo o processo produtivo.

8.4.2. Condicionantes à implantação das unidades industriais de britagem e classificação de pedra

As unidades de britagem e classificação de pedra deverão localizar-se no interior das pedreiras, como anexo de pedreira. Para evitar o conflito com as operações de lavra, essas unidades deverão localizar-se, preferencialmente, em áreas onde o recurso mineral já tenha sido explorado.

Caso não seja técnica ou economicamente viável a localização em área já explorada, então poderá ser autorizada, a título excecional, a localização em área virgem (não explorada) desde que seja compatível com a atividade extrativa nos termos do respetivo PIER e seu Regulamento, isto é, localizada em espaços preferenciais para a indústria extrativa ou em espaços preferenciais para a indústria extrativa sujeitos a medidas de compensação.

No caso das unidades de britagem e classificação que venham a ser instaladas para valorização dos materiais de escombreiras, a sua localização deverá ser exclusivamente em área já intervencionada, mesmo em situações de uso temporário, e após obtenção da respetiva licença de operação. Deve ainda a sua localização ser compatível com a atividade extrativa nos termos do Regulamento do respetivo PIER localizada em espaços preferenciais para a indústria extrativa ou em espaços preferenciais para a indústria extrativa sujeitos a medidas de compensação.

8.5. SOLUÇÕES INTEGRADAS PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS

O Decreto-Lei n.º 270/2001, de 6 de outubro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 340/2007, de 12 de outubro, consagra no seu artigo 35.º a possibilidade de realização de Projetos Integrados para pedreiras vizinhas ou confinantes, como são o caso das pedreiras existentes nas 5 AIE. Esse artigo 35.º refere que "*Quando se mostre de interesse para o racional aproveitamento de massas minerais em exploração ou para a boa recuperação das áreas exploradas, a entidade licenciadora ou a DGEG, por iniciativa própria ou a pedido de interessados, ouvidas as entidades que aprovam o plano de pedreira, convida os titulares de pedreiras confinantes ou vizinhas a celebrarem acordo escrito, de cujos termos resulte a realização de um projecto integrado que preveja os moldes de exercício das actividades e a adaptação dos respectivos planos de pedreira com vista a assegurar o desenvolvimento coordenado das operações individualizadas de cada pedreira.*

Neste âmbito, a DGEG promoveu a realização dos respetivos Projetos Integrados para cada AIE. Nesses Projetos encontram-se definidas de forma integrada, entre outras, as operações de lavra, de modelação topográfica com os resíduos de extração e de recuperação paisagística. Esses Projetos Integrados incorporam também as operações de gestão de resíduos definidas neste PGRE.

Deste modo, encontram-se devidamente definidas as soluções integradas para a lavra, modelação topográfica e recuperação paisagística. As soluções apresentadas neste PGRE também constituem soluções integradas para a gestão dos resíduos, uma vez que está em causa a exploração integrada das pedreiras existentes em cada AIE. O desenvolvimento das soluções de lavra, modelação topográfica e recuperação paisagística apresentadas em cada Projeto Integrado apenas é possível de concretizar no terreno se existir uma exploração coordenada e integrada entre as diversas pedreiras.

No caso concreto dos resíduos de extração, apenas a gestão integrada irá permitir o sucesso das medidas definidas neste PGRE. A título de exemplo, enumeram-se algumas medidas que encerram em si mesmas o carácter integrado da gestão dos resíduos:

- A possibilidade de efetuar a gestão dos resíduos de extração entre diferentes pedreiras:
    - Os resíduos de extração podem ser valorizados nas operações de recuperação paisagística de qualquer pedreira, independentemente do seu local de produção, desde que isso se traduza numa melhor gestão da exploração e de aproveitamento do recurso mineral;
    - Os resíduos de extração podem ser armazenados temporariamente em escombreiras comuns a mais do que uma pedreira, desde que esteja assegurada a sua remoção para efeitos de recuperação paisagística ou como condição para a continuidade da exploração do recurso mineral;
- A possibilidade de valorizar os resíduos de extração em unidades industriais de britagem e classificação de pedra já existentes ou a instalar, independentemente do seu local de produção:
    - Essa valorização pode ocorrer para a produção de agregadas ou cal, como já é prática corrente, ou para aplicação noutras indústrias;
    - A valorização também pode ocorrer através da instalação de unidades industriais de britagem móveis a instalar em escombreiras já existentes para a produção de agregados ou para aplicação como matéria-prima no fabrico de cal.
- A possibilidade de valorizar os resíduos de extração na recuperação paisagística de áreas degradadas como são o caso das pedreiras de laje e calçada que se encontram com a lavra suspensa e, aparentemente, sem previsão definida para o desenvolvimento das atividades de recuperação paisagística;
- A possibilidade de valorizar os resíduos de extração em soluções integradas já existentes como são o caso do aterro de Vale Grande (Moleanos) e a pedreira da Serra de Santa Marta (Alcanena).

Relativamente aos resíduos não mineiros foi avaliada a possibilidade de adotar soluções integradas de gestão de resíduos não mineiros entre as várias empresas, com destaque para a criação de áreas comuns de armazenamento de resíduos. Contudo, os riscos associados a uma operação dessa natureza poderão ser mais gravosos para o ambiente e para a saúde pública que a gestão realizada por

cada empresa. De facto, a criação de áreas de armazenamento comum iria criar as seguintes desvantagens para o ambiente e saúde pública:

- Potenciar os danos resultantes de um eventual incêndio devido à previsível maior quantidade de resíduos num só local. Esse maior potencial iria resultar, fundamentalmente, dos óleos, filtros de óleos e pneus usados;
- Aumento dos riscos de acidente e derrames acidentais devido ao aumento do trafego para transporte de resíduos entre os locais de produção e o local de armazenamento comum;
- Aumento dos custos de gestão dos resíduos devido ao transporte adicional a realizar entre o local de produção e o local de armazenamento.

