



Universidade do Porto

Faculdade de Engenharia

FEUP

Estudo de Soluções para a Implementação do Plano Ambiental de Recuperação Paisagística da Pedreira da Costa Queimada - Penafiel

RICARDO JORGE SANTOS LOPES

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA DE MINAS E GEOAMBIENTE

Orientador: Professor Doutor Alexandre Júlio Machado Leite

SETEMBRO DE 2010

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DE MINAS E GEO-AMBIENTE 2009/2010

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS

Tel. +351-22-508 1960

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia de Minas e Geoambiente - 2009/2010 - Departamento de Engenharia de Minas, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2010.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

Agradecimentos

O acto de entrega desta dissertação, não representa uma simples entrega, representa o fim de um ciclo para qualquer jovem, encerra uma etapa de vida.

Assim e, partindo do geral para o particular, estou convicto que todos aqueles que se cruzaram na minha vida, quer a nível académico, profissional ou até mesmo a nível pessoal, contribuíram de uma forma ou de outra para ter almejado este objectivo.

Desejo expressar também os meus agradecimentos a algumas pessoas sem as quais não seria possível a realização deste trabalho.

Ao meu orientador, Professor Alexandre Júlio Machado Leite (FEUP-DEM), por todo o empenho na orientação deste estudo, mas também por toda a amizade e disponibilidade ao longo deste processo.

Ao Senhor Arlindo Mota Soares, proprietário da Pedreira, por ter facilitado o total acesso às instalações, sugestões, bem como por todo o apoio prestado na facultação de documentos que se tornou indispensável para a realização deste estudo.

Ao Professor António Fiúza (FEUP-DEM), Professor João Santos Baptista (FEUP-DEM), à Professora Aurora Futuro (FEUP-DEM) e por último ao Professor Eurico Pereira pela orientação científica e, por encararem a função pedagógica como uma missão.

Ao Eng.º Ricardo Almeida por todo o auxílio, e desenvolvimento de contactos no sentido do enriquecimento bibliográfico.

A todo o Departamento de Engenharia de Minas e Geoambiente e ao seu Director, Professor José Soeiro, pelo acolhimento e compreensão ao longo do meu percurso académico.

Ao Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, na pessoa do seu Director Dr. Rui Boaventura, com a devida referência à Eng.^a. Liliana Pereira.

Ao Laboratório Nacional de Energia e Geologia, na pessoa do seu presidente Eng. Mário Machado Leite bem como à Eng.^a Cristina Carvalho por toda a simpatia e celeridade nos pedidos referentes a esta dissertação.

Ao Dr. Rui Fonseca da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte, ao Dr. Paulo Pita da Direcção Regional de Economia do Norte, à Eng.^a Jacqueline Castelo Branco (MESH/FEUP), à Dr.^a Catarina Rocha Ferreira e, por último, ao Dr. Paulo Cutileiro pela disponibilidade no que concerne à interpretação e acesso à legislação.

À Dr.^a Helena Valentim da Administração da Região Hidrográfica do Norte e Arqt.^o Romeu Lima.

Não podia deixar de referir os meus colegas de curso, com menção especial para o João Alves, Nuno Silva, Miguel Maia e por último a Raquel Correia.

Ao João Saracho e à Mariana Devezas, em representação de todos os meus amigos, pela amizade e ajuda nesta fase do percurso académico.

Por último e, como diriam os nossos aliados britânicos “the last, but not the least”, o que traduzindo, “Os últimos, mas não menos importantes”, dedico esta Tese aos meus pais por toda a simbologia que acarreta. Neste contexto, a expressão: “Muito Obrigado por Tudo” não é suficiente para expressar um estado de alma que, apesar de simples é sincero.

MUITO OBRIGADO!

Resumo

“... o Plano Ambiental de Recuperação Paisagística (PARP) é o documento técnico constituído pelas medidas ambientais e pela proposta de solução para o encerramento e a recuperação paisagística das áreas exploradas”, segundo o Decreto-Lei n.º 270/2001, de 6 de Outubro.

A perspectiva do presente documento, foi a de procurar preconizar medidas de recuperação faseada, no intuito de que as soluções ou opções encontradas permitam que o PARP seja instituído de forma sincronizada com a exploração. Para este efeito, a “Pedreira da Costa Queimada - Penafiel” foi utilizada como caso de estudo.

Neste sentido, o trabalho apresentado no âmbito da Dissertação do Mestrado em Engenharia de Minas e Geoambiente foi desenvolvido tendo como base a interacção de três componentes essenciais, Legislação – Técnica – Realidade. Desta forma, trata-se de um projecto multidisciplinar, que acaba por englobar bastantes áreas distintas, apesar deste estudo se vocacionar para a vertente de engenharia.

Abstract

“ ... the Plan of Environmental and Landscape Rehabilitation (PELR) is a technical document composed by the environmental measures and by the proposed solution for the closing and rehabilitation of the landscape of the explored areas”, according to Decreto-Lei n.º 270/2001, 6th of October.

The point of view of this document was to recommend phases of rehabilitation measures, so that the found solutions or options would allow the PELR to be established in a synchronized approach with the exploration. For this purpose, the quarry of “Costa Queimada – Penafiel” was used as a case study.

With this direction, the work presented in the scope of the Dissertation of the Masters in Mining and Geoenvironmental Engineering was elaborated based upon the interaction of three essential components, Legislation – Technique – Reality. As such, this is a multidisciplinary project, which in the end needs to include several distinct fields, even though this work is oriented towards the engineering discipline.

Abreviaturas

ARS	Administração Regional de Saúde;
CCDR	Centro de Coordenação de Desenvolvimento Regional;
C&D	Construção e Demolição;
CNPCR	Centro Nacional de Protecção Contra os Riscos Profissionais;
CRSP – N	Centro Regional de Saúde Pública do Norte;
DEMG	Departamento de Engenharia de Minas e Geoambiente;
DMA	Drenagem Mineiro Ácido
DL	Decreto – Lei;
DRE – N	Direcção Regional de Economia do Norte;
EM	Estradas Municipais;
EN	Estradas Nacionais;
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto;
IEFP	Instituto do Emprego e Formação Profissional;
IGMTSS	Inspecção-Geral do Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social;
INE	Instituto Nacional de Estatísticas;
LER	Lista Europeia de Resíduos;
LNEG	Laboratório Nacional de Energia e Geologia;
PARP	Plano Ambiental de Recuperação Paisagística;
PDM	Plano Director Municipal;
PMT	Poste de Média Tensão;
SNIRH	Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos;
TEN	Técnicas de Engenharia Natural;

Índice Geral

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	iii
Abstract.....	v
1 Estudo Introdutório	3
1.1 Introdução Geral	3
1.2 Enquadramento da Área em Estudo.....	4
1.3 Acessibilidades	6
1.4 Enquadramento Sócio-Económico	8
1.5 Empresa	13
1.6 Instalações e Equipamento.....	14
1.6.1 Meios Auxiliares	14
1.6.2 Meios Interventivos	15
1.6.3 Equipamentos de Transformação	17
1.7 Enquadramento Geológico	17
1.7.1 Caracterização do Granito “Azul Céu”	21
1.8 Caracterização da Exploração.....	23
2 Legislação	27
2.1 Enquadramento Jurídico para o Licenciamento de Explorações de Depósitos Minerais	28
2.1.1 Trâmites do Processo de Licenciamento	29
2.2 Enquadramento Jurídico para a Reversão da Pedreira em Aterro de Resíduos Inertes	40
2.3 Enquadramento Jurídico de Higiene e Segurança no Trabalho	40
2.4 Enquadramento Jurídico de Águas	41
3 Taludes: Estabilização, Medidas e Técnicas no contexto de Recuperação Paisagística	45

3.1	Modos de Ruptura de Maciços Rochosos.....	47
3.2	Análise dos Resultados	48
3.3	Medidas, Metodologias e Técnicas aplicadas na Estabilização.....	52
3.3.1	Tipos de Enchimento	53
3.3.2	Técnicas de Engenharia Civil.....	54
3.3.3	Técnicas de Engenharia Natural.....	60
4	Fases do Projecto e Apresentação das Soluções de Recuperação Paisagística	69
4.1	FASE 1 - Recuperação a Curto Prazo.....	70
4.1.1	Procedimentos	70
4.1.2	Infraestruturas.....	74
4.2	FASE 2 – Recuperação segundo o avanço da exploração;.....	80
4.3	FASE 3 – Fase Final e Apresentação das Opções de Recuperação.....	82
4.3.1	Opção A.....	82
4.3.2	Opção B	85
4.3.3	Opção C	90
5	Conclusão.....	95
6	Bibliografia	99

Anexos

Anexo A – Boletins de Análise da Amostra “Azul Céu”

Anexo B – Boletim de Análise da Água da Bacia

Anexo C – Dimensionamento do Tanque de Tratamento

Anexo D – Fase I

Anexo E – Fase II

Anexo F – Fase III

Índice de Figuras

<i>Figura 1- "If you can't grow it, then you must mine it". Fonte: (Carvalho, 2009).</i>	5
<i>Figura 2 - Planta de localização geográfica da região e Concelho onde se insere a área de estudo (Penafiel). Fonte: (PUBLlambiente, 2003).</i>	6
<i>Figura 3 - Representação da área da Pedreira e as povoações mais próximas. Fonte: Adaptado da Carta Militar nº 124.</i>	7
<i>Figura 4 - Rede Viária fundamental que atravessa o Concelho de Penafiel. Fonte: (Santos, 2009).</i>	8
<i>Figura 5 - Rede Viária Complementar. Fonte: Adaptado da Carta Militar nº 124.</i>	9
<i>Figura 6 - Freguesias do Concelho de Penafiel com ênfase para aquela onde se insere a pedreira. Fonte: (Concelho Local de Acção Social de Penafiel - Rede Social de Penafiel, 2006).</i>	10
<i>Figura 7 - Estrutura do emprego por sector de actividade económica em 2001. Fonte: Câmara Municipal de Penafiel.</i>	12
<i>Figura 8 - Esquema explicativo do percurso da Sílica quando inalado. Fonte: (Zirtec, 2009).</i>	14
<i>Figura 9 - Produtos Finais da Empresa: a) Blocos para Serra ; b) Semi-blocos ; c) Alvenaria ; d) Colunas e pilares ; e) Pedra-Rachada ; f) Cubos para Calçada. Fonte adaptado de: (Arlindo da Mota Soares, Lda - GRANITOS, 2010).</i>	15
<i>Figura 10 - Compressor de ar a operar na empresa.</i>	16
<i>Figura 11 - Perfuradora.</i>	17
<i>Figura 12 - Representação das Escavadoras Giratórias em laboração.</i>	17
<i>Figura 13 - Pá Carregadora pertencente á empresa.</i>	18

<i>Figura 14 - Camião da exploração.....</i>	<i>18</i>
<i>Figura 15 - Operário a executar a sua função numa máquina de quebra de blocos.</i>	<i>19</i>
<i>Figura 16 - Esboço Geológico de Portugal Continental. Fonte: (Moura et al., 2002).....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 17 - Granitóides Sin-Orogénicos biotíticos Tardi a pós F₃. Fonte: (Ferreira et al.).</i>	<i>21</i>
<i>Figura 18- Representação das rochas plutónicas da zona de Penafiel. Fonte adaptada: Carta Geológico de Portugal, folha 9-D; Penafiel.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 19 - Métodos de exploração a céu aberto empregues na pedreira para a extracção do granito.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 20 - Falha Geológica Sub-horizontal.</i>	<i>26</i>
<i>Figura 21 - Destaque para a instabilidade do talude à cota 370-390.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 22 - Ilustração da projecção estereográfica e da projecção esférica. Fonte: (Cerdeira et al., 2010).</i>	<i>48</i>
<i>Figura 23 - Tipos de instabilidade de blocos. Fonte: (Costa et al., 2010).</i>	<i>49</i>
<i>Figura 24 - Representação de Pontos de Planos.</i>	<i>50</i>
<i>Figura 25 - Representação dos Pontos e Pólos de Planos.</i>	<i>50</i>
<i>Figura 26 - Intercepção de Planos.</i>	<i>51</i>
<i>Figura 27 - Representação das Famílias de Pólos de Planos.</i>	<i>52</i>
<i>Figura 28 - Resultado Final.</i>	<i>53</i>
<i>Figura 29 - Esquema dos tipos de intervenção na recuperação de espaços afectos à Indústria Extractiva. Fonte: adaptado (Sousa, 1993).</i>	<i>55</i>
<i>Figura 30- Esquema de uma vala de retenção. Fonte: (Lawrence et al., 2001).</i>	<i>56</i>

<i>Figura 31 - Muros de Gabiões. Fonte: (Carvalho et al., 1991).....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 32 - Esquema ilustrativo da aplicação de Ancoragens. Fonte: (Carvalho et al., 1991).....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 33 - Máquina que efectua os furos para serem instaladas as Pregagens. Fonte: (Geoprolífero, 2009).</i>	<i>58</i>
<i>Figura 34 - Exemplo de aplicação de Redes junto á Ponte D.Luís, na cidade do Porto. .</i>	<i>59</i>
<i>Figura 35 - Exemplo da conjugação de técnicas onde para além dos drenos e de ancoragens se aplica redes, para a estabilização dos taludes.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 36 - Parede de contenção do tipo Berlim.</i>	<i>60</i>
<i>Figura 37 - Ilustração da aplicabilidade deste processo e a máquina associada a esta técnica.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 38 - Projecção de cimento, correspondente a uma intervenção realizada a um talude junto ao rio Douro.</i>	<i>61</i>
<i>Figura 39 - Diversidade de materiais aplicados nas TEN. Fonte:(Matos, 2008).....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 40 - Utilização prática de tutores. Fonte: (Loja da Caça, 2009).</i>	<i>63</i>
<i>Figura 41 - Resultado da aplicação da Hidrossementeira. Fonte: (HortiRelva, 2010). ..</i>	<i>64</i>
<i>Figura 42 – Aplicação da Manta Orgânica na linha do Norte. Fonte: (Ribeiro, 2008)...</i>	<i>65</i>
<i>Figura 43 – Faseamento da construção da Paliçada Viva. Fonte: (Freitas, 2007).</i>	<i>66</i>
<i>Figura 44 - Intervenção aplicando o muro de suporte vivo. Fonte: (Freitas, 2007).</i>	<i>66</i>
<i>Figura 45 - Fases de construção da tecnica grade viva. Fonte: (Freitas, 2007).</i>	<i>67</i>
<i>Figura 46 - Placa colocada face à estrada de acesso.</i>	<i>72</i>
<i>Figura 47 – Via a ser alvo de intervenção.....</i>	<i>73</i>

<i>Figura 48 - Aplicação dos aspersores.</i>	<i>73</i>
<i>Figura 49 - Ilustração da cicatriz provocada na paisagem.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 50 - Destaque para a falha geológica em duas perspectivas.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 51 - Lava-Rodas. Fonte: (Z.L Equipamentos & Caldeiraria, 2010).....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 52 - Contentor industrial.</i>	<i>77</i>
<i>Figura 53 - Lagoa do tipo a implementar no tratamento de DMA. Fonte: (Fiúza, 2009).</i>	<i>78</i>
<i>Figura 54 - Representação da experiência e do recipiente, respectivamente.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 55 - Esquema das diversas soluções associadas à drenagem superficial. Fonte: adaptado de (Carvalho et al., 1991).....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 56 - Representação da construção de um aterro sanitário. Fonte: (Universidade Estadual Paulista, 2001).</i>	<i>87</i>
<i>Figura 57- Fotografias do estádio do Braga de diferentes perspectivas. Fonte: (Bastos et al., 2006).</i>	<i>92</i>

Índice de Tabelas

<i>Tabela 1- Distâncias, localização e a freguesia onde se insere a área da Pedreira face às povoações vizinhas. Fonte: adaptado do Google Earth.</i>	<i>4</i>
<i>Tabela 2 - Indicadores das Freguesias Limítrofes em relação á Freguesia de Perozelo. Fonte: (Concelho Local de Acção Social de Penafiel - Rede Social de Penafiel, 2006); INE.</i>	<i>8</i>
<i>Tabela 3 - Dados do desemprego relativos ao Distrito do Porto, no período compreendido entre Março de 2008 e Março de 2010. Fonte: População Activa – Anuário Estatístico da Região Norte, INE 2008 ; Dados de Desemprego – IEFP, Abril 2010.</i>	<i>10</i>
<i>Tabela 4 - Apresentação dos Granitos Hercínicos. Fonte: (Medeiros et al., 1980)</i>	<i>19</i>
<i>Tabela 5 - Minerais essenciais da amostra "Azul Céu".....</i>	<i>20</i>
<i>Tabela 6 - Minerais Acessórios da amostra "Azul Céu".....</i>	<i>20</i>
<i>Tabela 7 - Ensaios Físico-Mecânicos.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 8 - Valores da análise química do Granito "Céu Azul".....</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 9 - Síntese dos trâmites do processo de licenciamento. Fonte: adaptado (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro, 2009).....</i>	<i>28</i>
<i>Tabela 10 - Vantagens e Desvantagens das TEN. Fonte: (Matos, 2008).</i>	<i>60</i>
<i>Tabela 11 - Lista de Resíduos admissíveis sem verificação de conformidade.</i>	<i>85</i>

1º Capítulo

Estudo Introdutório

1 Estudo Introdutório

1.1 Introdução Geral

A necessidade pelos recursos minerais da Terra data desde os primórdios da humanidade, por se revelarem vitais no desenvolvimento económico, social e cultural dos povos. Prova disso mesmo foi a evolução da Europa, onde a indústria extractiva assumiu um papel preponderante sobretudo a partir da revolução industrial (figura 1). Contudo, nas últimas décadas esta tendência tem vindo a ser alterada pela deslocalização desta actividade para outros continentes, principalmente pelos impactes que provoca nas populações.

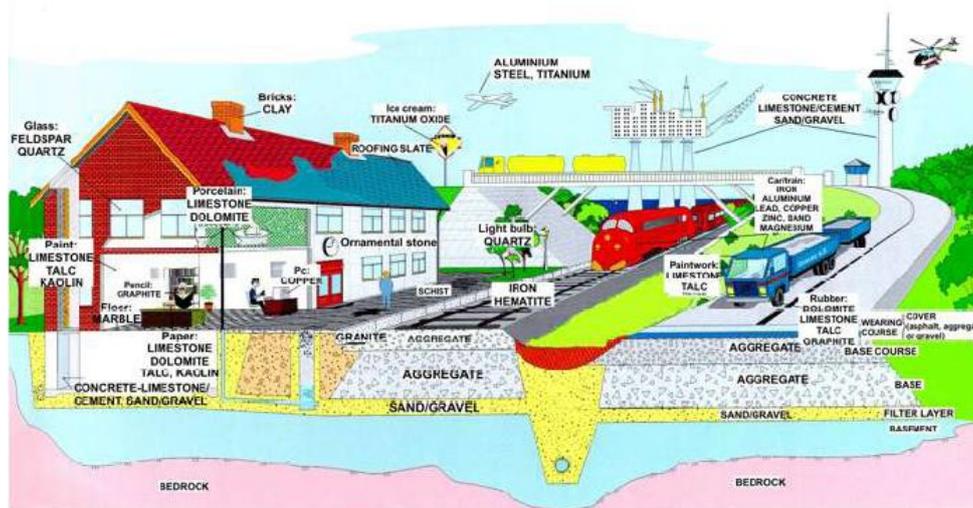


Figura 1- "If you can't grow it, then you must mine it". Fonte: (Carvalho, 2009).