Obviamente que existiriam vantagens na criação desses locais de armazenamento dos resíduos, nomeadamente:

- Eliminação dos vários locais de armazenamento de resíduos e concentração num único local de características equivalentes a um "ecoponto";
- Facilidade de gestão na recolha para os operadores de gestão de resíduos que se deslocariam apenas a um local e com menor frequência.

Ponderadas as vantagens e inconvenientes da gestão integrada dos resíduos não mineiros, optou-se por manter a gestão dos resíduos a cargo de cada produtor, à semelhança do que ocorre atualmente. Ainda assim, os produtores de resíduos poderão fazer uma coordenação caso a caso, se isso for mais vantajoso para a gestão dos resíduos e não prejudicar o ambiente ou a saúde humana. Essa coordenação poderá ocorrer ao nível da recolha dos resíduos, onde várias empresas poderão solicitar ao mesmo operador a operação de recolha.

De facto, as pequenas quantidades de resíduos produzidos não justificam, por vezes, a recolha no ato da sua produção, havendo necessidade de proceder ao armazenamento até ser atingida a quantidade exigida pelo operador. A recolha coordenada de várias empresas poderá reduzir o tempo de armazenamento dos resíduos produzidos, o que se traduz num impacte positivo para o ambiente, dado o carácter de perigosidade que alguns resíduos não mineiros apresentam.

8.6. ACESSOS

A gestão dos acessos existentes e a criar em cada uma das AIE encontra-se definida nos respetivos Projetos Integrados. Nesses projetos foram definidas as seguintes categorias de acessos:

- Acessos às AIE;
- Acessos dentro das AIE a manter;
- Acessos dentro das AIE a intervencionar;
- Acessos a criar dentro das AIE.

Os acessos a cada uma das AIE serão garantidos pela rede viária atual (existente), não se prevendo a criação de novos acessos para efeitos de exploração das pedreiras. Os acessos no interior da AIE terão como principal função assegurar a circulação nas e entre as diversas pedreiras, podendo sofrer alterações à medida que os trabalhos de lavra forem evoluindo.

A gestão dos acessos, para efeitos da implementação do presente PGRE será feita de acordo com o definido nos respetivos Projetos Integrados, pelo que serão os mesmos a utilizar nas restantes atividades de exploração das pedreiras (lavra, modelação topográfica, recuperação paisagística, etc.).

Os acessos no interior das AIE terão como principal função assegurar a circulação entre as diversas pedreiras e o exterior, podendo sofrer alterações. Cada pedreira possui a sua rede interna de acessos para permitir a circulação entre as diversas zonas de trabalho.

Os acessos no interior das áreas de escavação serão adaptados à medida que os trabalhos de exploração forem evoluindo. Da mesma forma, os novos acessos a criar serão construídos no maciço rochoso à medida que a escavação for evoluindo. De referir que não está prevista a criação de novos acessos fora das áreas de escavação, mantendo-se os acessos existentes inalterados. Deste modo, os acessos existentes dentro das AIE apenas serão intervencionados caso estejam inseridos dentro das áreas de escavação definidas no Plano de Lavra de cada Projeto Integrado.

Os acessos específicos a cada frente de desmonte serão determinados em função do respetivo avanço e das condições locais existentes. Deste modo, para facilitar a circulação interna dentro das áreas de pedreira serão criados acessos específicos que permitirão uma melhor gestão do espaço. Esses acessos serão construídos no maciço existente, à medida que a lavra evolui, devendo possuir uma largura adequada para a circulação dos equipamentos móveis das pedreiras.

Na exploração de acessos que servem mais do que uma pedreira, deverá existir uma coordenação entre empresas de forma a garantir a acessibilidade de todas as pedreiras. Sempre que haja necessidade de escavar zonas com acessos, deverá ser assegurada, previamente, a criação de acesso alternativo que deverá ser sempre construído dentro da área de escavação. A exploração e consequente desativação de acessos só poderá ter lugar quando os acessos alternativos possuírem as adequadas condições de transitabilidade.

Todos os acessos deverão possuir boas condições de transitabilidade para a circulação dos veículos pesados de expedição e dos equipamentos móveis. Os acessos deverão, ainda, possuir uma largura que permita o cruzamento de veículos pesados em condições de segurança, os quais não poderão ser superiores a 7 m de largura, incluindo passeios e bermas.

Devido ao normal fluxo de veículos, todos os acessos deverão ser alvo manutenções periódicas, de forma a que se mantenham em boas condições de transitabilidade. Essas manutenções terão como objetivo facilitar o trânsito e reduzir os custos e impactes associados à circulação. Nessas operações serão utilizados os equipamentos das pedreiras, principalmente as pás carregadoras e escavadoras. Para facilitar as condições de transitabilidade e manter os pisos regulares, poderão ser utilizados os resíduos de extração devidamente compactados. Na manutenção de acessos comuns a mais do que uma pedreira deverá existir uma coordenação entre empresas relativamente aos trabalhos de manutenção a desenvolver.

8.7. PROCEDIMENTOS PREVENTIVOS

8.7.1. Medidas de carácter geral

A classificação das serras de Aire e Candeeiros como Parque Natural (PNSAC) resulta do facto de estas constituírem o mais importante repositório de formações calcárias existente em Portugal. Para além sua da morfologia cársica, a natureza do coberto vegetal, rede de cursos de água subterrâneos, flora e fauna específica (nomeadamente cavernícola) e intensa atividade no domínio da extração da

pedra são aspetos que caraterizam de forma singular o PNSAC e que o diploma classificatório (Decreto-Lei n.º 118/79, de 4 de Maio) tenta preservar e disciplinar.

Considerando que o PNSAC se trata de uma área sensível do ponto de vista ambiental, os impactes decorrentes da atividade extrativa assumem particular importância. Neste sentido, na elaboração deste PGRE procurou-se encontrar soluções que possam obviar os problemas já sentidos como são o caso das dificuldades de espaço para armazenamento dos resíduos e as dificuldades para o desenvolvimento das operações de recuperação paisagística. Procurou-se, ainda, que a gestão dos resíduos de extração seja uma atividade integrada com as operações de lavra e de recuperação paisagística.

Neste âmbito, importa assegurar que a exploração do recurso mineral e, consequentemente, a gestão dos resíduos de extração que lhe está intimamente associada não ponham em causa os valores naturais existentes no PNSAC. Deverá assim existir um compromisso entre a continuidade da atividade extrativa com as metodologias de exploração definidas nos Projetos Integrados e a preservação do património natural, da saúde humana e do ambiente. Considerando que a atividade extrativa continuará a afetar de forma significativa o ambiente, haverá que estabelecer um conjunto de medidas preventivas que possam minimizar os impactes resultantes. Enumeram-se de seguida as principais medidas a aplicar na gestão dos resíduos de extração:

Para a **fase de exploração** destacam-se as seguintes medidas gerais:

- Assegurar a revitalização das áreas intervencionadas pelo depósito temporário de resíduos de extração no menor intervalo de tempo possível e concentrar a atividade extrativa em áreas bem delimitadas, para que estas não extravasem e afetem, desnecessariamente, as zonas limítrofes não intervencionadas;
- A destruição do coberto vegetal será limitada às áreas estritamente necessárias para a gestão do depósito temporário de resíduos de extração e à execução dos trabalhos, garantindo a reconversão do espaço de acordo com o estabelecido no Plano Ambiental e de Recuperação Paisagística (PARP) do respetivo Projeto Integrado;
- Proceder à decapagem e armazenamento da camada superficial do solo para posterior utilização nos trabalhos de recuperação paisagística e desta forma garantir um maior sucesso na implantação da vegetação;
- A vegetação a utilizar para a recuperação de áreas intervencionadas deve respeitar o respetivo PARP, garantindo desta forma um maior sucesso na sua integração com menor esforço e custos de manutenção;
- Os locais de depósito temporário dos resíduos de extração deverão ser devidamente sinalizados, com o objetivo de minimizar os riscos de acidente;
- Os resíduos de extração deverão ser transportados e depositados o mais rapidamente possível para as áreas a modelar definitivamente, evitando o depósito em escombreira;
- Proceder à correta gestão dos resíduos não mineiros (nomeadamente, óleos usados, resíduos sólidos e águas residuais), através da sua recolha e entrega a operador de gestão de resíduos, reduzindo, assim, a possibilidade de ocorrência de acidentes e contaminações;
- Os equipamentos deverão respeitar as normas legais em vigor, relativas às emissões gasosas e ruído, minimizando os efeitos da sua presença;

- Proceder à manutenção periódica dos equipamentos e maquinaria associada à atividade, garantindo assim o cumprimento das normas relativas à emissão de poluentes atmosféricos e ruído;
- Os acessos deverão ser mantidos em boas condições de trafegabilidade, por aplicação de *"tout venant*" nos locais sujeitos a maiores movimentações de veículos;
- Os acessos deverão ser regados regularmente, durante os períodos mais secos, de forma a minimizar a emissão de poeiras;
- Deverão ser realizadas ações de formação e divulgação aos trabalhadores sobre as normas e cuidados ambientais e de segurança a ter em conta no decorrer dos trabalhos.

Na **fase de desativação** deverá garantir-se que em todas as áreas afetadas pelas atividades se:

- Procederá à remoção e limpeza de todos os depósitos de resíduos ou substâncias perigosas (depósitos de óleos usados, depósitos de combustíveis, etc.) e que será assegurado o seu encaminhamento para destino final adequado;
- Efetuará o desmantelamento e remoção do equipamento existente procedendo às necessárias diligências de forma a garantir que, sempre que possível, este será reutilizado ou reciclado ou, na sua impossibilidade, enviado para destino final adequado;
- Recuperará de acordo com o respetivo PARP, procedendo-se aos necessários ajustes para que exista uma ligação formal entre a área intervencionada e a paisagem envolvente.

Para a **fase de pós-desativação** destaca-se a necessidade de avaliar a evolução da área recuperada através da prossecução das atividades de monitorização e conservação, com especial atenção para o crescimento da vegetação.

De referir que a implementação dos Planos de Monitorização que resultarem dos procedimentos de Avaliação de Impacte Ambiental nos termos do Decreto-Lei n.º 151-B/2013, de 31 de outubro, de cada uma das AIE, serão importantes instrumentos de avaliação do desempenho das medidas sugeridas anteriormente, podendo determinar, inclusivamente, o ajuste dessas medidas e/ou a aplicação de mais medidas. A combinação dos Planos de Monitorização com as medidas propostas neste PGRE irá assegurar um bom desempenho ambiental da atividade extrativa, fator determinante numa área sensível como é o caso do PNSAC.

8.7.2. Medidas de carácter específico

8.7.2.1. Recursos hídricos superficiais e subterrâneos

Apesar de não serem previsíveis impactes negativos significativos sobre os recursos hídricos, reforça-se a necessidade de dar cumprimento a medidas preventivas como:

- Garantir a adequada manutenção do estado de limpeza dos órgãos de drenagem pluvial, nomeadamente das valas a instalar na periferia das instalações para a gestão de resíduos.
- Garantir uma gestão adequada das pargas que albergam os solos de cobertura decapados nas fases preparatórias dos trabalhos;
- Assegurar o desmantelamento de todas as estruturas associadas à atividade industrial.