Um Plano Ambiental de Recuperação Paisagística (PARP) encontra-se intimamente associado ao encerramento de uma Pedreira. De facto, um plano desta natureza é o último a ficar completo, contudo deve ser aplicado durante a vida útil da mesma e não apenas no final. Durante a fase de exploração, podem-se verificar períodos em que por razões de mercado, pela conjectura internacional, por despacho da entidade licenciadora, ou até por alteração tecnológica não seja economicamente viável a sua exploração ou não estejam a ser cumpridos os trâmites da concessão. Nestas circunstâncias, recorre-se à cessação temporária de laboração, mantendo-se as instalações em manutenção permanente.

A recuperação de um espaço como este, uma pedreira a céu aberto, pode ter inúmeras possibilidades de acordo com vários factores. De entre estes, destacam-se o enquadramento Sócio-Económico e Ambiental, as características do maciço e aptidão dos solos, de questões relacionadas com o Plano Director Municipal (PDM) do local de implementação do projecto, da ocupação humana, da própria longevidade da pedreira e do capital disponível para o efeito.

1.2 Enquadramento da Área em Estudo

A Pedreira n.º 5065 – Costa Queimada, localiza-se no NW de Portugal Continental, Distrito do Porto, Concelho de Penafiel, Freguesia de Perozelo, lugar de Quintã.

A figura 2 apresenta a planta de localização geográfica da Pedreira n.º 5065 – Costa Queimada numa vertente Norte, referenciando o Concelho onde se insere:

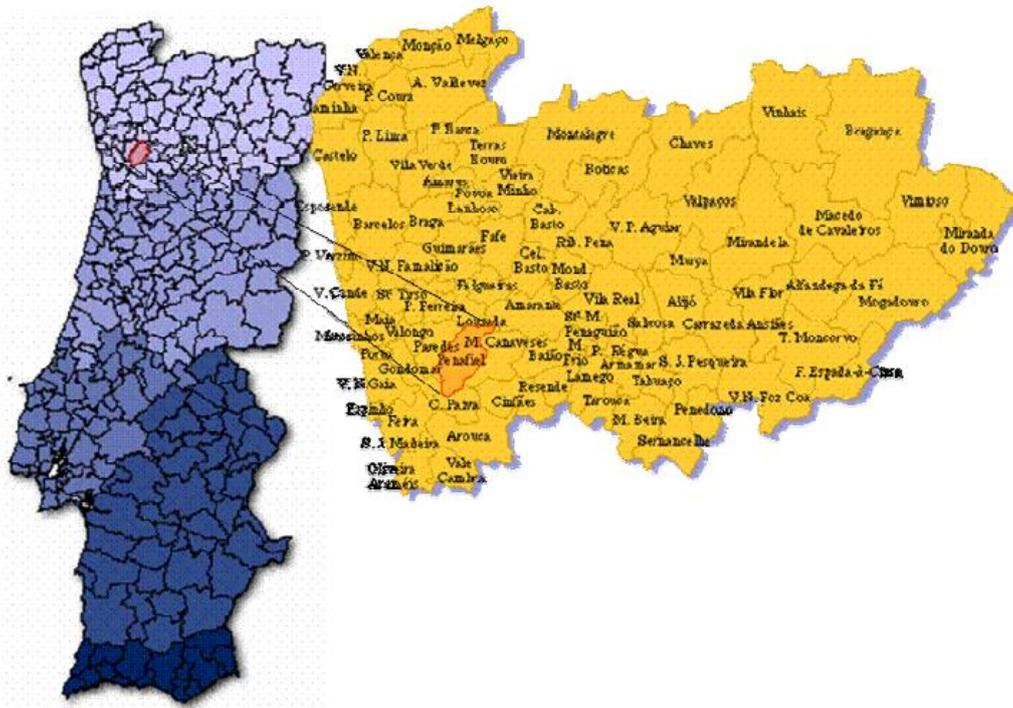


Figura 2 - Planta de localização geográfica da região e Concelho onde se insere a área de estudo (Penafiel). Fonte: (PUBLambiente, 2003).

De acordo com a Carta de Ordenamento do Plano Director Municipal (PDM) de Penafiel, a área em estudo encontra-se integrada em “Espaços para a Indústria de Extracção de Granitos”, mais especificamente em área cativa e de reserva.

Nestes moldes, a exploração confinará a Norte com uma área extractiva, onde prevalece uma pedreira desactivada propriedade de José Alves, a Sul por uma pedreira do grupo “Agregor Agregados – Extracção de Inertes SA” que se dedica à produção de britas, a Este com área de floresta integrada na freguesia de Luzim e a Oeste pela estrada em paralelo de acesso a várias pedreiras.

A povoação mais próxima da área do projecto é Quintã, localizando-se ainda na sua envolvente a povoações de Miravale, Cristovão e Perozelo (centro), cuja orientação e distância relativa à área da Pedreira se apresentam na tabela 1:

Tabela 1- Distâncias, localização e a freguesia onde se insere a área da Pedreira face às povoações vizinhas. Fonte: adaptado do Google Earth.

Povoação	Freguesia a que pertence	Localização relativa à área do projecto	Distância aproximada da povoação à área do projecto (m)
Quintã	Perozelo	NW	550
Miravale	Luzim	NE	700
Cristovão	Luzim	SE	700
Perozelo (centro)	Perozelo	NW	900

Na figura 3, encontra-se representado as características inerentes ao local, descritas anteriormente.

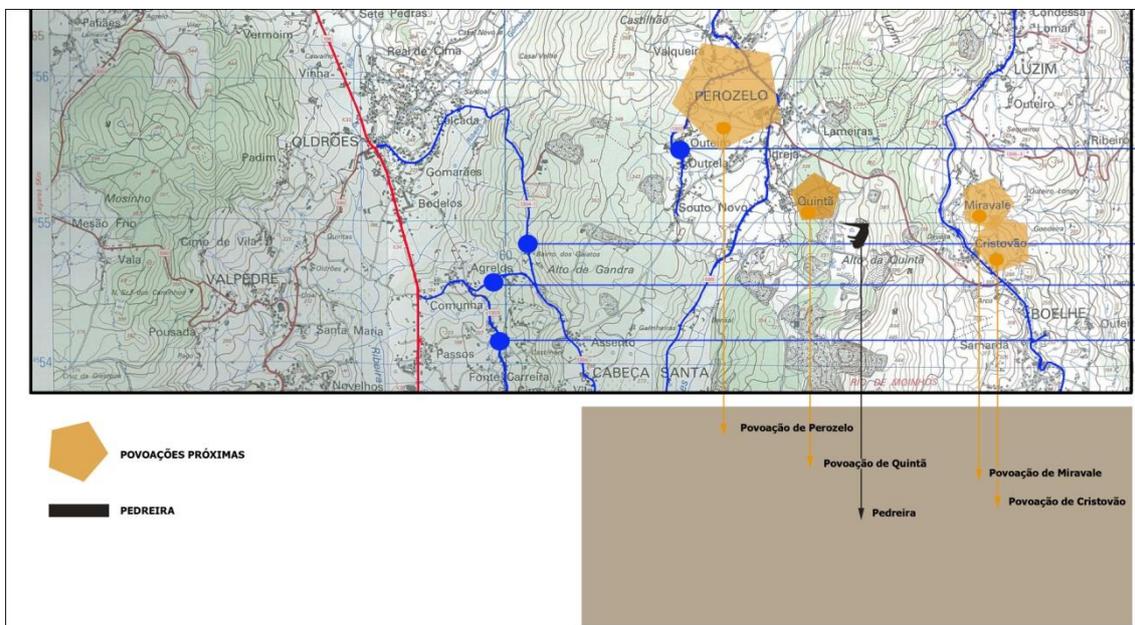


Figura 3 - Representação da área da Pedreira e as povoações mais próximas. Fonte: Adaptado da Carta Militar nº 124.

1.3 Acessibilidades

Em termos de acessibilidades, a área do projecto é instituída por uma rede viária com várias classificações que permitem estabelecer importantes ligações inter-urbanos e regionais, não obstante a importância da futura ligação do Itinerário Complementar nº35 (IC35) prevista desde o ano de 2001.

O Concelho de Penafiel em relação à rede viária fundamental (figura 4) é atravessado pela Auto-Estrada nº4 (A4) que estabelece a ligação Porto – Penafiel - Amarante e mais a Norte do Concelho pela Auto-Estrada nº11 (A11) que une Penafiel – Guimarães – Braga (Santos, 2009).



Figura 4 - Rede Viária fundamental que atravessa o Concelho de Penafiel. Fonte: (Santos, 2009).

Quanto à rede complementar (figura 5), destacam-se os acessos das Estradas Nacionais (EN) e Estradas Municipais (EM), que garantem os principais eixos que cruzam o Concelho. Da rede Municipal, consideram-se ainda os Caminhos Municipais que correspondem ao elo de ligação às EN e EM. Na Figura 5, encontram-se representadas as principais vias de acesso ao local em análise, com a devida descrição de ligação de cada troço.

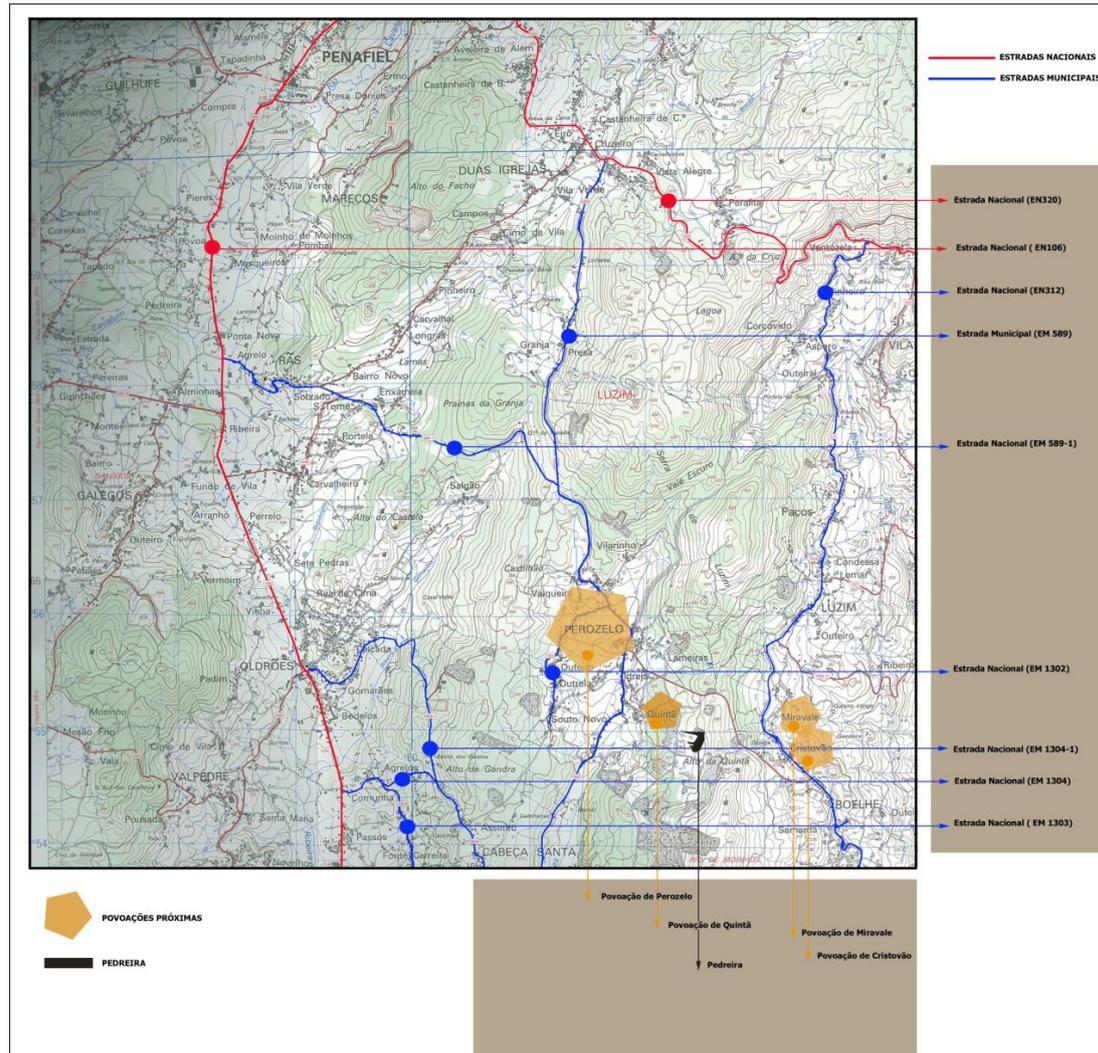


Figura 5 - Rede Viária Complementar. Fonte: Adaptado da Carta Militar nº 124.

- EN 106 – liga Vizela a Entre-os-Rios, passando por Penafiel e São Vicente, que estabelece conexão com a Estrada Regional nº108 que segue para Mesão Frio;
- EN 15 – liga Porto – Penafiel - Bragança;
- EN 312 – liga a EN 106 à EM 589;
- EN 320 – liga Penafiel a norte ao Concelho de Lousada e pelo Sul ao Concelho de Marco de Canavezes passando por Aguiar de Sousa e Melres;
- EM 589 – liga a EN 312 à EN 320;
- EM 589-1 – liga a EM 589 à EN 106;
- EM 1302 – liga o lugar de Souto Novo, em Perozeiro, à EM 589;
- EM 1303 – liga a EN 312 à EM 1304;
- EM 1304 – liga EN 106 à EM 589;
- EM 1304-1 – liga a EM 1304 à EN 106, passando pelo lugar de Calçada;
- EM 1305 – liga Meios à EM 589;
- EM 1310 – liga EN 106 à EN 312.

Com a adjudicação do IC35, que constituirá uma alternativa à actual EN 106 entre Penafiel (IP4) e Entre-os-Rios, será uma mais valia para o escoamento dos produtos finais da pedra, permitindo ainda uma minimização dos impactos nas populações inerentes ao tráfego de veículos pesados.

1.4 Enquadramento Sócio-Económico

O Concelho de Penafiel, situado no distrito do Porto, é um dos seis que constituem o agrupamento de Concelhos do Vale de Sousa, ocupando uma área de cerca de 212,3 km². Na sua organização administrativa divide-se em 38 Freguesias (Figura 6), das quais apenas 11 têm classificação de Áreas Predominantemente Urbanas, sendo as restantes e, nomeadamente a Freguesia de Perozelo, classificadas como Áreas Medianamente Urbanas, de acordo com a Tipologia de Áreas Urbanas do INE. Nos Censos de 2001, a população rondava os 72.000 habitantes, dos quais 54.500 habitavam em lugares com menos de 2.000 habitantes.

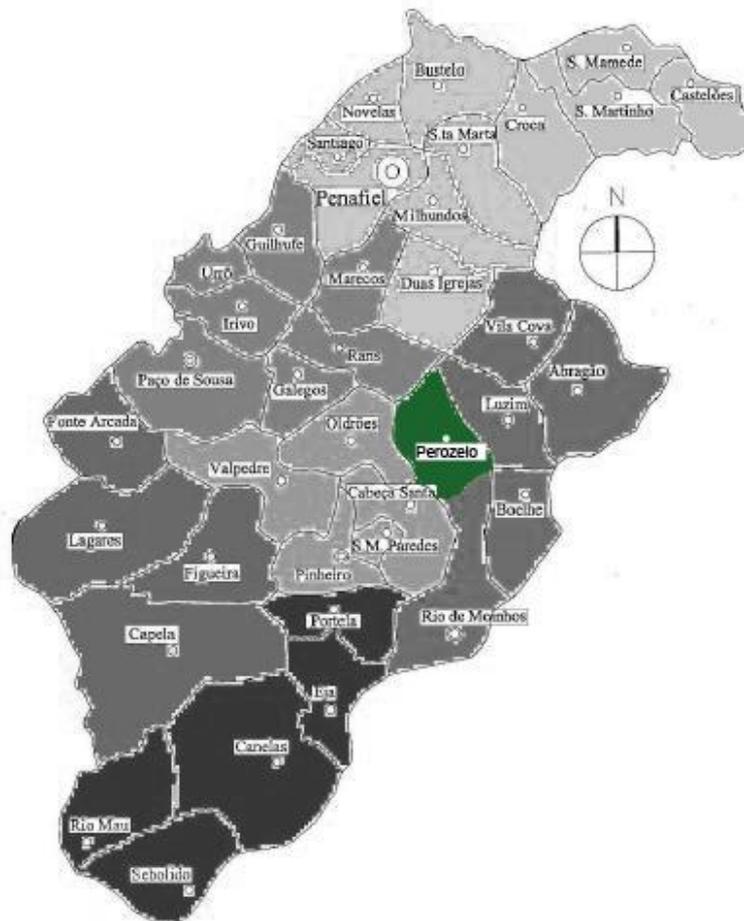


Figura 6 - Freguesias do Concelho de Penafiel com ênfase para aquela onde se insere a pedra. Fonte: (Concelho Local de Acção Social de Penafiel - Rede Social de Penafiel, 2006).

A tabela 2, ilustra alguns indicadores das freguesias limítrofes em relação à freguesia onde se insere o projecto, Perozelo.

Tabela 2 - Indicadores das Freguesias Limítrofes em relação á Freguesia de Perozelo. Fonte: (Concelho Local de Acção Social de Penafiel - Rede Social de Penafiel, 2006); INE.

<i>Freguesia</i>	<i>Localização relativa à Freguesia onde se insere o Projecto</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>População (Habitantes)</i>
Rans	NNO	3	1651
Oldrões	O	4,4	2028
Cabeça Santa	SSO	6,9	2537
Rio de Moínhos	S	8,2	2977
Luzim	E	6,4	940
Perozelo		3,8	1366
Total		32,7	11.499
Densidade Populacional (Habitantes por Km ²)		351,66	

Em termos de estrutura etária a região em estudo, incluindo o Concelho de Marco de Canavezes e Penafiel, caracteriza-se por apresentar uma demografia favorável, pela prevalência de populações jovens.