8.7.2.2. Qualidade das águas

Deverão ser adotadas as seguintes medidas de minimização tendo em vista a proteção da qualidade das águas superficiais e subterrâneas:

- Assegurar a manutenção e revisão periódicas de todas as viaturas, máquinas e equipamentos, sendo mantidos registos atualizados dessa manutenção e/ou revisão por equipamento, de acordo com as especificações do respetivo fabricante;
- As operações de abastecimento de combustíveis e de reposição de níveis de óleo dos equipamentos devem ser sempre efetuadas em locais devidamente impermeabilizados ou, na ausência desses, sobre tabuleiros metálicos, de modo a evitar derrames;
- Implementar sistemas de drenagem das águas pluviais a circundar as zonas em atividade, de forma a minimizar o transporte de materiais finos;
- Os locais de armazenamento temporário de resíduos não mineiros devem ser cobertos, impermeabilizados e, se necessário, possuir bacias de retenção;
- Como medida de prevenção relativamente a derrames acidentais de substâncias contaminantes (óleos e lubrificantes), todos os trabalhadores serão instruídos para que, caso se detete algum derrame, o responsável seja de imediato avisado, o equipamento enviado para reparação e o solo contaminado confinado, retirado e recolhido por empresa credenciada, a fim de ser processado em destino final apropriado;
- Na fase de desativação (encerramento) deverá ser assegurado que nas zonas destinadas ao armazenamento de lubrificantes não existirá contaminação do solo por qualquer tipo de substâncias poluentes, sendo que, após a demolição, todos os materiais que tenham estado em contacto com essas substâncias serão separados e encaminhados para operador de resíduos.

8.7.2.3. Solos

A medida mais importante para os Solos, consiste no cumprimento das ações de preservação e reconstituição do solo afetado e a sua subsequente revegetação com espécies autóctones. Assim, as atividades de preservação e reconstituição do solo consistirão na decapagem da camada superficial das áreas a intervencionar e posterior armazenamento em pargas, devidamente cuidadas e mantidas. Esses solos serão posteriormente utilizados no âmbito da recuperação paisagística ao serem depositados sobre os materiais modelados e compactados, servindo de substrato para a implantação da vegetação;

Importa reforçar que sempre que seja necessário proceder à decapagem dos solos, nomeadamente, no âmbito da abertura de caminhos, implantação de infraestruturas ou atividades de lavra, deverá ser garantido o armazenamento e preservação da camada superficial decapada, correspondente às terras vegetais com maior capacidade produtiva (com maior teor em matéria orgânica e minerais), de modo a serem utilizadas na recuperação paisagística das áreas intervencionadas.

O armazenamento deverá ser efetuado em pargas, que deverão apresentar uma estrutura estreita, comprida e com uma altura nunca superior a 2 m, com o cimo ligeiramente côncavo para uma boa infiltração da água. As mesmas deverão ser semeadas com tremocilho ou abóbora à razão de 3 g/m^2 para evitar o aparecimento de ervas infestantes e melhor conservar os solos.

Deverá ainda garantir-se o manuseamento, em local adequado, de produtos como os óleos, os combustíveis e os lubrificantes, uma vez que o derramamento deste tipo de produtos leva à contaminação e poluição do solo e subsolo e consequentemente dos recursos aquíferos.

8.7.2.4. Ocupação do solo

Após a desativação da atividade extrativa, toda a área intervencionada será recuperada com vista à viabilização de um sistema silvo-pastoril, económica e ambientalmente sustentável, minimizando os impactes negativos, gerados durante a atividade e reconvertendo-os, globalmente e a longo prazo, num impacte positivo significativo e permanente.

8.7.2.5. Qualidade do ar

Deverá efetuar-se um controlo das emissões fugitivas de partículas provenientes dos caminhos não asfaltados recorrendo à rega por aspersão de água, essencialmente nos períodos secos e revestir as escombreiras definitivas com vegetação.

Deverá, ainda, efetuar-se o controlo das emissões fugitivas de partículas provenientes das instalações de britagem e classificação de pedra e instalar sistemas de blindagem e despoeiramento.

Relativamente ao transporte dos materiais, deverá ser dada especial atenção ao estado de conservação e de limpeza das viaturas utilizadas para esse fim.

8.7.2.6. Ambiente sonoro

Com vista à limitação da exposição de zonas habitacionais a níveis elevados de ruído, sugere-se que a delimitação de zonas sensíveis e mistas[115] tenha em conta a atividade existente, não devendo ser autorizada a construção de habitações em áreas onde se perspetiva a ocorrência de níveis de ruído superiores a 55 dB(A) no período diurno.

Por outro lado, deverão ser utilizados equipamentos que cumpram os requisitos do Decreto-Lei n.º76/2002, de 26 de Março, devendo também ser evitada a utilização de máquinas que não possuam indicação da sua potência sonora, garantida pelo fabricante.

8.7.2.7. Flora e vegetação e Fauna e habitats

As medidas a considerar para este fator ambiental são direcionadas para os valores ecológicos, tais como:

- Promover ações de sensibilização junto dos trabalhadores para a não colheita ou danificação/abate de espécimes vegetais e animais, e abordar a temática do valor ecológico de flora, vegetação, habitats e fauna do local;
- Limitar a destruição do coberto vegetal às áreas estritamente necessárias à execução dos trabalhos e aproveitar o maior número de árvores e arbustos, bem como plantar e/ou adensar uma faixa arbórea que funcionará como cortina de retenção de poeiras nos limites da exploração, nomeadamente na fronteira com as áreas de floresta e matos. Para possíveis plantações devem ser utilizadas espécies autóctones de crescimento rápido ou uma solução alternativa com material artificial que possa ser retirado com a implementação do respetivo PARP;

[115] A delimitação das zonas sensíveis e mistas é da responsabilidade das Câmaras Municipais.

- A biomassa vegetal e outros resíduos resultantes das atividades de desmatação devem ser removidos e devidamente encaminhados para destino final, privilegiando-se sempre que possível a sua reutilização, pela estilhagem e utilização para produção de composto orgânico.

8.7.2.8. Paisagem

A principal medida a aplicar no âmbito da paisagem será conseguida através da implementação do respetivo PARP, através da reposição da camada de solo nas áreas a semear e plantar e o revestimento vegetal de todas as áreas intervencionadas. A recuperação paisagística incidirá de um modo benéfico sobre outros parâmetros ambientais, que, por sua vez, no seu conjunto, tenderão a proteger de uma forma integrada toda a envolvente nos seus múltiplos aspetos. Assim, deverão ser tomadas as seguintes medidas:

- Decapar e armazenar a camada superficial dos solos, com vista à sua utilização após modelação, de modo a efetuar uma recuperação mais rápida e eficaz;
- Preservar, sempre que possível, a vegetação arbustiva e arbórea existente na envolvente da exploração;
- Contemplar a plantação e sementeiras com vegetação local, nos mais diversos portes, em toda a área, com o objetivo de renaturalizar o espaço e integrar paisagisticamente a área intervencionada na envolvente.

8.7.2.9. Património arqueológico e arquitetónico

Para este fator ambiental deverão ser consideradas as ocorrências identificadas no âmbito da elaboração dos PIER de cada AIE. Para garantir a proteção de eventuais ocorrências que possam existir para além das já identificadas deverão ser aplicadas as seguintes medidas:

- Estabelecimento de um Plano de Monitorização, que do ponto de vista arqueológico, tenha o duplo objetivo de identificar ocorrências inéditas na superfície e/ou associadas a cavidades cársicas.
- Acompanhamento, por um arqueólogo, dos trabalhos que envolvam o remeximento e escavação a nível do solo e subsolo (desmatação, decapagem e escavação em áreas preservadas), com efeito preventivo em relação à afetação de vestígios arqueológicos incógnitos.

O acompanhamento arqueológico consistirá na observação, por arqueólogo, das operações que impliquem a remoção e o revolvimento de solo (desmatação e decapagens superficiais em ações de preparação ou regularização do terreno) e a escavação no solo e subsolo. Os resultados desse acompanhamento podem determinar a adoção de medidas de minimização específicas (registo, sondagens, escavações arqueológicas, etc.). Os achados móveis efetuados no decurso da aplicação dessa medida deverão ser colocados em depósito credenciado pelo organismo de tutela do património cultural.

De acordo com o quadro legal vigente, o proprietário ou o responsável pela atividade deverá obrigatoriamente comunicar à Direção-Geral do Património Cultural (DGPC) o, eventual, aparecimento de vestígios arqueológicos e/ou o aparecimento de cavidades cársicas, devendo fazê-lo de imediato, no sentido de serem acionados os mecanismos de avaliação do seu interesse arqueológico.

9. CONCLUSÕES

A ASSIMAGRA - Associação Portuguesa dos Industriais de Mármores, Granitos e Ramos Afins, candidatou e viu aprovado pelo QREN, no âmbito do PROGRAMA: "Âncora 2 do *cluster* da Pedra Natural", o Projeto "Sustentabilidade Ambiental da Indústria Extrativa - Exploração Sustentável de Recursos no Maciço Calcário Estremenho".

Esse Projeto tem como objetivo geral a planificação territorial e ambiental da atividade extrativa em núcleos de pedreiras localizados no Parque Natural das Serras de Aire e Candeeiros (PNSAC), onde são produzidas, maioritariamente, rochas ornamentais com características tecnológicas e estéticas que lhes conferem grande aceitação no mercado interno e externo. Essas áreas correspondem aos principais núcleos de exploração e produção de rocha ornamental existentes no PNSAC, designadamente, Cabeça Veada, Codaçal, Moleanos, Pé da Pedreira e Portela das Salgueiras.

O Projeto "Sustentabilidade Ambiental da Indústria Extrativa - Exploração Sustentável de Recursos no Maciço Calcário Estremenho" surge na sequência dos instrumentos inovadores que o POPNSAC veio propor para o enquadramento das atividades humanas, a gestão racional dos recursos naturais (incluindo o ordenamento da indústria extrativa) e a promoção simultânea do desenvolvimento socioeconómico e o bem-estar das populações de forma sustentada.

No caso concreto da atividade extrativa, o POPNSAC[116] propõe a criação de "Áreas de Intervenção Específica - Áreas sujeitas a exploração extrativa", onde é possível a instalação ou ampliação de explorações de massas minerais.

Para essas áreas, o Projeto "Sustentabilidade Ambiental da Indústria Extrativa - Exploração Sustentável de Recursos no Maciço Calcário Estremenho" incluiu a realização de Planos Municipais de Ordenamento do Território na modalidade de Plano de Intervenção em Espaço Rural (PIER)[117] visando o estabelecimento de medidas de compatibilização entre a gestão racional da extração de massas minerais, a recuperação das áreas degradadas e a conservação do património natural existente tendo em conta os valores e a sensibilidade paisagística e ambiental da área envolvente.

O grande objetivo desses instrumentos de gestão do território é assim estabelecer um nível elevado de proteção do ambiente e do processo de decisão, integrando as preocupações ambientais, sociais, económicas, políticas e institucionais nas diversas fases de preparação de determinados planos e programas.

O Projeto "Sustentabilidade Ambiental da Indústria Extrativa - Exploração Sustentável de Recursos no Maciço Calcário Estremenho" incluiu, também, a realização de Projetos Integrados[118], com o objetivo de planear as operações de lavra e criar as condições necessárias à reabilitação e posterior reconversão de uso do solo, conciliando e otimizando os diferentes Planos de Pedreira, para que integrem linhas orientadoras comuns de aproveitamento racional do recurso e de compatibilidade ambiental. Incluiu também a realização do presente Plano de Gestão dos Resíduos de Extração (PGRE), atendendo aos

[116] Através do artigo 24.º, da Resolução do Conselho de Ministros n.º 57/2010, de 12 de agosto.
[117] Nos termos da Lei n.º 48/98, de 11 de agosto, complementada pelo Decreto-Lei n.º 380/99, de 22 setembro, com a redação dada pelo Decreto-Lei n.º 46/2009, de 20 fevereiro.
[118] Nos termos do artigo 35.º do Decreto-Lei n.º 270/2001, de 6 de outubro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 340/2007, de 12 de outubro.

grandes volumes produzidos e às dificuldades de espaço sentidas atualmente para o armazenamento, ainda que temporário, dos resíduos de extração[119].