Tendo como base os dados do Pré-diagnóstico Social, Penafiel apresenta uma taxa de analfabetismo superior ao agrupamento onde se insere, do Norte e, até mesmo do País. De realçar ainda, que é um Concelho onde, o insucesso escolar, a indisciplina como desmotivação para a aprendizagem, as baixas competências de inserção e o abandono escolar persistem.

Apesar de toda evolução positiva dos últimos anos, Penafiel para além de se deparar com a prevalência das baixas qualificações entre a sua população, apresenta uma certa fragilidade do tecido Económico-Empresarial, constituído essencialmente por empresas de pequena e média dimensão. Predominam as actividades de trabalho intensivo da indústria têxtil e de confecções, o comércio e serviços, a construção civil e obras públicas e a indústria extractiva, sendo mesmo um dos pólos mais relevantes de exploração de granito do País.

Assim, a realidade Penafidense no que diz respeito à estrutura do emprego por sector de actividade económica, verifica-se que o sector secundário detém a maior fatia da mão-de-obra, com 56 %, seguindo-se o sector terciário, com 40%, sendo os restantes 4% absorvidos pelo sector primário – Figura 7.



Figura 7 - Estrutura do emprego por sector de actividade económica em 2001. Fonte: Câmara Municipal de Penafiel.

O sector secundário, onde se inclui a empresa *Arlindo Mota Soares Lda.*, concentra a maior parte da estrutura económica do concelho, sendo a freguesia onde se insere uma das nove referenciadas como das que mais contribui para o desenvolvimento deste sector de actividade.

Um dos flagelos que assola todo o País e, o Concelho de Penafiel não é excepção, diz respeito ao desemprego. De facto, a Taxa de Desemprego em Março de 2010, rondava os 11,2% que a par do Concelho da Maia com 11,1% apresentavam os valores mais baixos do Distrito, fixando-se a média nos 13,8% (Tabela 3). Contudo, estes valores excedem em larga medida o valor apresentado para o Continente que, se situava em torno dos 10,2%, sendo apenas mais um indicador que evidencia as notícias de que a zona Norte é a mais pobre do País.

Tabela 3 - Dados do desemprego relativos ao Distrito do Porto, no período compreendido entre Março de 2008 e Março de 2010. Fonte: População Activa – Anuário Estatístico da Região Norte, INE 2008 ; Dados de Desemprego – IEFP, Abril 2010.

<i>Concelho</i>	<i>Desemprego Março -2008 (%)</i>	<i>Desemprego Março – 2009 (%)</i>	<i>Desemprego Março – 2010 (%)</i>
Amarante	12,50	13,40	15,0
Baião	18,01	22,09	23,8
Felgueiras	12,24	12,29	11,8
Gondomar	9,54	11,34	12,9
Lousada	5,40	8,87	11,5
Maia	7,90	9,57	11,1
Marco de Canavezes	10,04	12,73	16,2
Matosinhos	7,91	8,83	10,3
Paços de Ferreira	6,24	8,99	12,1
Paredes	6,73	9,95	12,6
<i>Penafiel</i>	<i>6,57</i>	<i>8,47</i>	<i>11,2</i>
Porto	11,15	12,66	14,1
Póvoa de Varzim	8,32	10,55	13,2
Santo Tirso	14,47	17,11	18,4
Trofa	11,29	14,93	17,0
Valongo	10,12	12,55	14,7
Vila do Conde	9,25	11,45	15,0
Vila Nova de Gaia	11,22	13,17	16,2
<i>Total do Distrito</i>	<i>9,75</i>	<i>11,70</i>	<i>13,8</i>
<i>Total Continente</i>	<i>7,03</i>	<i>8,69</i>	<i>10,2</i>

Uma temática que importa realçar nesta alínea é a saúde associada a este sector de actividade. Segundo um estudo realizado pelo Centro Regional de Saúde Pública do Norte (CRSP-N), com base nas notificações do período compreendido entre 1998 e 2004, do Centro Nacional de Protecção Contra os Riscos Profissionais, revelam que o Concelho de Penafiel ocupa um lugar cimeiro no que concerne à Silicose.

A Silicose, consiste na doença profissional mais antiga, instruindo-se em trabalhadores que inalam pó de sílica durante um período considerável da sua vida activa que, acaba por se alojar nos alvéolos pulmonares (Figura 8). A dispneia, a tosse e a expectoração são alguns dos sintomas menos graves associados a esta patologia, podendo em situações mais preocupantes verificar-se o comprometimento do coração e uma maior propensão para o desenvolvimento de Tuberculose. Estes sintomas, têm tendência a manifestar-se geralmente após 20 ou 30 anos, ou em situações limite em menos de 10 anos.

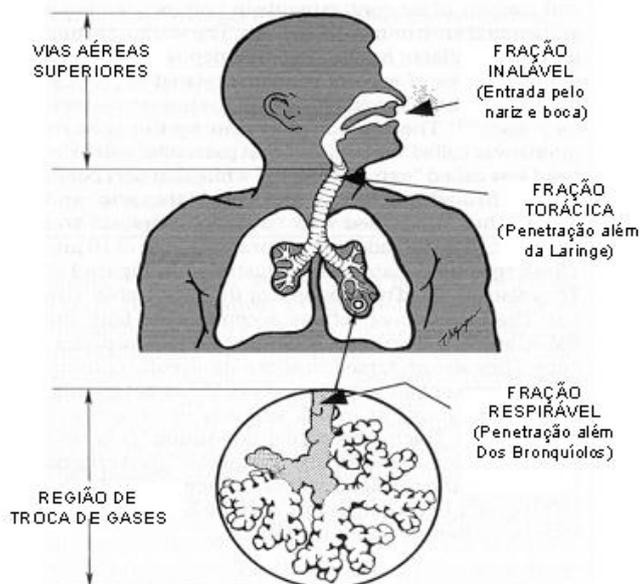


Figura 8 - Esquema explicativo do percurso da Sílica quando inalado. Fonte: (Zirtec, 2009).

Para atenuar, ou prevenir os efeitos nefastos que esta doença acarreta encontra-se na legislação medidas de prevenção colectivas e pessoais, que se procurará desenvolver neste documento.

Estes resultados apresentados pelo CRSP-N, devem-se ao facto de Penafiel ser um município onde a indústria extractiva se apresenta como uma grande impulsionadora do tecido industrial da região.

1.5 Empresa

A Pedreira da Costa Queimada pertence a “Arlindo da Mota Soares, LDA”, em actividade desde 1976, tendo sido licenciada em 1987 pela Direcção Regional de Economia do Norte (DRE-Norte) com o n.º 5065, encontrando-se a direcção técnica a cargo do Eng.º de Minas António Santos e Sousa.

Segundo o Decreto-Lei n.º 340/2007, a pedreira insere-se na classe 2, por extravasar o limite de 10m das escavações de profundidade, sendo uma classificação ordenada de 1 a 4 por ordem decrescente do impacte que provocam.

O material extraído da Pedreira da Costa Queimada, como actividade principal, destina-se essencialmente à produção de blocos em bruto, pedra-rachada (apenas por encomenda) e paralelos e cubos. Os blocos em bruto englobam os blocos para serra, os semi-blocos e a alvenaria. Relativamente aos blocos para serra são vendidos em bruto, ficando a sua transformação a cargo de outra empresa, com múltiplas possibilidades de empregabilidade (e.g. chapas para a construção civil). Os semi-blocos têm como finalidade a produção de cubos e a Alvenaria caracteriza-se por ter as faces irregulares tendo como utilização muros de suporte.

A pedra-rachada corresponde à produção de colunas e pilares, e por outro lado para muros e paredes na construção de casas.

Por último os paralelos e cubos são empregues para a pavimentação e obras públicas, estando disponível em diferentes medidas.

A figura 9 ilustra todos os produtos finais que a empresa disponibiliza no mercado.



Figura 9 - Produtos Finais da Empresa: a) Blocos para Serra ; b) Semi-blocos ; c) Alvenaria ; d) Colunas e pilares ; e) Pedra-Rachada ; f) Cubos para Calçada. Fonte adaptado de: (Arlindo da Mota Soares, Lda - GRANITOS, 2010).

Para a prossecução dos objectivos de produção, a empresa labora entre as 8h30 e 18h00 cinco dias por semana e emprega uma equipa permanente de cerca de 14 operários.

A área extractiva é de cerca 3ha, a que correspondem reservas geológicas totais na ordem dos 504.000 m³. A um ritmo de produção anual de 40.000 m³/ano, esta exploração terá um tempo de vida útil estimado de 13 anos.

1.6 Instalações e Equipamento

No que diz respeito às instalações adjacentes e ao equipamento existente na exploração é de salientar a sua referência na medida em que o plano de desactivação contempla este aspecto nomeadamente o fim a dar às mesmas aquando da cessação de actividade.

O requerente conta na empresa com quatro bancas de trabalho, escritório e instalações sanitárias, alpendre e, uma pequena infraestrutura de apoio á balança.

Segundo (Sameiro, 2008), os equipamentos a operar na pedreira da Costa Queimada, são passíveis de ser divididos em três conceitos:

- Meios Auxiliares (Compressor de Ar);
- Meios Interventivos (Perfuradora, Escavadora Giratória, Pás Carregadoras, Camião);
- Equipamentos de Transformação (Máquinas de quebra blocos).

1.6.1 Meios Auxiliares

Compressor de Ar: como meios auxiliares, apenas se destaca um compressor de ar (Figura 10), que é utilizado sobretudo nas bancas de quebra de paralelepípedos (Sameiro, 2008).



Figura 10 - Compressor de ar a operar na empresa.

1.6.2 Meios Interventivos

Perfuradora (figura 11) – caracteriza-se por ser um equipamento com autonomia própria, que efectua os furos no maciço que são carregados com explosivos (Sameiro, 2008).



Figura 11 - Perfuradora.

Escavadora Giratória (Figura 12) – na exploração existem dois equipamentos desta natureza a operar. Trata-se um equipamento autónomo de grande capacidade de tracção nos ambientes mais hostis, devido às lagartas que lhe conferem elevada adaptabilidade ao meio. Possuem a capacidade de realizar os trabalhos de desmatagem, desprendimento e carregamento do material para o camião (Sameiro, 2008).



Figura 12 - Representação das Escavadoras Giratórias em laboração.

Pás Carregadoras (Figura 13) – estes equipamentos, à semelhança do anterior, é autónomo com tracção por eixos de rodas que dispõe de balde para carregamentos e posterior transporte para curtas distâncias ou para proceder á carga dos camiões (Sameiro, 2008).



Figura 13 - Pá Carregadora pertencente á empresa.

Camião (Figura 14) – é um veículo de transporte apenas usado no interior da empresa, estabelecendo a deslocação de elevada capacidade de matéria útil entre a frente de obra e as bancas de trabalho (Sameiro, 2008).



Figura 14 - Camião da exploração.

1.6.3 Equipamentos de Transformação

Máquinas de quebra de blocos (Figura 15) – estes equipamentos encontram-se nas bancas de trabalho e são responsáveis pela transformação dos blocos de granito em paralelepípedos (Sameiro, 2008).



Figura 15 - Operário a executar a sua função numa máquina de quebra de blocos.

1.7 Enquadramento Geológico

Portugal Continental é constituído por três grandes unidades geológicas:

- Maciço Antigo;
- Orlas Meso-Cenozóicas;
- Bacias do Tejo e Sado.

O Maciço Antigo com uma distribuição espacial correspondente a cerca de dois terços do território nacional, predomina essencialmente séries xistentas Pré-Câmbricas e Paleozóicas com idade situadas entre o Câmbrico e o Pérmico, originando em algumas situações massas de mármore.

As séries xistentas, que referi anteriormente, foram originadas durante fases de intenso magmatismo relacionadas com as orogénias hercínica e alpina, por massas de rochas ígneas, abundando os granitos.

Relativamente às Orlas Meso-Cenozóicas, correspondem a massas sedimentares com origem no Pérmico e que incluem os períodos Triássico, Jurássico e Cretácico da Era Mesozóica. Nesta unidade geológica predomina o calcário e sedimentação de natureza arenosa e argilosa.

Por último, nas Bacias do Tejo e Sado, resultaram da instalação de dois importantes golfos subdividindo a Orla Meso-Cenozóica Ocidental durante o Terciário. Instalaram-se nesta fase sequências detríticas com níveis arenosos, mais ou menos grosseiros, com escalonações conglomeráticas e argilosas e, calcários lacustres.

A figura 16 apresenta um Esboço geológico de Portugal Continental.

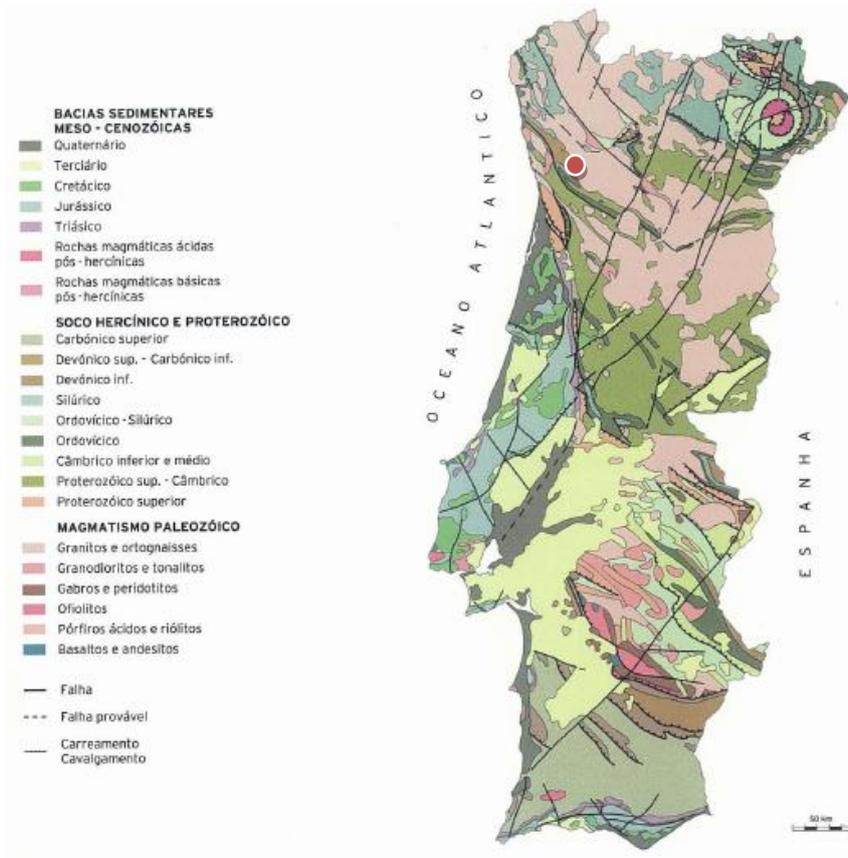


Figura 16 - Esboço Geológico de Portugal Continental. Fonte: (Moura *et al.*, 2002).

As rochas graníticas aflorantes na região de Penafiel, encontram-se implantadas na Zona Centro Ibérica (ZCI), que corresponde a uma das unidades Paleogeográfica de maior relevo do Maciço Hespérico, de grande estabilidade tectónica e de risco sísmico reduzido a baixo. As rochas em estudo pertencem a uma faixa de granitóides Variscos com orientação geral NW-SE, que se estendem desde o Alto Minho até as Beiras.

Os granitóides Sin-Orogénicos biotíticos Tardi a pós F_3 (Figura 17), caracterizado mais à frente, em termos genéticos-tectónicos e mineralógicos, indiciam entroncar num único ramo em que de facto o posicionamento dentro do orógeno hercínico é próximo e a radicação parece comum. Todavia distinguem-se por diferenciações mineralógico-estruturais paralelas de fase ou tempos de instalação.

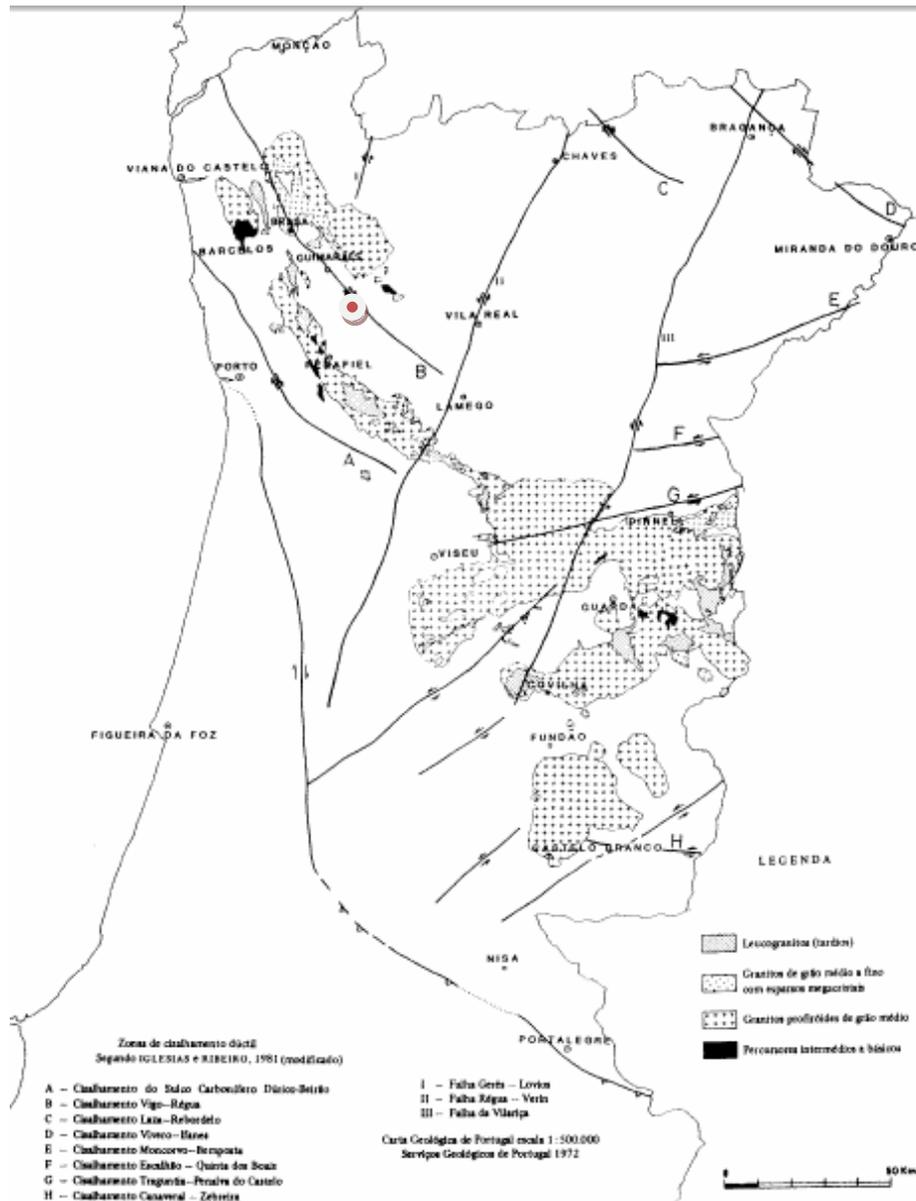


Figura 17 - Granitóides Sin-Orogénicos biotíticos Tardi a pós F_3 . Fonte: (Ferreira *et al.*).

A tabela 4 ilustra as várias distinções dentro dos Granitos Hercínicos,

Tabela 4 - Apresentação dos Granitos Hercínicos. Fonte: (Medeiros *et al.*, 1980)

Granitos Hercínicos	<i>Tardi a pós-tectónicos</i>	Granitos Monzoníticos de duas micas essencialmente biotíticos;
		Granitos Monzoníticos porfiróides, de duas micas essencialmente biotíticos;
		Granodioritos e raros Quartzodioritos biotíticos;
	<i>Tardi-tectónicos</i>	Granitos porfiróides, de grão grosseiro, com duas micas, essencialmente biotíticos.

O maciço que inclui a Pedreira da Costa Queimada insere-se no grupo de Granitos Monzoníticos Porfiróides, de duas micas essencialmente biotíticos. Estes granitos, constituem uma série intrusiva à Tardi - tectónica, preenchendo a parte mais interna entre as zonas de cisalhamento do sulco Carbonífero Dúrico - Beirão e de Vigo – Régua. Abrangem toda uma faixa de orientação NW-SE, que se prolonga tanto para Norte como para Sul.

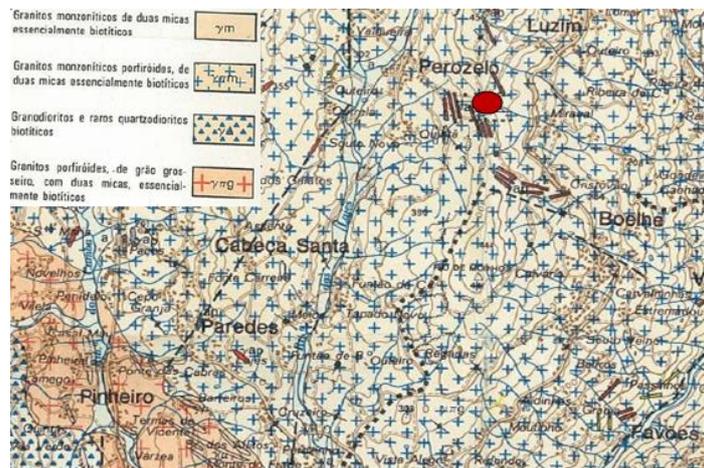


Figura 18- Representação das rochas plutónicas da zona de Penafiel. Fonte adaptada: Carta Geológico de Portugal, folha 9-D; Penafiel.

A nível macroscópico, as rochas manifestam um diaclasamento espaçado, cor cinzenta, grão uniforme, especificidades estas que lhe conferem importância industrial. As diaclases mais comuns apresentam uma orientação N 30° E, que com o aumento da densidade facilita a alteração deutérica incutindo, assim às rochas uma tonalidade amarela-acastanhada.

1.7.1 Caracterização do Granito “Azul Céu”

Relativamente ao estudo petrográfico, realizado pela Secção de Petrologia e Gemologia do LNEG a partir de uma amostra (“Azul Céu”) oriunda da pedreira em estudo, em termos de macroscopia trata-se de uma rocha ígnea granitóide de granulado médio, duas micas, com leve tendência porfiróide, de cor cinzenta azulada clara, homogénea e compacta. A nível de microscopia revelou-se uma rocha ígnea granitóide com textura hipidiomórfica granular e granulado médio, de duas micas, com deformação cataclástica e alteração ambas moderadas e composição mineralógica de monzogranito. Apresenta idade Hércínica tardi ou pós tectónica, relativamente à terceira fase de deformação Hércínica D3. Na tabela 5 e 6 apresentam-se as percentagens relativas aos minerais essenciais e aos minerais acessórios, respectivamente.

Tabela 5 - Minerais essenciais da amostra "Azul Céu".

<i>Minerais Essenciais</i>	
Quartzo (%)	29,0
Plagioclase (oligoclase cálcica a andesina, oligoclase e albite) (%)	27,7
Feldspato potássico (microclina e ortoclase) (%)	19,3
Moscovite (%)	14,3

Tabela 6 - Minerais Acessórios da amostra "Azul Céu".

<i>Minerais Acessórios</i>	
Biotite (%)	3,2
Clorite (%)	1,2
Apatite, ilmenite, rútilo, zircão, monazite, xenótimo, caulinite, óxidos de ferro e titânio, esfena, silimanite, etc. (%)	5,3

Em relação aos ensaios físico-mecânicos apresentados pelo LNEG, encontram-se ilustrados na tabela 7 a média dos valores relativos ao granito explorado, “Azul Céu”. Nesta tabela é possível observar, ainda os resultados de outros granitos da região – Cinzento de Rio de Moinhos e Cinzento Alpendurada.

Tabela 7 - Ensaios Físico-Mecânicos.

<i>Ensaios Físico-Mecânicos</i>			
<i>Ensaios</i>	<i>Azul Céu</i>	<i>Cinzento Rio de Moinhos</i>	<i>Cinzento Alpendurada</i>
Determinação da Resistência à Compressão (kg / cm ²)	2183	1618	1643
Determinação da Resistência à flexão sob a carga centrada (kg / cm ²)	187	156	221
Determinação da Densidade aparente (kg/m ³)	2640	2657	2652
Determinação Porosidade Aberta (%)	0,5	0,5	0,55
Determinação da Absorção de Água à pressão atmosférica (%)	0,2	0,19	0,20

Por último, na tabela 8 apresentam-se os valores referentes á análise química do granito “Céu Azul”, bem como do Cinzento de Rio Moinhos e do Cinzento Alpendurada.

Tabela 8 - Valores da análise química do Granito "Céu Azul".

<i>Análise Química</i>			
<i>Elemento</i>	<i>Azul Céu</i>	<i>Cinzento Rio de Moinhos</i>	<i>Cinzento Alpendurada</i>
SiO ₂ (%)	72,70	69,91	71,75
Al ₂ O ₃ (%)	14,72	15,45	14,30
Fe ₂ O ₃ – Fe total (%)	1,96	2,12	2,26
MnO (%)	0,03	0,04	0,03
CaO (%)	0,77	1,42	0,91
MgO (%)	0,43	0,43	0,36

O boletim de análise do LNEG, referente ao “Azul Céu” explorado na Pedreira da Costa Queimada, encontra-se no anexo A deste documento.

1.8 Caracterização da Exploração

Em termos operativos e realistas o método de exploração preconizado mantém-se similar ao actualmente existente, isto é, a céu aberto, parte em flanco de encosta e parte em rebaixo (Figura 19). Este facto, tem que ver com as duas qualidades de granito existente no maciço, granito amarelo nas cotas superiores (que se encontra abaixo da capa de alteração argilizada), e granito azul explorado em profundidade. Nestas circunstâncias o factor económico é que acaba por ditar o avanço da exploração, contudo em termos de Recuperação Paisagística é aconselhável esgotar os recursos no flanco de encosta decrescendo sucessivamente patamar a patamar a partir da cota mais elevada. Com este método é conseguida uma boa recuperação do maciço como fonte de matéria prima natural.

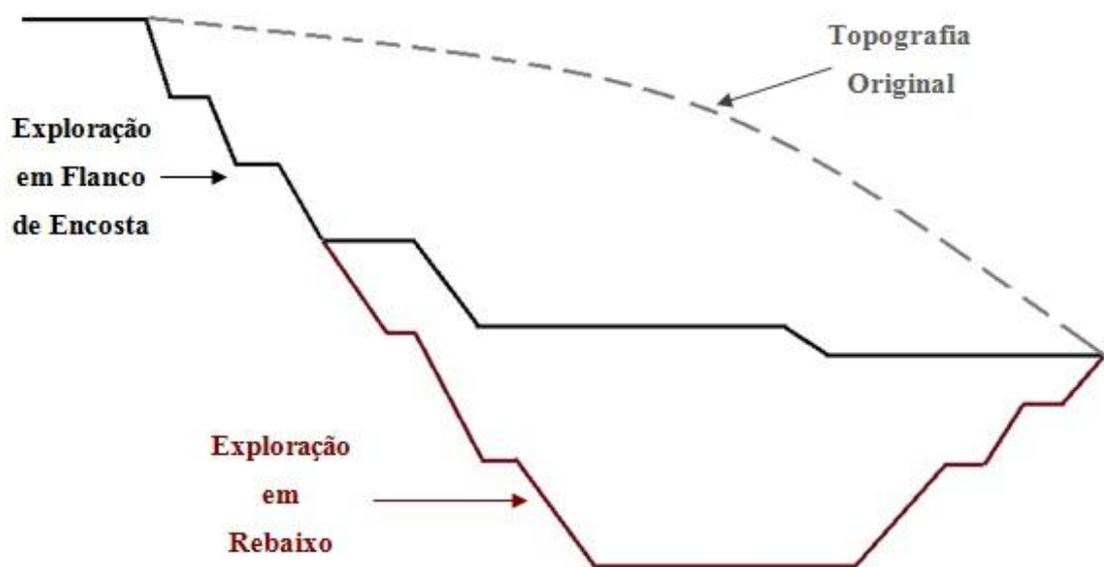


Figura 19 - Métodos de exploração a céu aberto empregues na pedreira para a extracção do granito.

Para o desmonte da massa mineral recorre-se ao rebentamento por explosivos que são colocados antecipadamente em furos realizados para o efeito pela máquina de perfuração. Neste caso em concreto, não é necessária uma elevada carga de explosivos pelo facto de o fito ser a desagregação de blocos, isto é, não é conveniente que esta carga fracture o maciço. No caso em concreto da pedreira em análise, a exploração é realizada através do conhecimento e da experiência empírica que dita a distância entre furos, o seu comprimento e a quantidade de explosivos por furo. O manuseamento da carga explosiva requer um técnico devidamente credenciado para o efeito e deve na medida do possível cumprir o período estipulado da parte da manhã entre as 11h e as 12h e no período da tarde entre as 17h e as 18h. Este procedimento, deve ser acompanhado previamente por uma sinalização sonora e visual, sendo todas estas medidas essenciais para preservar a segurança de pessoas e bens (Decreto-Lei 340/2007 de 12 de Outubro).

O avanço da exploração segue numa única frente, segundo a direcção de NE, com uma ligeira inclinação de forma a aproveitar as falhas geológicas, sub-horizontais (figura 20) e verticais e a topografia natural do terreno originando assim, bancadas de trabalho com uma altura que oscila entre os 10m e os 15m.



Figura 20 - Falha Geológica Sub-horizantal.

Segue-se o transporte para as bancas de trabalho e a limpeza da bancada, executada pela empresa situada a Sul (Agregpor), que conduz o material inerte para a sua unidade de transformação (britagem). Esta operação, permite por um lado libertar o espaço para a circulação de pessoal e equipamento para a execução dos desmontes subsequentes e, por outro lado possibilita economizar custos de logística (armazenamento e transporte) que um mecanismo desta natureza implica. Em cada patamar, na fase de esgotamento do recurso será armazenado (encostado ao talude) material inerte para posterior utilização na fase de Recuperação Paisagística.

Assim, o ciclo de trabalhos desta exploração do sector extractivo, divide-se em:

- Perfuração;
- Carregamento (com pólvora negra);
- Rebentamento;
- Carga e Remoção.

2º Capítulo

Legislação

2 Legislação

A primeira legislação que veio regulamentar este sector surge nos anos 20 do último século, incidindo apenas sobre o plano de lavra e a forma correcta de exploração de pedreiras, tendo sido sucessivamente alterada nas décadas seguintes em torno deste objectivo.

Na década de 70, com o Decreto-lei n.º 392/76 de 25 de Maio, são referidos pela primeira vez os fenómenos de pós-exploração apesar de ser apenas em 1982, com o Decreto-Lei n.º 71/82 de 26 de Outubro que esta questão alcança sustentabilidade para ser praticada, mencionando a salvaguarda da segurança e da recuperação paisagística. Ainda na década de 80, surgem preocupações relacionadas com a higiene e segurança nas minas e pedreiras a partir do Decreto-Lei n.º 18/85 de 15 de Janeiro (Bastos *et al.*, 2006).

A legislação específica que incorpora a recuperação paisagística de pedreiras como elemento de carácter obrigatório, surge na década de 90 com o Decreto-Lei n.º 89/90 de 16 de Março. Referindo este diploma, “O Plano Ambiental de Recuperação Paisagística visam a revitalização biológica, económica e cénica do espaço afectado pelas explorações, dando-lhes nova utilização, com vista ao estabelecimento do equilíbrio do ecossistema ou restituindo-lhe a primitiva aptidão” (DL 89/90).

Assim, a evolução da legislação para a indústria extractiva assenta em três principais vectores: a indústria extractiva como factor de desenvolvimento económico e científico, as preocupações com a higiene e segurança e, por último o ambiente e os impactes que esta indústria implica.

Neste capítulo, encontra-se preconizada a legislação inerente à componente técnica consultada no âmbito deste estudo.

2.1 Enquadramento Jurídico para o Licenciamento de Explorações de Depósitos Minerais

O processo de licenciamento de exploração de massas minerais baseia-se no Decreto-Lei n.º 340/2007, de 12 de Outubro, que veio republicar e não substituir o Decreto-Lei n.º 270/2001 de 6 de Outubro. Este novo documento prevê alterações quer a nível de procedimentos administrativos, quer a nível técnico. Entre as principais alterações destacam-se a valorização ambiental (onde é exigido um PARP ao requerente), as exigências e procedimentos da entidade licenciadora, do conteúdo do plano de pedreira e do responsável técnico (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro, 2009).

O processo de tramitação de licenciamento da exploração de massas minerais (pedreiras), é assim, enquadrado pelos seguintes diplomas legais:

- **Decreto-Lei n.º 270/2001**, de 6 de Outubro, na redacção dada pelo **Decreto-Lei n.º 340/2007**, de 12 de Outubro;
- **Declaração de Rectificação n.º 108/2007**, publicada no DR 1ª Série n.º 238, de 11 de Dezembro;
- **Portaria n.º 1083/2008**, de 24 de Setembro (Regulação de Taxas).

As entidades licenciadoras que abrangem este regime de licenciamento são:

- Câmara Municipal da área onde se insere o projecto alvo do pedido de licenciamento;
- DRE – Direcção Regional de Economia do sector territorial.

2.1.1 Trâmites do Processo de Licenciamento

Na tabela 9, procura-se sistematizar as principais fases no processo de Licenciamento de Exploração de Massas Minerais (Pedreiras), em termos legais.

Tabela 9 - Síntese dos trâmites do processo de licenciamento. Fonte: adaptado (Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro, 2009).

Enquadramento Jurídico	Trâmites do Processo
DL n° 370/2007	<p>I. Pedido de Licença</p> <p>a) O requerente faz o pedido de Licenciamento à Entidade Licenciadora (EL), em suporte digital e em duplicado (DL n°340/2007, art. 11°);</p> <p>b) A EL emite o Recibo do Requerimento e devolve-o ao Requerente (DL n° 370/2007, art.28.1°);</p> <p>Nota: A data do recibo representa o início do processo (DL n°370/2007, art. 28.2°);</p> <p>c) O Requerente recebe o recibo do Requerimento;</p> <p>d) A EL remete à Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) um exemplar do Requerimento no prazo de 20 dias (no caso de a EL ser a Direcção Regional de Economia – DRE) ou 10 dias (no caso de a EL ser uma Câmara Municipal, para efeitos de aprovação do PARP, em que a entidade competente pela aprovação do mesmo deve emitir o valor da caução (DL n°340/2007, art.28°.7 e 28°.8).</p> <p>Nota: No caso dos pedidos de licença de exploração de pedreiras sujeitas a Avaliação de Impacte Ambiental (AIA), o procedimento suspende-se até à data em que a entidade licenciadora tiver conhecimento da Declaração de Impacte Ambiental (DIA). A obtenção da aprovação do PARP pela CCDR é dispensada. A CCDR é consultada para fixar a caução (DL n°370/2007, art.28°.9).</p>
DL n° 370/2007	<p>II. Apreciação Técnica</p> <p>a) A CCDR abre um novo processo, ou identifica o n° de Processo existente;</p> <p>b) A CCDR averigua se é necessário entregar elementos adicionais;</p> <p>i. Se o Processo necessita de elementos adicionais, a CCDR solicita esses elementos ao Requerente através da EL (DL n° 370/2007, art.28°.5);</p> <p>ii. A EL recebe a solicitação da CCDR, suspende o prazo do procedimento até à apresentação dos elementos solicitados;</p> <p>iii. O requerente remete à EL os documentos em falta;</p> <p>iv. A EL recebe os elementos e remete um exemplar à CCDR para dar um parecer sobre a aprovação do PARP (DL n° 370/2007, art. 28°.5).</p> <p>c) A CCDR procede à análise técnica do Processo;</p>