De facto, associada à produção de rochas ornamentais está também a produção de quantidades significativas de resíduos de extração. De um modo geral, os resíduos de extração são armazenados em escombreiras que requerem grandes áreas e grande capacidade de encaixe. No caso concreto do PNSAC, por se tratar de uma área sensível do ponto de vista ambiental, esse armazenamento em escombreiras constitui impactes significativos, fundamentalmente, paisagísticos. Acresce, ainda, que o desenvolvimento das operações de recuperação paisagística das áreas intervencionadas pela atividade extrativa é, de um modo geral, realizada apenas no final da atividade extrativa, o que contribui também para a permanência dos impactes paisagísticos ao longo do tempo. Se consideramos que algumas das pedreiras se encontram com a atividade suspensa (por razões de mercado), algumas delas em situação aparente de abandono, então esses impactes paisagísticos poderão ser considerados permanentes.

As reduzidas áreas de exploração que muitas pedreiras apresentam, aliadas às quantidades significativas de resíduos produzidos, têm contribuído para o fraco desempenho ambiental que este setor possui na área do PNSAC. Por esse facto, entendeu a ASSIMAGRA - Associação Portuguesa dos Industriais de Mármores, Granitos e Ramos Afins, que o Projeto "Sustentabilidade Ambiental da Indústria Extrativa - Exploração Sustentável de Recursos no Maciço Calcário Estremenho" deveria ser capaz de apresentar e definir soluções, através do planeamento, que se traduzissem num melhor desempenho ambiental para o setor das rochas ornamentais.

No caso concreto dos resíduos de extração, apesar de estarem a ser valorizados como subprodutos noutras indústrias, como é o caso da produção de agregados ou de cal, as empresas exploradoras enfrentam dificuldades de espaço para o armazenamento temporário dos resíduos que vão sendo produzidos. De facto, a atividade de exploração ao longo de várias décadas e com várias empresas a laborar em simultâneo levou à criação de inúmeras escombreiras onde os resíduos são depositados.

As dificuldades de espaço são atualmente a principal preocupação das empresas na gestão das suas áreas. De facto, grande parte das escombreiras existentes encontram-se em zonas que ainda possuem recurso mineral, o que implicará a prévia remoção das escombreiras para efetuar a exploração. Para além disso, a exploração é desenvolvida fundamentalmente em cava, pelo que as áreas finalizadas pela lavra ainda são bastante exíguas, o que não permite o armazenamento imediato dos resíduos produzidos. Como consequência, o desenvolvimento das operações de recuperação paisagística é bastante limitado, restringindo-se apenas a zonas periféricas e de pequenas dimensões.

Neste contexto, entendeu a ASSIMAGRA - Associação Portuguesa dos Industriais de Mármores, Granitos e Ramos Afins que o Projeto "Sustentabilidade Ambiental da Indústria Extrativa - Exploração Sustentável de Recursos no Maciço Calcário Estremenho" deveria dedicar uma atenção especial aos resíduos de extração, pelo que incluiu também nesse Projeto a realização do presente Plano.

Considerando o facto de o PNSAC constituir uma área sensível do ponto de vista ambiental, os impactes decorrentes da atividade extrativa assumem particular importância. Neste sentido, o PGRE procurou encontrar soluções que possam obviar os problemas já sentidos atualmente como é o caso das dificuldades de espaço para armazenamento dos resíduos. Procurou, ainda, encontrar soluções que permitam conciliar uma gestão integrada das pedreiras, em termos de lavra e recuperação paisagística, conforme definido nos Projetos Integrados de cada AIE, e a gestão integrada dos resíduos produzidos.

[119] Definidos no Decreto-Lei n.º 10/2010, de 4 de fevereiro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 13/2013, de 22 de fevereiro como sendo os "*resíduos resultantes da prospeção, extração, tratamento, transformação e armazenagem de recursos minerais, bem como da exploração das pedreiras*".

O PGRE tomou também como objetivo a gestão dos resíduos não mineiros, resultantes das operações acessórias da atividade extrativa, pelo carácter de perigosidade que alguns desses resíduos apresentam[120] e pelas práticas que ocorrem na sua gestão que revelam também um fraco desempenho ambiental.

De entre as soluções encontradas para a gestão dos resíduos produzidos destacam-se como fundamentais as seguintes:

- A definição de regras e prioridades para a correta gestão dos resíduos produzidos;
- A definição de regras de armazenamento dos resíduos e o seu encaminhamento para possibilitar uma melhor gestão do espaço;
- A definição de uma metodologia de gestão integrada entre as 5 AIE, no sentido de enquadrar o espaço com a envolvente e evitar a aplicação de soluções individuais para cada pedreira;
- A indicação e caracterização de alternativas possíveis à valorização dos resíduos de extração, para além das práticas já correntes na produção de agregados e cal.

Apesar das soluções propostas neste PGRE, subsistem algumas incertezas que importa salientar e que poderão condicionar o desenvolvimento de algumas soluções, nomeadamente:

- A necessidade que as empresas exploradores possuem de internalizarem nos custos de exploração a gestão dos resíduos produzidos, garantindo que todas as áreas intervencionadas sejam alvo de recuperação paisagística (incluindo as áreas ocupadas por escombreiras);
- A necessidade de desenvolver uma cultura de valorização dos resíduos de extração noutras indústrias que poderá acarretar custos adicionais de exploração, mas que terá vantagens ambientais para o PNSAC;
- A necessidade de utilizar a atividade extrativa como meio de valorização do espaço envolvente através da aplicação dos resíduos de extração na criação de uma nova morfologia, enquadrada com a envolvente;
- O facto de não estar assegurado que os subprodutos possam ser valorizados nas quantidades previstas em cada Projeto Integrado, uma vez que essa dependência decorre das circunstâncias de mercado e dos ritmos de consumo de cada indústria. Caso não seja possível a valorização nas quantidades previstas, então os resíduos de extração serão aplicados nos vazios de escavação até se obter a reposição da topografia original.