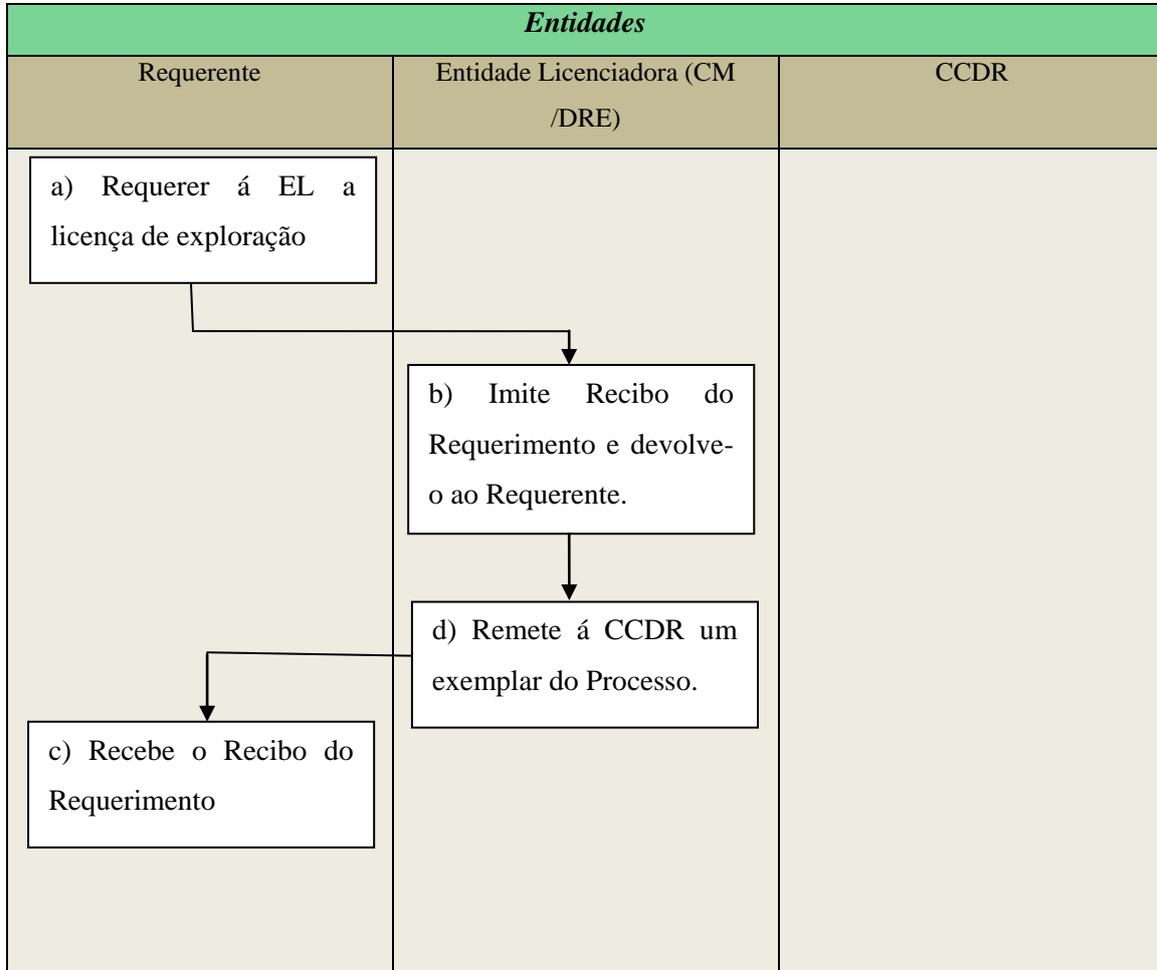
	<p>d) A CCDR elabora o Parecer sobre a aprovação do PARP,</p> <ol style="list-style-type: none"> i. Se o PARP for Indeferido, a CCDR envia à EL um Ofício com a decisão fundamentada, no prazo de 40 dias contados a partir da data da solicitação da EL (DL nº 370/2007, art.28°.7 b); ii. Se o PARP é Deferido, a CCDR delibera o valor da caução e envia Ofício à EL, comunicando a aprovação e o valor estabelecido da caução, no prazo de 40 dias contados a partir da data de solicitação da EL (DL nº 370/2007, art 28°.7 b e 52°).
<p>DL nº 370/2007</p>	<p>III. Decisão de Atribuição de Licença</p> <ol style="list-style-type: none"> a) A EL decide se atribui, ou não, a licença. <ol style="list-style-type: none"> i. A decisão sobre a atribuição ou denegação ao pedido de licenciamento será proferida no prazo de 80 dias contados desde a data do requerimento (DL nº 370/2007, art.28°.3); ii. Um pedido devidamente instruído de licença de exploração articulado ao abrigo da licença de pesquisa só pode ser indeferido no caso de não ser aprovado o plano de pedreira (DL nº 370/2007, art.29°.5). iii. A EL, após audição do requerente, no prazo que lhe for fixado, poderá à partida indeferir liminarmente o pedido de atribuição da Licença de Exploração nos termos do Artigo 30° do Decreto-lei nº 370/2007 (DL nº 370/2007, art28°.6). b) Se a EL decidir pela não atribuição da Licença, notifica o Requerente da sua decisão, dando conhecimento à CCDR; c) O requerente toma conhecimento da decisão desfavorável e, eventualmente, reformula novos elementos; d) A CCDR toma conhecimento do parecer negativo e arquiva o processo; e) Se a EL decidir atribuir a licença, notifica o Requerente para, no prazo de 20 dias contados a partir da data da notificação, aceitar, por escrito, as condições da Licença e a caução, dando conhecimento à CCDR (DL nº 370/2007, art. 29°.1); Nota: a notificação delimita o prazo para a prestação da caução, o qual não pode exceder os 6 meses (DL nº 370/2007, art.29°.1). f) O Requerente decide se aceita as condições da Licença e o valor da caução. <ol style="list-style-type: none"> i. Caso o Requerente não aceite os termos da Licença, ou não presta a caução no prazo estipulado, recusa a Licença (DL nº 370/2007, art. 29°.4); ii. Caso o Requerente aceite as condições da Licença e presta a caução no prazo delimitado, comunica-o, por escrito, à EL e comprova perante a EL que prestou a caução e em que termos (DL nº 370/2007, art.29°.2); <ol style="list-style-type: none"> 1. A EL remete a caução à CCDR para verificação.
<p>DL nº 370/2007</p>	<p>IV. Averiguação da Conformidade da Caução</p> <ol style="list-style-type: none"> a) A CCDR verifica a caução; b) A CCDR envia Ofício à EL, dando conta do resultado da verificação da mesma, com conhecimento ao Requerente e arquiva o original da caução.

	<p>c) A EL e o Requerente tomam conhecimento da decisão.</p> <p>Nota: se a caução não está conforme, o requerente pode retomar o processo no ponto III. f. ii.</p>
<p>DL n° 370/2007</p>	<p>V. Atribuição da Licença</p> <p>a) A EL atribui a Licença de Exploração e notifica o Requerente,</p> <ol style="list-style-type: none"> i. A notificação será acompanhada de um exemplar do plano de pedreira aprovado e da solicitação para entrega, no prazo de 180 dias, do respectivo plano trienal (DL n° 370/2007, art.29º.3). ii. A decisão do pedido de licença das pedreiras da classe 1 (área igual ou maior do que 25 ha), está sujeita a homologação do Ministro que tutela a pasta da economia. <p>b) O Requerente recebe a Licença e inicia a sua exploração;</p> <p>c) A EL dá conhecimento da notificação à CCDR;</p> <p>d) A CCDR recebe a notificação e insere-a no Processo.</p>
<p>DL n° 370/2007</p>	<p>VI. Vistoria à exploração</p> <p>a) A EL e a CCDR realizam uma vistoria em conjunto no prazo de 180 dias após a atribuição da licença, e sempre que o considere adequado (DL n° 370/2007, art.31º1).</p> <p>Nota: Se, na sequência de DIA favorável ou condicionalmente favorável, a Licença for atribuída, é obrigatória a realização da vistoria (DL n° 370/2007, art 28º.11)</p> <p>b) A EL elabora o Auto de vistoria e informa o Requerente e as entidades nos 30 dias seguintes da mesma (DL n° 370/2007, art n°31º.5 e 6);</p> <p>c) O Requerente toma conhecimento do Auto de Vistoria e de eventuais medidas correctivas (DL n° 370/2007, art. 31º.5);</p> <ol style="list-style-type: none"> i. No caso de se verificarem medidas correctivas, deverão ser regularizadas no prazo estabelecido (DL n° 370/2007, art.31º 5) <ol style="list-style-type: none"> 1. Se as medidas correctivas não sejam cumpridas no prazo concedido ou no âmbito de acções de fiscalização, a EL e a CCDR realizam nova vistoria conjunta, devendo aplicar medidas sancionatórias consideradas na lei (DL n° 370/2007,art.31º.7).
<p>DL n° 370/2007</p>	<p>VII. Vistorias Periódicas (trienais)</p> <p>a) De três em três anos após a atribuição da Licença, a EL convoca a CCDR e outras entidades, com uma antecedência mínima de 15 dias, para a realização de vistorias à exploração, no intuito de verificar o cumprimento dos termos da licença (DL n° 370/2007, art.31º.2 e 4);</p> <p>b) A EL, a CCDR e outras entidades realizam as vistorias periódicas conjuntas;</p>

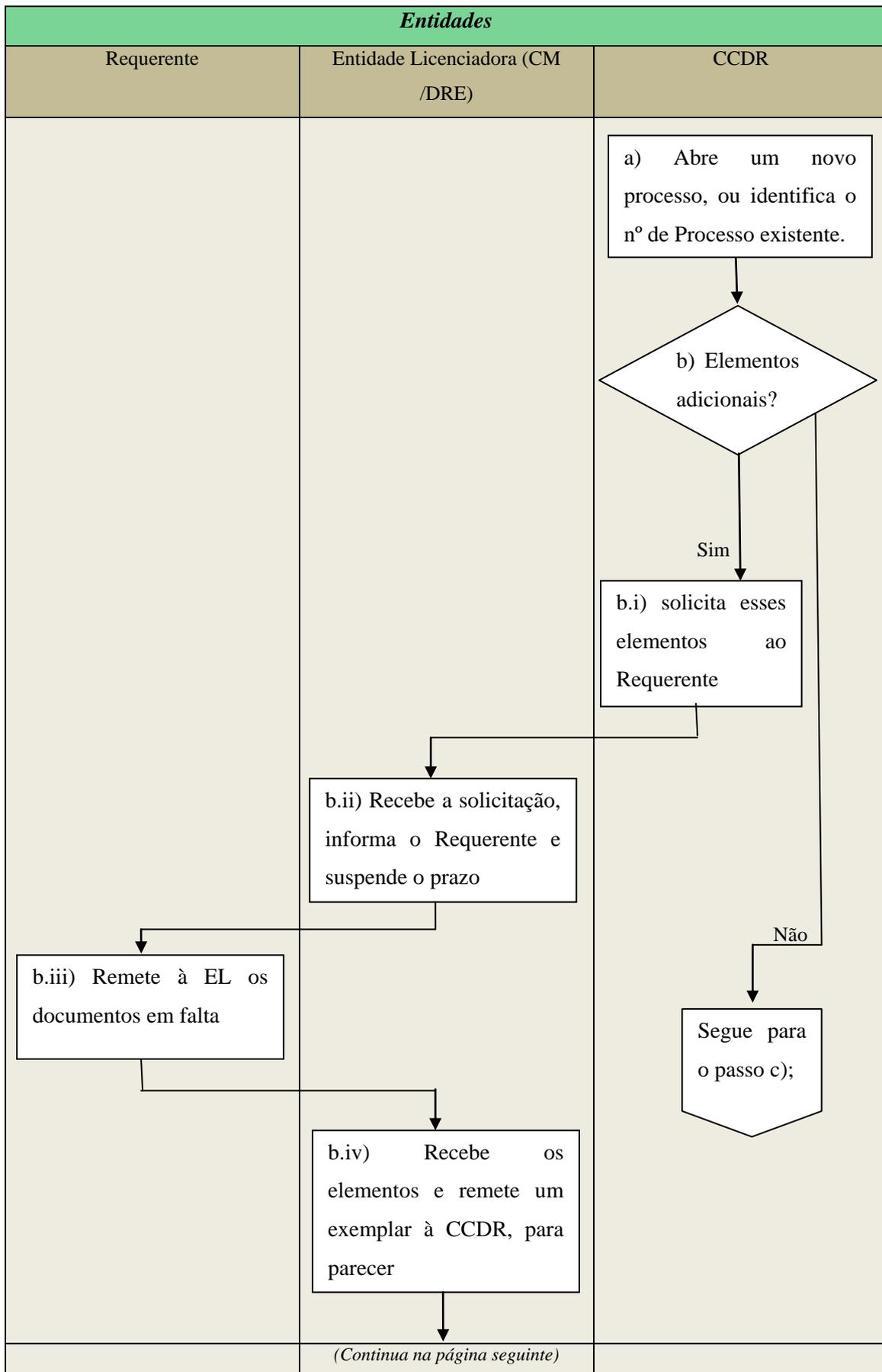
	<p>c) A EL elabora os Autos de Vistoria e informa o Requerente e as entidades, no prazo de 30 dias após a vistoria (DL n° 370/2007, art.31°.6);</p> <p>d) O Requerente toma conhecimento das conclusões das Vistorias.</p> <p>i. Caso a exploração não se encontre a laborar de acordo com as condições acordadas, devem ser levantadas medidas sancionatórias ou aplicadas mediadas cautelares (DL n° 370/2007, art. 31°.7).</p>
DL n° 370/2007	<p>VIII. Relatórios Técnicos</p> <p>a) Anualmente, até ao final do mês de Abril, o Requerente envia à EL o Relatório Técnico dos trabalhos desenvolvidos (DL n° 370/2007, art.51°.1).</p> <p>b) A EL envia à CCDR uma cópia do Relatório Técnico (DL n° 370/2007, art.51°.3).</p> <p>i. A EL e a CCDR, podem se acharem conveniente, exigir a apresentação de peças desenhadas complementares do Relatório Técnico (DL n° 370/2007, art.51°.4).</p> <p>c) A CCDR recebe, analisa e arquiva o Relatório Técnico (DL n° 370/2007, art.51.3).</p>

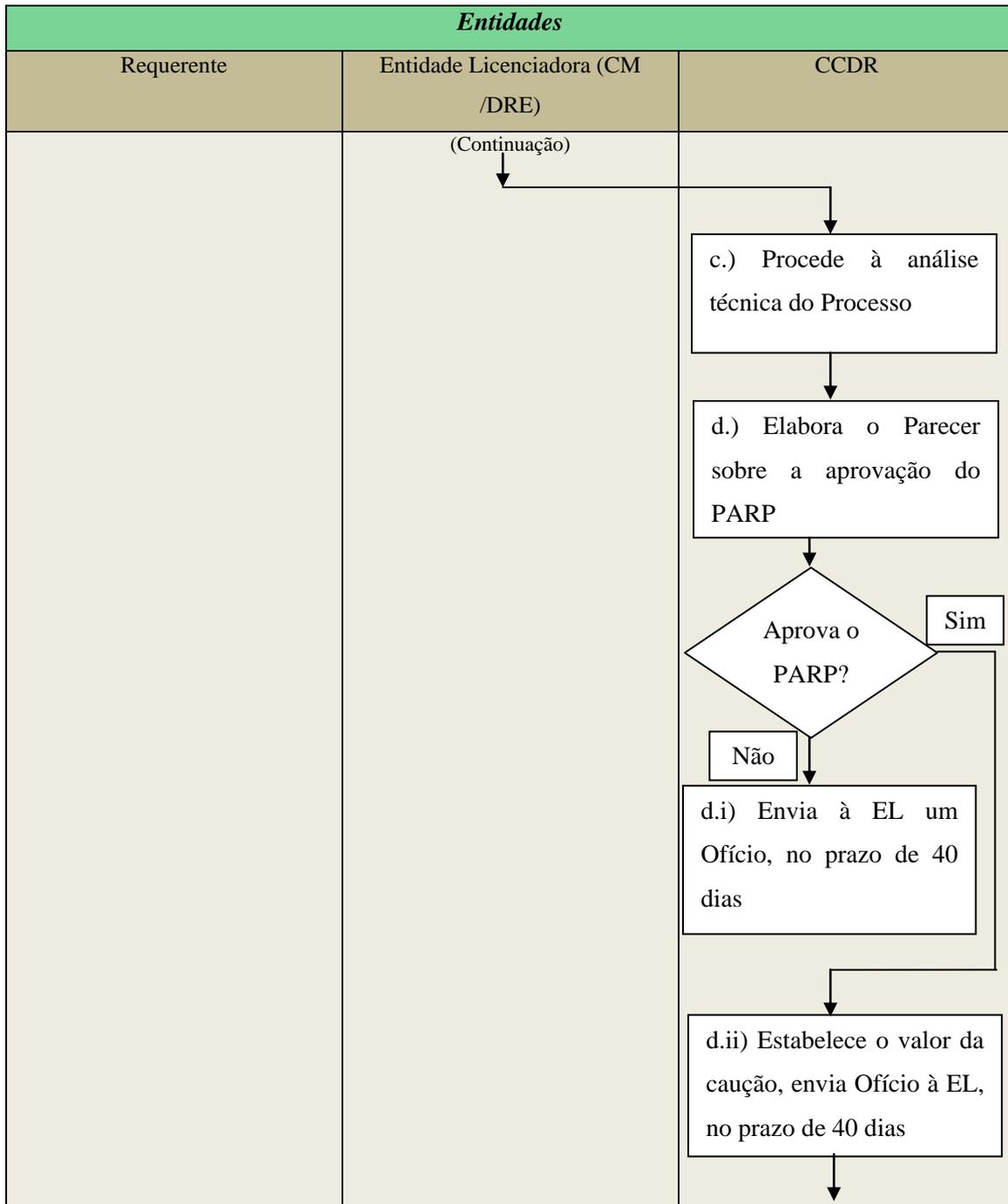
2.1.1.1 Fluxograma dos Trâmites do Processo