De referir que a implementação deste PGRE está fortemente condicionada pela aplicação das atividades de lavra e recuperação paisagística conforme se encontram definidas nos Projetos Integrados. Sobre a aplicação desses Projetos Integrados subsistem algumas incertezas que importa salientar e que poderão condicionar a aplicação deste PGRE, nomeadamente:

- A dependência que a indústria extrativa possui dos mercados consumidores. No caso concreto dos blocos essa dependência é maioritariamente do mercado externo que consome grande parte da produção. Os Projetos Integrados preveem o aproveitamento total do recurso mineral com aptidão ornamental o que apenas será possível pela combinação da continuidade da atividade extrativa e

[120] De acordo com o disposto na Portaria n.º 209/2004, de 3 de março.

do consumo pelos mercados (externo ou interno). Os Projetos Integrados não preveem uma situação intermédia de extração/recuperação paisagística caso a atividade cesse sem que o recurso mineral esteja esgotado, podendo, nessas circunstâncias, levar a uma má gestão dos resíduos entretanto produzidos;

- A dependência que as pedreiras confinantes possuem umas das outras no avanço coordenado das suas atividades, que decorrem com ritmos e produções diferentes. Embora os Projetos Integrados definam as regras de exploração entre pedreiras confinantes, nada poderá ser definido para pedreiras que possam, eventualmente, cessar ou suspender a sua atividade e permitir que as restantes possam operar nas zonas de fronteira até ao esgotamento do recurso mineral. Essas situações poderão levar a constrangimentos de espaço e a dificuldades de avanço de exploração;

- A dependência que esta atividade possui ao nível da valorização dos resíduos de extração (subprodutos). Apesar da valorização dos resíduos de extração ocorrer atualmente para a produção de agregados ou para cal, desconhece-se se essa valorização continuará no futuro a permitir a gestão do espaço com vantagens para o desenvolvimento da atividade extrativa de forma rentável e sem incremento de custos que possam inviabilizar a atividade. Desconhece-se também a possibilidade de valorização de forma rentável dos resíduos de extração noutras indústrias. Acresce que o ritmo de produção de resíduos é marcado pela produção de blocos e não pela procura das indústrias que os valorizam, sendo absolutamente independentes na sua evolução. Pelo que, a classificação dos estéreis de exploração como subprodutos terá sempre associado um grau de incerteza relativamente à sua efetiva utilização futura.

(Página intencionalmente deixada em branco)

BIBLOGRAFIA

- Agência Portuguesa do Ambiente (2011). Proposta de Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2011-2020.
- Assimagra (2001). Caracterização das escombreiras do PNSAC. Levantamento de subprodutos e resíduos de transformação de rochas ornamentais do PNSAC.
- Azêredo, A. C., 2007. Formalização da litoestratigrafia do Jurássico Inferior e Médio do Maciço Calcário Estremenho (Bacia Lusitânica). Comunicações Geológicas 94, 29-51.
- Barroso, M. e Martins, R. 1995. Estudo da aplicação da "Nata de Mármore" em pastas de faiança. Cerâmicas: Revista trimestral de cerâmica artística, técnica, industrial e artesanal, ano VI, n.º 21, agosto de 1995.
- Carvalho, J. M. F., 1996. Área de Moleanos (Maciço Calcário Estremenho): Litologia temática e sondagens. Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa.
- Carvalho, J. M. F., 1997. Calcários Ornamentais e Industriais da Área de Pé da Pedreira (Maciço Calcário Estremenho) - Carta de Aptidão. Estudos, Notas e Trabalhos do Instituto Geológico e Mineiro 39, 71 - 89.
- Carvalho, J., Manuppella G., A. Casal Moura, 2000. Calcários ornamentais portugueses. Sep. de Boletim de Minas, 37 (4), 2000, p. 223-232. Lisboa : Instituto Geológico e Mineiro.
- Carvalho, J. M. F.; Henriques, P.; Falé, P. & Luís, G., 2008. Decision criteria for the exploration of ornamental-stone deposits: Application to the marbles of the Portuguese Estremoz Anticline. International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences 45, 1306–1319.
- Carvalho, J. M. F., 2013. Tectónica e caraterização da fraturação do Maciço Calcário Estremenho, Bacia Lusitaniana. Contributo para a prospeção de rochas ornamentais e ordenamento da atividade extrativa. Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa, 442 p.
- DGEG (2012). Informação estatística da indústria extrativa. N.º 14, Dezembro de 2012. Lisboa.
- Ferreira, M. P. & Macedo, C. R., 1983. Igneous rocks in the diapiric areas of the western portuguese border: the K-Ar ages and settings of the Upper Jurassic suite. Memórias e Notícias do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra 96, 159-181.
- Graça Costa, J.R., Balacó Moreira, J. C., Manuppella, G.; Balacó Moreira, 1988. Calcários Ornamentais do Maciço Calcário Estremenho. Estudos, Notas e Trabalhos da Direção Geral de Geologia e Minas t.30, p.51-88. Lisboa.
- Gutschick, K. A. (2000). Lime and Limestone. ECT, 4ª ed., Vol. 15, pág. 319–359, National Lime Association.
- Kullberg, J. C., 2000. Evolução Tectónica Mesozóica da Bacia Lusitaniana. Tese de Doutoramento, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 361 p.
- Kullberg, J. C.; Rocha, R. B.; Soares, A. F.; Rey, J.; Terrinha, P. & Callapez, P., 2006. A Bacia Lusitaniana: estratigrafia, paleogeografia e tectónica. In: Dias, R. et al. (Editors), Geologia de Portugal no contexto da Ibéria. Universidade de Évora, Évora, pp. 317-368.
- Kullberg, J. C.; Rocha, R. B.; Soares, A. F.; Rey, J.; Terrinha, P.; Azerêdo, A. C.; Callapez, P.; Duarte, L. V.; Kullberg, M. C.; Martins, L.; Miranda, J. R.; Alves, C.; Mata, J.; Madeira, J.; Mateus, O.; Moreira, M. &

Nogueira, C. R., 2013. A Bacia Lusitaniana: Estratigrafia, Paleogeografia e Tectónica. In: Dias, R. et al. (Editors), Geologia de Portugal, Vol. II - Geologia Meso-cenozóica de Portugal. Escolar Editora, Lisboa, pp. 798.