2.1.1.1.1 I. Pedido de Licenciamento

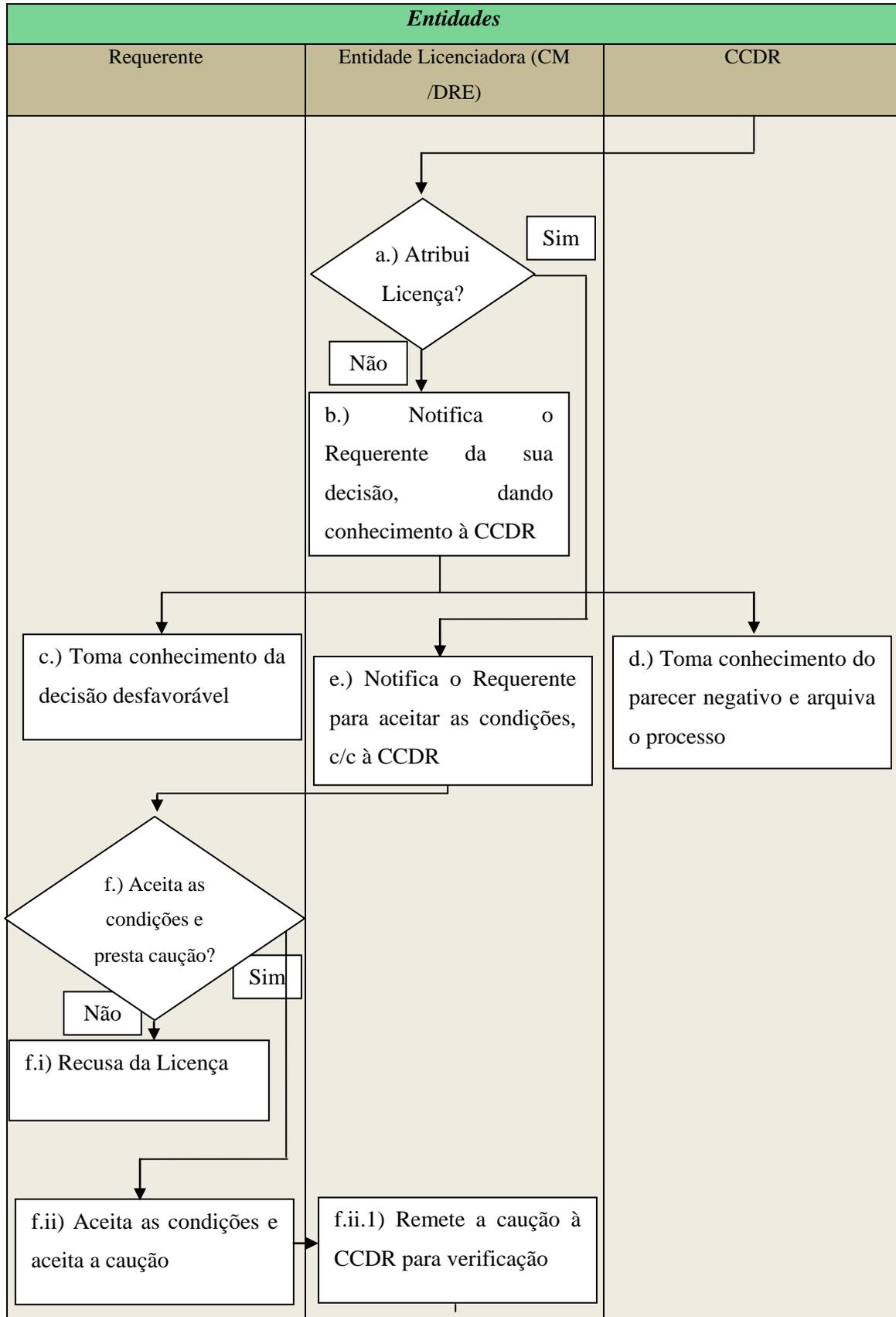


2.1.1.1.2 II. Apreciação Técnica

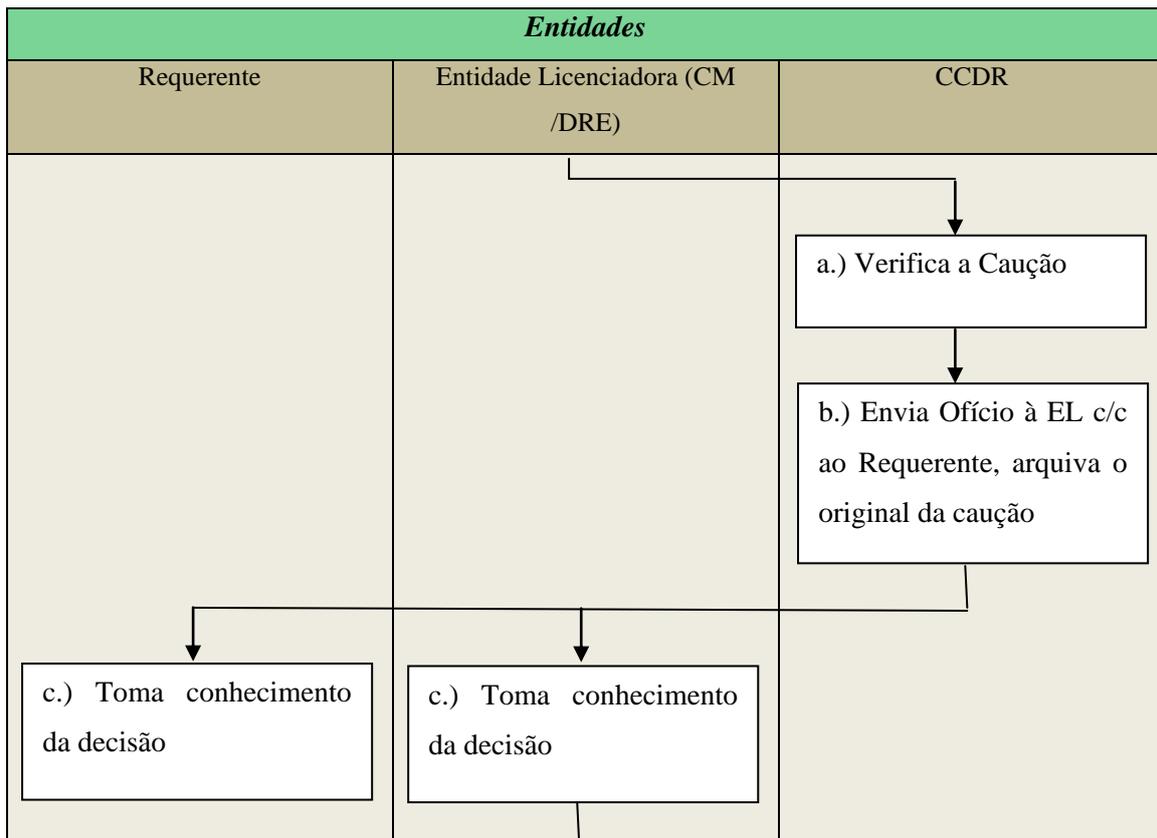




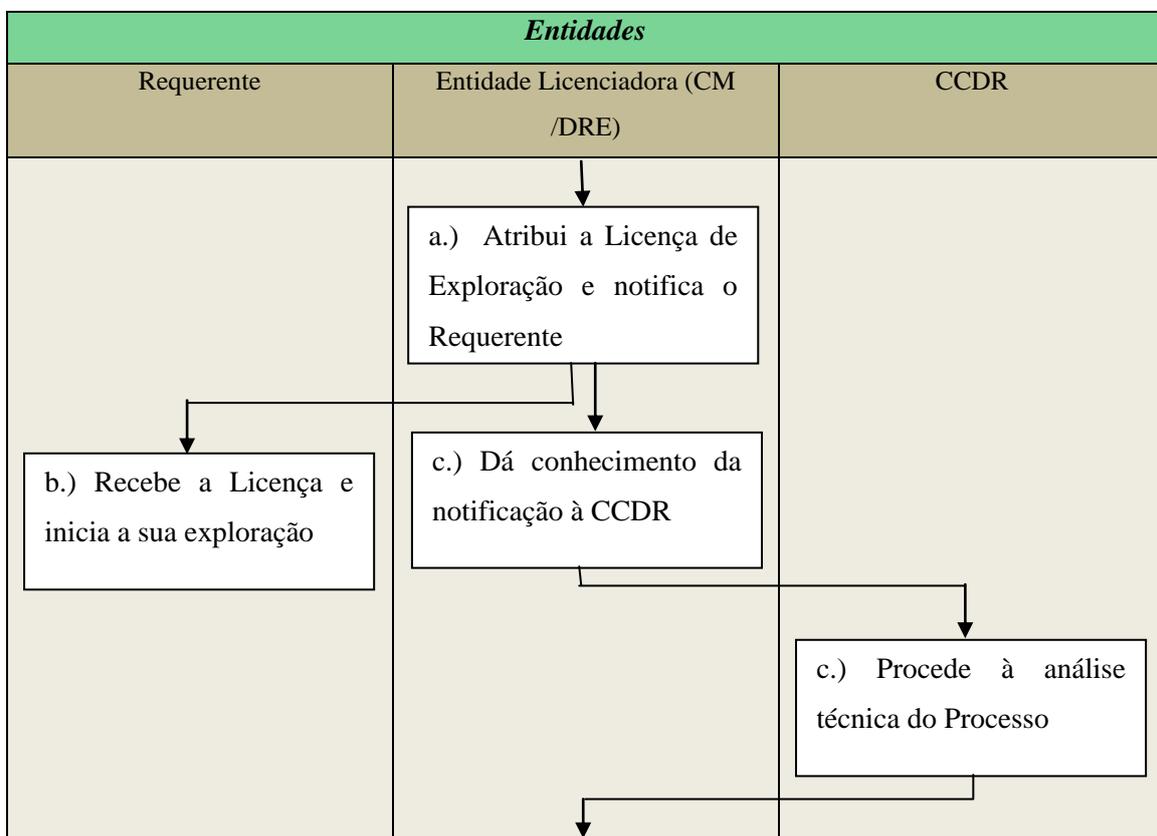
2.1.1.1.3 III. Decisão de Atribuição de Licença



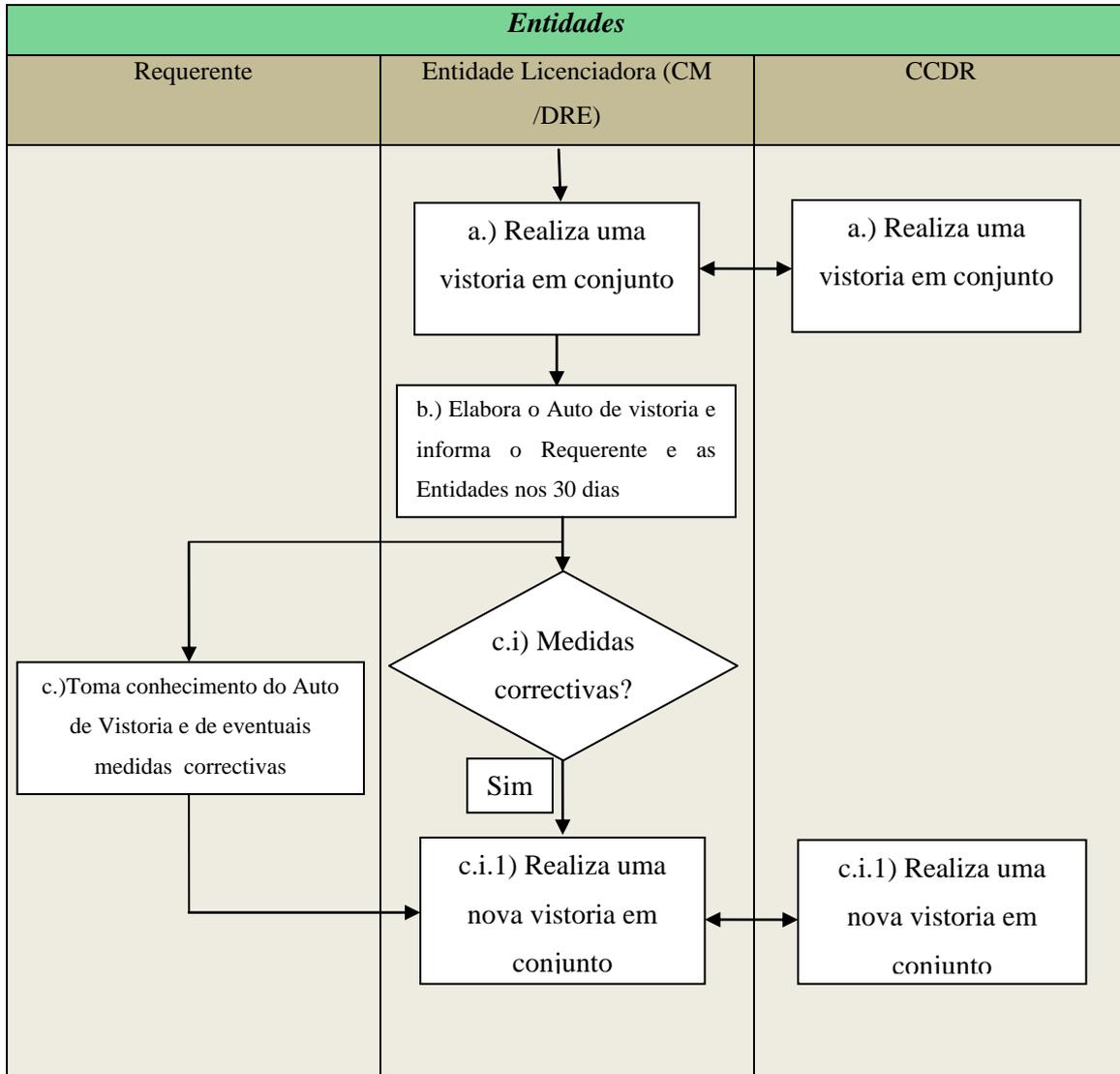
2.1.1.1.4 IV. Averiguação da Conformidade da Caução



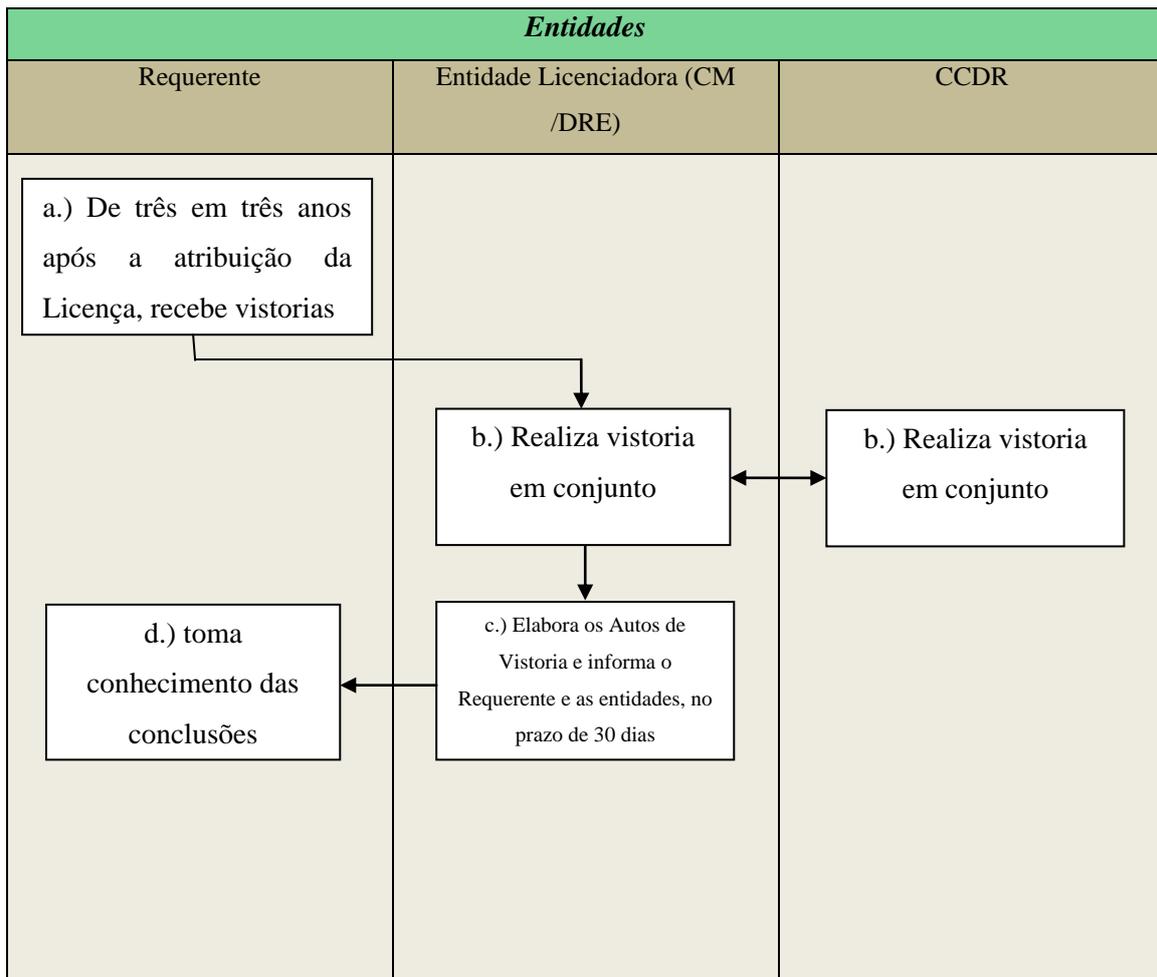
2.1.1.1.5 V. Atribuição da Licença



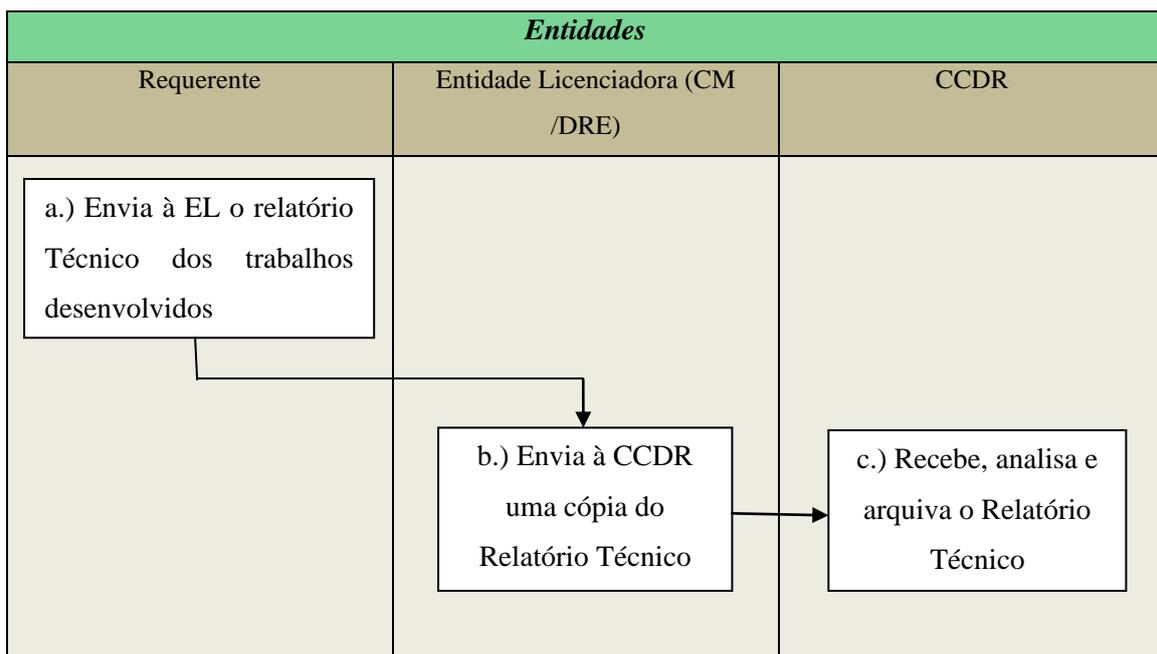
2.1.1.1.6 VI. Vistoria à exploração



2.1.1.1.7 VII. Vistorias Periódicas (trienais)



2.1.1.1.8 VIII. Relatórios Técnicos (anuais)



2.2 Enquadramento Jurídico para a Reconversão da Pedreira em Aterro de Resíduos Inertes

De acordo com o **Decreto-Lei n.º 10/2010**, de 4 de Fevereiro, a instalação de resíduos integradas em explorações de depósitos minerais e de massas minerais corresponde a um regime especial de licenciamento (Capítulo V). Como referido pelo art.º 40º, n.ºs 4 e 5 do DL 10/2010, aos aterros de resíduos em pedreiras aplicam-se as “condições técnicas previstas no regime jurídico da deposição de resíduos em aterro”, ou seja, aplica-se o disposto no citado Decreto-Lei n.º 183/2009, de 10 de Agosto.