- Luz, A. B. (1998). Estudo de Oxidação e Redução de Ferro Contido em Caulins. Tese de Doutorado em Engenharia Mineral, EPUSP.

- Manuppella, G.; Balacó Moreira, J. C., 1975. Panorama dos calcários jurássicos portugueses. Sep. de Boletim de Minas, 12 (4), 1975, p. 245-256. Lisboa. Direção Geral de Geologia e Minas.

- Manuppella, G.; Balacó Moreira, J. C.; Luísa Romão, M., 1980. Panorama dos dolomitos e calcários dolomíticos portugueses. Sep. de Boletim de Minas, 17 (4), 1980, p. 311-323. Lisboa. Direção Geral de Geologia e Minas.

- Manuppella, G.; Balacó Moreira, J. C.; Luísa Romão, M., 1981. Calcários portugueses – Sua utilização industrial. Sep. de Boletim de Minas, 18 (4), 1981, p. 271-283. Lisboa. Direção Geral de Geologia e Minas.

- Manuppella, G.; Balacó Moreira, J. C., 1980. Calcários e dolomitos da Serra dos Candeeiros – 2ªParte (Sondagens e cálculo de reservas). Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, 1980, T. 66, p. 209-225. Lisboa.

- Manuppella, G.; Barbosa, B.; Machado, S. & Carvalho, J. M. F., 2000. Folha 27 A - Vila Nova de Ourém. Carta Geológica de Portugal, Escala 1:50000, 2ª edição. Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa.

- Manuppella, G.; Antunes, M. T.; Almeida, C.; Azerêdo, A. C.; Barbosa, B.; Cardoso, J. L.; Crispim, J. A.; Duarte, L. V.; Martins, L. T.; Ramalho, M. M.; Santos, V. F. & Terrinha, P., 2000. Notícia Explicativa da Folha 27-A, Vila Nova de Ourém, 2ª edição ed. Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa, 155 p.

- Manupella, G.; Barbosa, B.; Azerêdo, A. C.; Carvalho, J.; Crispim, J.; Machado, S. & Sampaio, J., 2006. Folha 27 C - Torres Novas, Carta Geológica de Portugal. Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa.

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

- Melo, G. J. M. (2010). Optimização e desenvolvimento de processo numa empresa produtora de carbonato de cálcio. Mestrado em química tecnológica. Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, departamento de química e bioquímica. Lisboa.

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

- Quartau, R., 2000. Calcários ornamentais do Maciço Calcário Estremenho - A variedade Semi-Rijo do Codaçal. Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa.

- Ribeiro, A.; Antunes, M. T.; Ferreira, M. P.; Rocha, R. B.; Soares, A. F.; Zbyszewski, G.; Moitinho de Almeida, F.; Carvalho, D. & Monteiro, J. H., 1979. Introduction à la géologie générale du Portugal. Serviços Geológicos de Portugal, 114 p.

- Rodrigues, M. L., 1998. Evolução geomorfológica quaternária e dinâmica actual - Aplicações ao ordenamento do território. Exemplos no Maciço Calcário Estremenho. Dissertação de Doutoramento em Geografia Física, Fac. Letras da Univ. Lisboa, Lisboa, 868 p.

- Singer, F., Singer, S. S., Sanz, J. D. (1976). Enciclopedia de la quimica industrial. Tomo 9. Cerámica Industrial. Volume I: Principios generals de la fabricacion de ceramica. Bilbao.

- Willis, M. G., 1988. The tectonic history of the Lusitanian Basin of Portugal. PhD Thesis, Open University.

- Wilson, R. C. L., 1988. Mesozoic development of the Lusitanian Basin, Portugal. Revista de la Sociedad Geologica de España 1 (3-4), 395-406.

- 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. In: Tankard, A. J. & Balkwill, H. R. (Editors), Extensional tectonics and stratigraphy of the North Atlantic margins. AAPG Memoir, pp. 341-361.

(Página intencionalmente deixada em branco)

ANEXOS

Anexo 1 - Plantas e cortes da cartografia geológica do LNEG

Anexo 2 - Fichas de caraterização das rochas

(Página intencionalmente deixada em branco)

PEÇAS DESENHADAS

Desenho 1 - Levantamento das escombreiras na AIE da Cabeça Veada (escala 1:2000)

Desenho 2 - Levantamento das escombreiras na AIE do Codaçal (escala 1:2500)

Desenho 3 - Levantamento das escombreiras na AIE de Moleanos (escala 1:2500)

Desenho 4 - Levantamento das escombreiras na AIE do Pé da Pedreira (escala 1:2000)

Desenho 5 - Levantamento das escombreiras na AIE da Portela das Salgueiras (escala 1:2000)

Desenho 6 - Zonamento das escombreiras na AIE da Cabeça Veada (escala 1:2000)

Desenho 7 - Zonamento das escombreiras na AIE do Codaçal (escala 1:2500)

Desenho 8 - Zonamento das escombreiras na AIE de Moleanos (escala 1:2500)

Desenho 9 - Zonamento das escombreiras na AIE do Pé da Pedreira (escala 1:2000)

Desenho 10 - Zonamento das escombreiras na AIE da Portela das Salgueiras (escala 1:2000)

(Página intencionalmente deixada em branco)