A restauração ou a reconversão de Pedreiras a céu aberto para Aterros de Resíduos Inertes é da competência das Direcções Regionais da Economia (DRE) e não das CCDR's. Assim, a competência das CCDR's restringe-se à apreciação e aprovação dos respectivos PARP's, que são remetidos pela DRE, nos termos previstos no **Decreto-Lei n.º 270/2001**, de 6 de Outubro (com a redacção dada pelo Decreto-Lei n.º340/2007 de 12 de Outubro).

A apreciação técnica requerida pela autoridade licenciadora (DRE) às outras entidades ou organismos consultadas a emitir pareceres envolve a,

- **CCDR** – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional;
- **IGMTSS** -Inspeção-Geral do Ministério do Trabalho e da Solidariedade Social;
- **ARS** – Administração Regional de Saúde;
- **CM** – Câmara Municipal.

2.3 Enquadramento Jurídico de Higiene e Segurança no Trabalho

O diploma legal específico que regulamenta este sector de actividade nesta matéria é o presente no Decreto-lei n.º 162/90, de 22 de Maio, revogando assim o Decreto-Lei n.º 18/85 de 15 de Janeiro. Trata-se de um documento que pela sua especificidade contextualiza de forma bastante completa, aspectos preventivos de forma a evitar ou colmatar eventuais acidentes ou situações de emergência.

A norma citada, que pela evolução das exigências ambientais europeias, deve ser articulada com Decreto-Lei n.º 324/95, de 29 de Novembro, que transpõe para a ordem jurídica portuguesa as Directivas n.ºs 92/91/CEE, de 03 de Novembro e 92/104/CEE, de 03 de Dezembro, direccionadas às áreas da saúde e segurança a aplicar nas indústrias extractivas (Castelo Branco da Silva, 2009).

Este regulamento encontra-se regimentado pelas seguintes portarias:

- Portaria n.º 198/96, de 04 de Junho, regula as prescrições mínimas de segurança e saúde nos locais de trabalho das indústrias extractivas;
- Portaria n.º 197/96, de 04 de Junho, regula as prescrições mínimas de segurança e saúde nos locais e postos de trabalho na indústria extractiva por perfuração.

Ainda no âmbito deste sector, o Decreto-lei n.º 340/2007 prevê no Anexo II zonas de defesa, nomeadamente distâncias de objectos a proteger, instalações necessárias para a execução do plano de lavra e as áreas de extracção, de forma a preservar a segurança dos seus trabalhadores e da população.

2.4 Enquadramento Jurídico de Águas

No que diz respeito a este estudo foi tido em conta o Decreto-lei n.º 236/98, que revogou o Decreto-Lei n.º 74/90, de 7 de Março e que veio estabelecer normas, objectivos e critérios de qualidade com a finalidade de proteger o meio aquático e melhorar a qualidade das águas em função dos seus principais usos.

Ainda neste âmbito, foi necessário recorrer ao Decreto-Lei n.º 243/2001, que veio aprovar normas relativas à qualidade da água destinada ao consumo humano transpondo para o direito interno a Directiva n.º 98/83/CE, do Conselho, de 3 de Novembro, relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano.

3º Capítulo

Taludes: Estabilização, Medidas e Técnicas no contexto de
Recuperação Paisagística

3 Taludes: Estabilização, Medidas e Técnicas no contexto de Recuperação Paisagística

A partir da análise da estabilidade de taludes é possível definir factores de segurança, bem como medidas correctivas e estabilizadoras no intuito de evitar potenciais rupturas, através de um conhecimento prévio do maciço, da geologia e da geomecânica.

Os taludes para serem considerados instáveis, as tensões de corte (cisalhamento) originárias dos esforços instabilizadores, como por exemplo as forças tectónicas, a descompressão do maciço, o fluxo de água, a própria geometria do talude e a atitude (directão e inclinação) das fracturas, têm de ser maiores que as resistências ao cisalhamento do material. O aumento do coeficiente de segurança de um dado talude consegue-se através da diminuição das forças instabilizadoras ou por seu turno, pelo aumento das forças estabilizadoras

Para o estudo da estabilização de taludes, foi necessário fazer um levantamento da directão e inclinação de fracturas sobretudo às cotas mais elevadas com recurso a uma bússola munida de um clinómetro. De facto, principalmente o talude que se situa à cota 370 - 390 demonstra alguma instabilidade (figura 21).



Figura 21 - Destaque para a instabilidade do talude à cota 370-390.

Os dados obtidos no local foram introduzidos num ficheiro para posterior tratamento com recurso a um software denominado StereoNet. Este programa permite realizar um estudo estatístico transformando os vários elementos presentes agrupando-os em famílias representativas, por outro lado permite assinalar as fracturas numa rede Wulff onde se realizam as projecções estereográficas. Nestas projecções, a superfície de uma esfera é representada sobre um plano tangente, utilizando-se como origem um ponto oposto ao ponto de tangência daquele plano com a esfera. Assim, o StereoNet transforma a projecção esférica do plano numa projecção estereográfica (Figura 22).

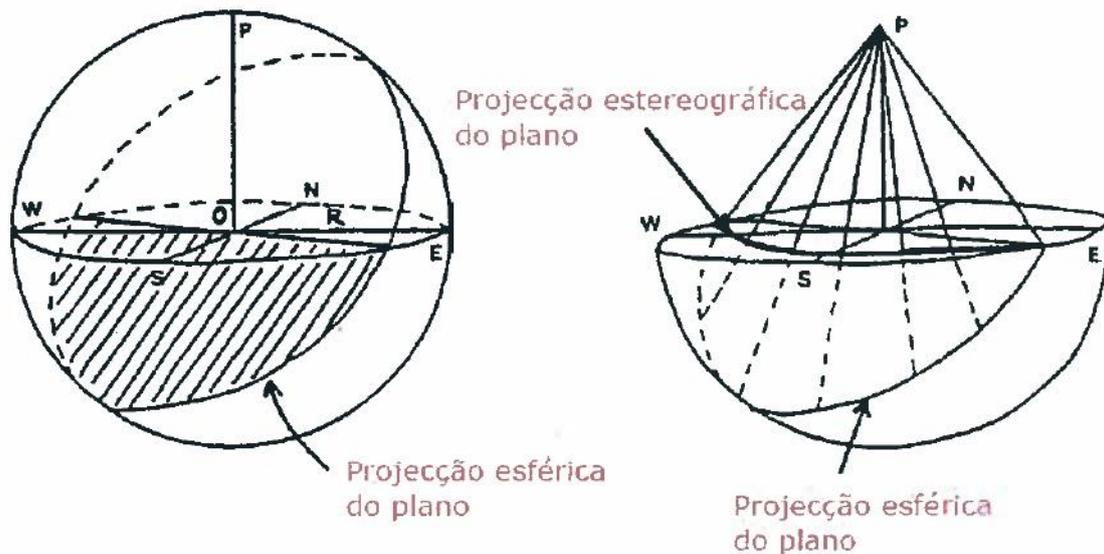


Figura 22 - Ilustração da projecção estereográfica e da projecção esférica. Fonte: (Cerdeira *et al.*, 2010).

Assim, em relação aos taludes, este capítulo para além de os estudar procura apresentar medida e técnicas convencionais, mas também outras associadas às Técnicas de Engenharia Natural (TEN) e Biorremediação.

3.1 Modos de Ruptura de Maciços Rochosos

Os potenciais modos de ruptura agrupam-se em quatro essenciais, cujas características são função das orientações relativas da face do talude e das descontinuidades. A análise de estabilização implica a forma e a dimensão dos blocos, a resistência ao deslizamento das superfícies de escorregamento, as pressões da água e outras forças aplicadas.

Os tipos de instabilidade de blocos (Figura 23) representados com as letras a) planar, b) cunha e c) “toppling”, possuem formas distintas consoante a estrutura geológica. No que diz respeito aos blocos planares e cunhas, a estrutura possui um mergulho concordante com a face do talude e emerge nesta, fazendo com que na representação hemisférica os pólos das descontinuidades localizam-se na parte oposta do círculo maior representando o plano de talude. Relativamente ao “toppling” de blocos a estrutura mergulha no sentido contrário para o interior da face do talude, fazendo com que na representação hemisférica os pólos e o círculo maior do plano da face situam-se do mesmo lado da área de projecção. Por último, a ruptura circular, ocorre em solos, enrocamentos ou rochas com fracturas bastante próximas e com descontinuidades não persistentes mergulhando para fora da face do talude (Cerdeira *et al.*, 2010)

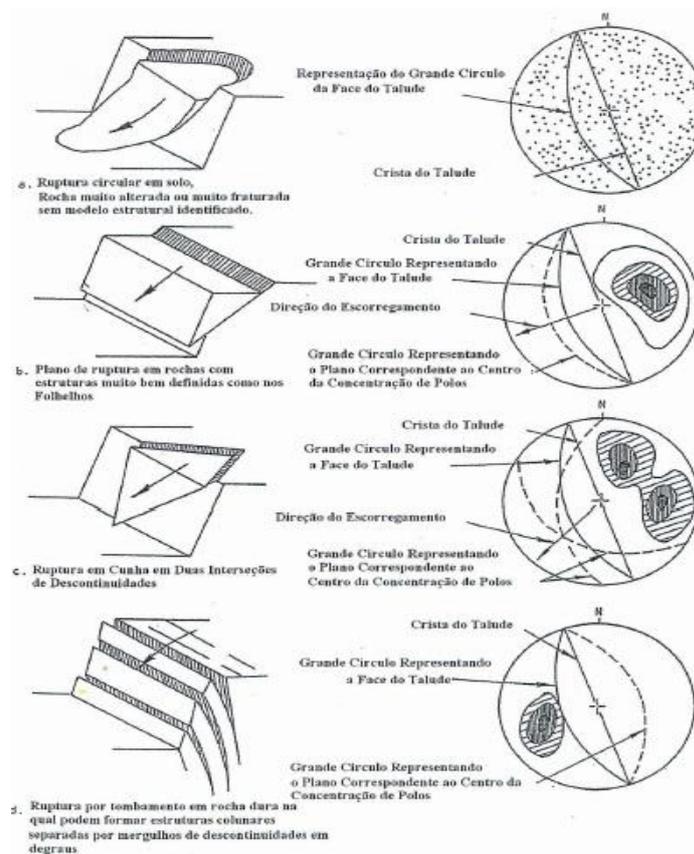


Figura 23 - Tipos de instabilidade de blocos. Fonte: (Costa et al., 2010).

3.2 Análise dos Resultados

A partir dos cerca de 56 dados considerados válidos para este estudo, pode-se aferir algumas considerações sobre os cálculos efectuados por este software representados sobre a forma de figuras.

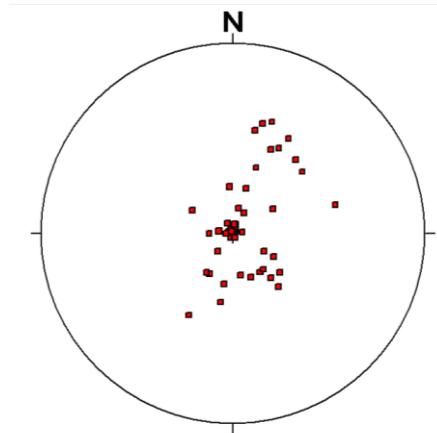


Figura 24 - Representação de Pontos de Planos.

Na figura 24, encontram-se representados os planos sobre a forma de pontos. Como os dados recolhidos no local apresentam-se praticamente verticais, ou sub-verticais e pelo facto da representação ser numa rede circular (Wulff) faz com que grandes partes dos planos se encontrem representados no centro, o que dificulta uma interpretação correcta. De salientar que a projecção apresentada reflecte um caso típico da Tectónica Hercínica

A solução encontrada para este facto, surge com a transformação desta representação para os denominados pólos. Um pólo, trata-se de uma representação perpendicular à linha de maior declive do plano fazendo com que os planos surjam representados na periferia do centro (Figura 25).

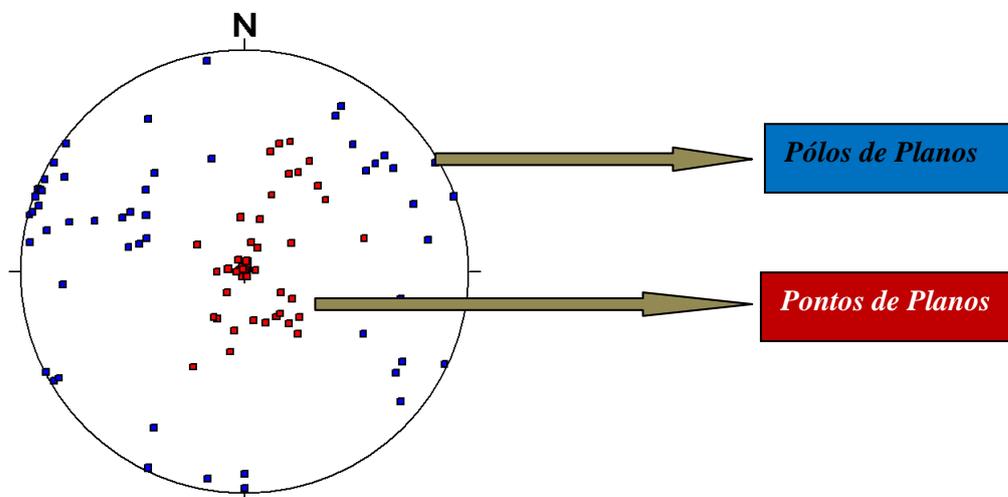


Figura 25 - Representação dos Pontos e Pólos de Planos.

Em relação à figura seguinte (figura 26), os pontos a verde significam todas as intercepções passíveis de advir, mesmo que no caso em concreto algumas nunca venham a suceder permitem inculzir ao estudo o factor de segurança.

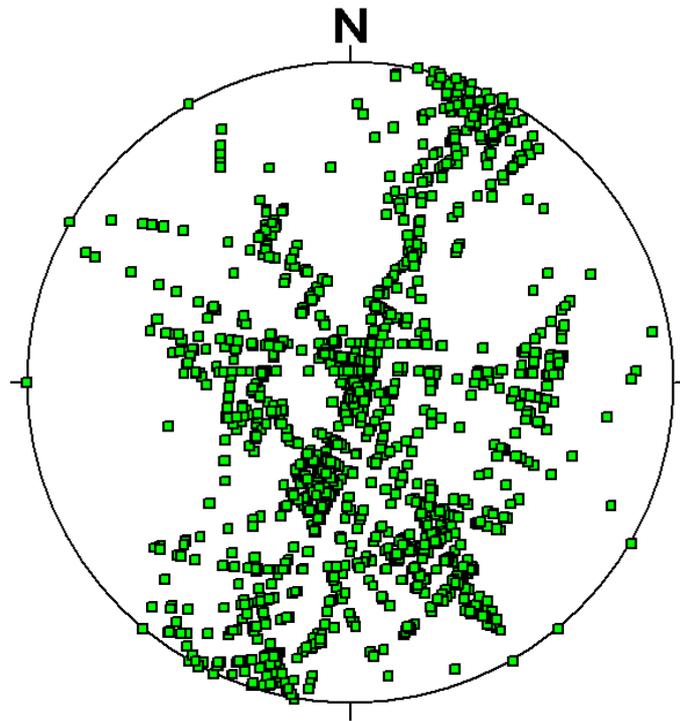


Figura 26 - Intercepção de Planos.

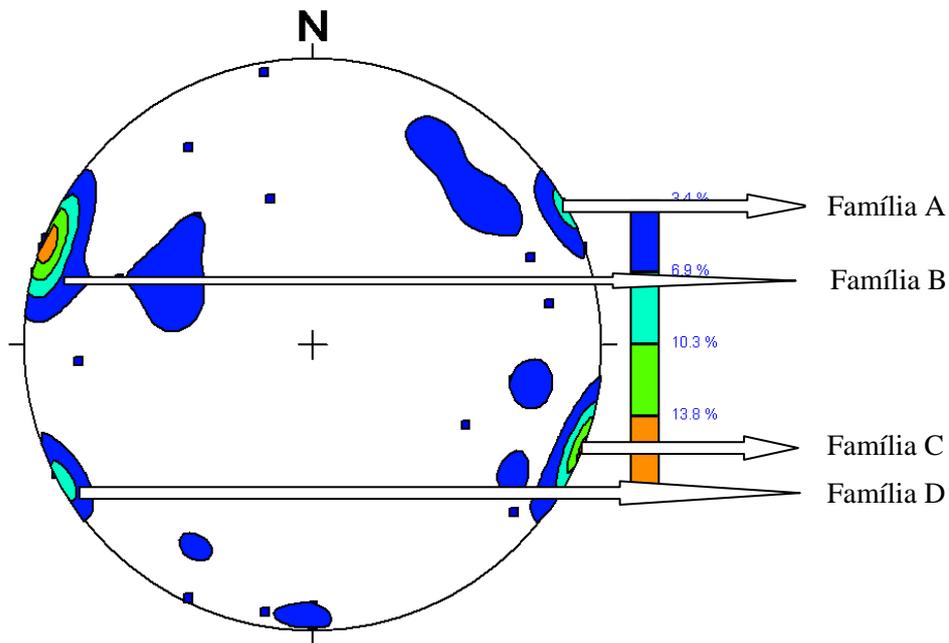


Figura 27 - Representação das Famílias de Pólos de Planos.

Analisando a figura 27, após se terem associado os planos, é possível destacar quatro famílias de pólos de planos, em que as Famílias A e C e as Famílias B e D representam duas grandes famílias de fracturas.

Por último, no resultado final (Figura 28) introduziu-se um ângulo de atrito com 45° , em que avaliando as famílias de intercepções com blocos E, F, e G encontram-se em risco de escorregar, a família C apesar de ser a mais representada não manifesta perigo pelo facto de apresentar uma inclinação contrária do talude. Relativamente às famílias A, B e D não representam qualquer ameaça por uma lado por se encontrarem fora do ângulo de atrito e por outro lado porque a sua orientação é contrária à do talude. Para concluir esta análise, a família H, apesar de ter a mesma direcção do talude não é motivo de preocupação por ser bastante horizontal.

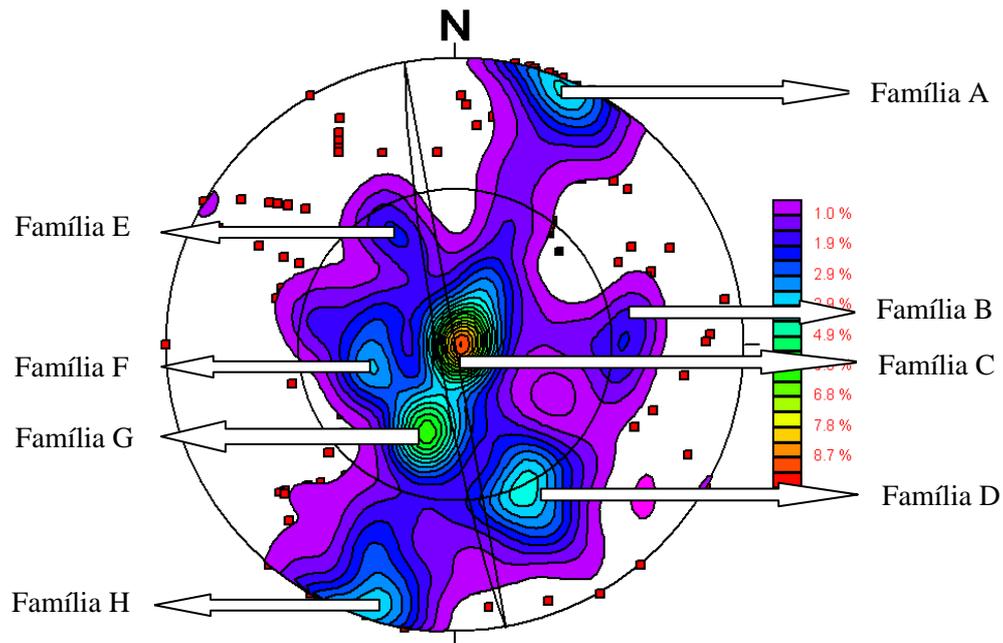


Figura 28 - Resultado Final.

3.3 Medidas, Metodologias e Técnicas aplicadas na Estabilização

No que concerne a esta matéria, são diversas as opções de estabilização que podem ser aplicadas no campo do enquadramento paisagístico. A fase prévia no que concerne à escolha do modelo a adoptar diz respeito ao levantamento geológico, geotécnico, hidrogeológico bem como aos ensaios laboratoriais exaustivos do local em estudo.

A solução óptima pode corresponder ao emprego de uma ou várias técnicas, no intuito de poder atender com rigor ao factor segurança e à vertente cénica enquadrada na paisagem envolvente. Assim, as exigências nestas áreas por parte das autoridades colidem com distintas condicionantes relativas sobretudo ao poder político, com a influência da população e das zonas residenciais limítrofes mas também com questões económicas.

Um ponto essencial para a estabilização dos taludes inserido nos estudos hidrogeológicos tem que ver com a drenagem. A aplicação de drenos nos taludes tem como finalidade diminuir ou até mesmo extinguir os caudais presentes no talude e, conseqüentemente as tensões entre os interstícios. Deste modo, as obras de drenagem perpetuam-se como fulcrais nesta matéria porque através da captação, controlo e escoamento dos caudais presentes no maciço, bem como, ao diminuir os níveis piezométricos, conseguem aumentar as características de resistência dos terrenos.

Como referido anteriormente, nesta área são conhecidas diversas opções contudo, e atendendo à realidade com que nos deparamos pretende-se apresentar aquelas passíveis de serem implementadas.

3.3.1 Tipos de Enchimento

De acordo com (Sousa, 1993), distinguem-se quatro tipos de intervenções de enchimento ilustrados na figura 29: renivelamento (enchimento completo), o enchimento parcial ou médio (enchimento quase completo, enchimento reduzido e enchimento pouco significativo), a manutenção (enchimento mínimo) e o abandono controlado (ausência de enchimento).

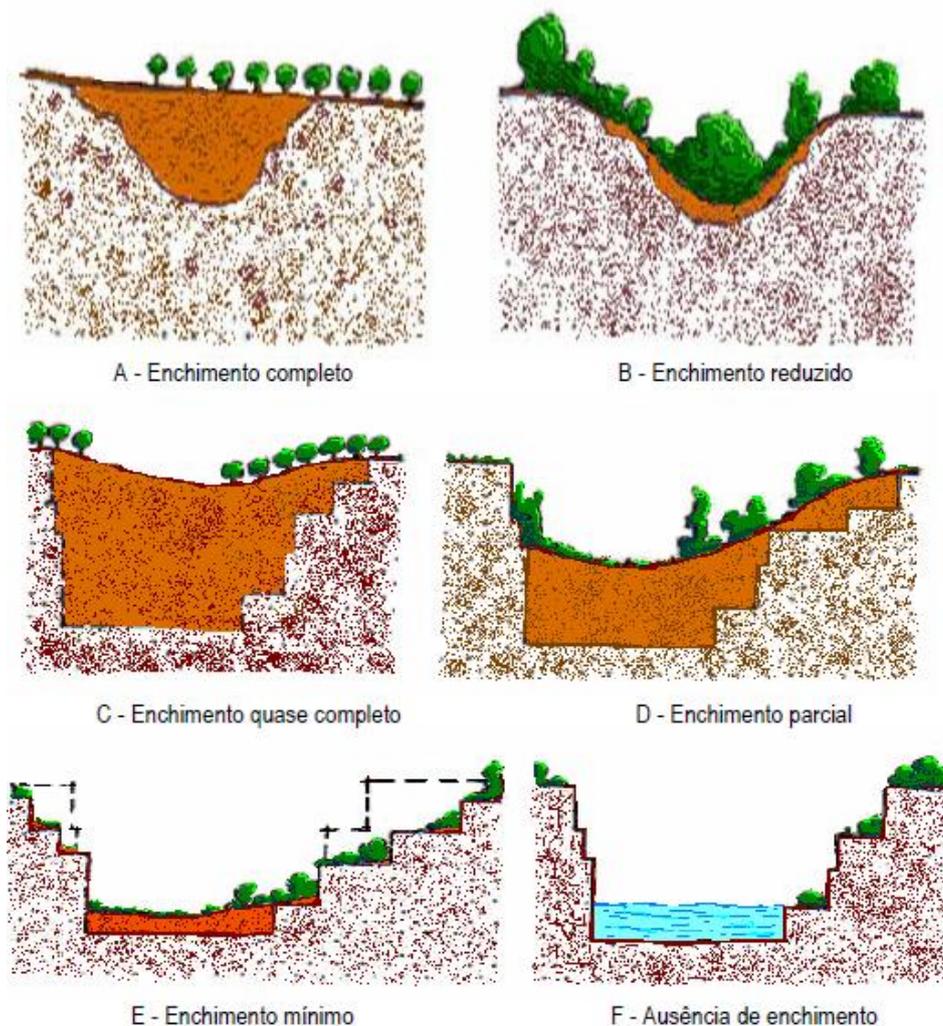


Figura 29 - Esquema dos tipos de intervenção na recuperação de espaços afetados à Indústria Extractiva. Fonte: adaptado (Sousa, 1993).

Fazendo um paralelismo entre os tipos de enchimento e os conceitos associados à recuperação, apresentados na introdução deste capítulo, constata-se que apenas o exemplo A é que se trata de um modelo tipicamente associado à restauração, qualquer um dos restantes é compatível com os conceitos de reconversão ou de reabilitação.

3.3.2 Técnicas de Engenharia Civil

As técnicas de engenharia civil convencionais, quando aplicadas nesta área, acarretam grandes impactes paisagísticos, como aquelas que verificamos em todas as vias de acesso. Contudo, caracterizam-se pela sua elevada eficácia.

De seguida, serão apresentados alguns exemplos destas técnicas.

3.3.2.1 Valas de Retenção

A utilização deste método visa a retenção de blocos na base dos taludes. A construção das valas representadas na figura 30 dependem da distância da base do mesmo e o objecto a proteger (patamar) e o seu dimensionamento é função da inclinação e da altura do talude. Nos taludes estudados com inclinações que variam entre os 70° e os 90°, os blocos têm percurso dominante em queda livre com uma trajectória próxima da face do talude, acumulando-se junto à sua base (Matos, 2008).

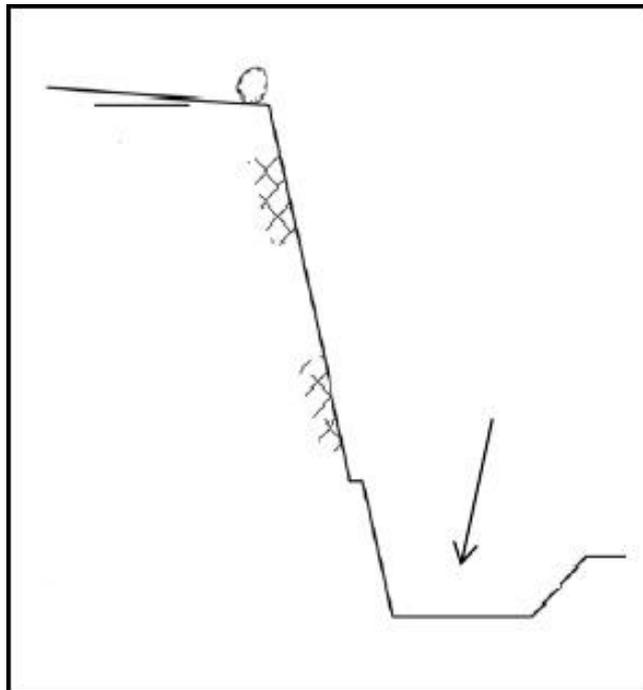


Figura 30- Esquema de uma vala de retenção. Fonte: (Lawrence *et al.*, 2001).

3.3.2.2 Muros de Gabiões

Estas estruturas caracterizam-se pela sua flexibilidade constituídas por caixas de arame de aço preenchidas por pedras (figura 31). Esta flexibilidade apresenta uma vantagem um vez que molda-se, absorvendo o excesso de deformações do talude. O sistema em análise exhibe uma elevada permeabilidade na medida em que a granulometria uniforme dos blocos agiliza a drenagem das águas de percolação evitando a acumulação de pressões intersticiais. Os muros de gabiões apresentam bastante simplicidade construtiva e relativo baixo custo podendo até ser realizados nas próprias instalações da empresa. Na aplicação desta técnica, é necessário colocar uma manta de geotêxtil que materialize a transição entre o talude e o muro, evitando o arrastamento de partículas finas preconizadas pela percolação da água. O campo de utilização centraliza-se em muros de suporte até alturas que não excedam os 15 metros (Matos, 2008).



Figura 31 - Muros de Gabiões. Fonte: (Carvalho *et al.*, 1991).

3.3.2.3 Ancoragens

As ancoragens representam estruturas de suporte que incutem uma força adicional contrária à direcção em risco de deslizamento (figura 32). Este sistema é construído através de cabos ou barras que são fixos à rocha-mãe, por serem zonas estáveis onde a rocha é sã, contribuindo para a estabilização do maciço (Matos, 2008).

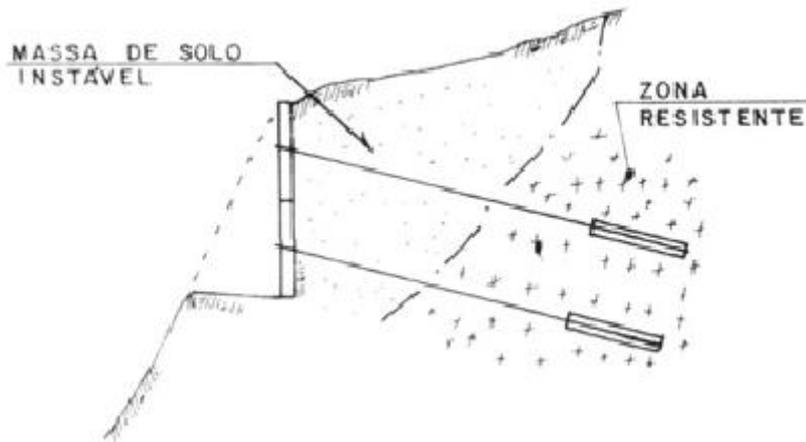


Figura 32 - Esquema ilustrativo da aplicação de Ancoragens. Fonte: (Carvalho *et al.*, 1991).

3.3.2.4 Pregagens

Esta técnica é constituída por tirantes de aço que são introduzidos no talude alvo de estabilização, sendo cimentadas ao longo de todo o comprimento do furo lavrado (figura 33). A tecnologia descrita permite ser executada por todo o talude constituindo uma medida simples de reforçar este tipo de estruturas instáveis. Divergem das ancoragens pelo facto de não serem traccionadas, obtendo uma resistência própria para o incremento da resistência à tracção e ao corte do terreno (Matos, 2008).



Figura 33 - Máquina que efectua os furos para serem instaladas as Pregagens. Fonte: (Geoprolífero, 2009).

3.3.2.5 Redes

As redes são compostas por malhas de triplo entrançado de arame zincado, sendo bastantes resistentes e flexíveis (figura 34). Este material tem a capacidade de se adaptar às condições naturais dos terrenos, contribuindo ainda como suporte ao desenvolvimento de cobertura vegetal, (Coelho, 1996).



Figura 34 - Exemplo de aplicação de Redes junto á Ponte D.Luís, na cidade do Porto.

Estas redes podem ainda, dependendo do caso, serem ancoradas a maciço que contenham já incutidos drenos de escoamento. Sendo este um exemplo da conjugação de várias técnicas como se encontra ilustrado na figura 35.



Figura 35 - Exemplo da conjugação de técnicas onde para além dos drenos e de ancoragens se aplica redes, para a estabilização dos taludes.

3.3.2.6 Parede de Contenção Tipo Berlim

A figura 36, reflecte uma obra de contenção desta natureza que se torna viável para o nosso estudo pelo facto de grande parte dos desníveis a conter não ser superior a cerca de 12m e por outro lado o talude apresenta elevada compacidade e/ou coesão. Em termos genéricos, esta solução consiste na execução de uma parede constituída por painéis com espessura variável entre os 0,25 m e 0,35 m. Estes são apoiados em perfis verticais, instalados previamente no terreno antes do início dos trabalhos de escavação e com afastamento nunca superior a 3 m, sendo travados através do recurso a ancoragens pelo método supra referido (Matos, 2008).

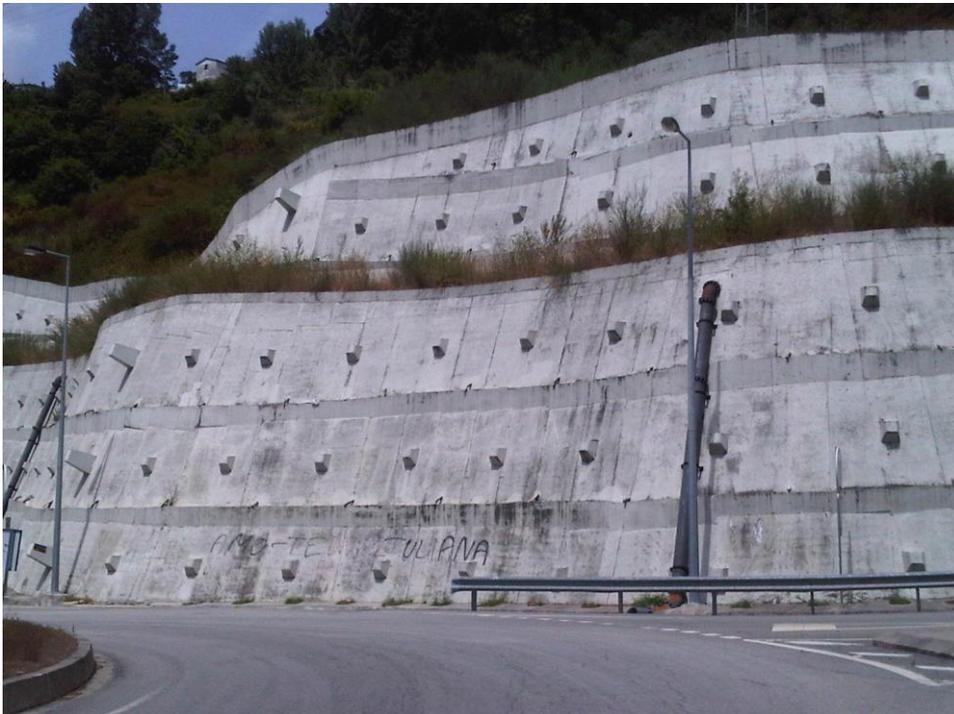


Figura 36 - Parede de contenção do tipo Berlim.

3.3.2.7 Gunitagem

A "gunita" mistura seca de cimento com areia, foi inventado em 1909 pelo naturalista Carl Akeley. O processo denominado Gunitagem consiste na projecção de gunita com ar comprimido humedecida no momento de projecção (Figura 37).



Figura 37 - Ilustração da aplicabilidade deste processo e a máquina associada a esta técnica.

A Gunitagem é mais um exemplo de uma medida de estabilização de taludes, tendo a capacidade de no momento da sua aplicação se moldar de forma eficaz ao talude. Esta técnica permite a agregação das partículas evitando desta forma o risco de colapso (Figura 38). Após a projecção da gunita colocam-se drenos para diminuir a pressão freática sobre o talude, uma malha própria vulgarmente conhecido como “Malha Sol” e pregagens, deixando-se alguns discos de esferovite (por exemplo nos locais que servirão de drenagem). Por último, projecta-se uma nova camada de gunita e remove-se os pedaços de esferovite.

No período que antecede o emprego desta tecnologia é necessário introduzir drenos para diminuir a pressão freática sobre o talude, pregagens ou grampos e uma malha própria vulgarmente conhecido como “Malha Sol” (Figura 38).



Figura 38 - Projecção de cimento, correspondente a uma intervenção realizada a um talude junto ao rio Douro.

3.3.3 Técnicas de Engenharia Natural

As Técnicas de Engenharia Natural (TEN), inserem-se num conceito recente e ainda pouco divulgado que assenta na biorremediação como medida de contenção.

Para (Schiechtel, 1992), o conceito “*Ingenieur biologie*” refere-se ao conjunto de técnicas e métodos de engenharia, com base nos aspectos técnicos, mas também na observância das regras biológicas e na utilização de funções ecológicas e materiais vivos.

A persecução destes trabalho, caracteriza-se pela conjugação de materiais de construção vivos, como sendo plantas, sementes e, por outro lado, materiais inertes sendo exemplo disso mesmo a madeira, a pedra, geossintéticos, entre outros (figura 39).



Figura 39 - Diversidade de materiais aplicados nas TEN. Fonte:(Matos, 2008).

A utilização desta prática visa, assim, a estabilização e controlo de erosão em taludes e escarpas que procurem o cumprimento de objectivos estabelecidos quer sejam a nível tecnológico, ecológico, económico ou até mesmo estético. No caso específico de utilização desta técnica em taludes, sendo a questão que mais diz respeito a este estudo, a aplicabilidade limita-se a situações de instabilidade pouco profundas que não envolva o movimento de elevadas massas de terreno (Matos, 2008). Tendo em conta estas características, a aplicação deste método enquadra-se no restabelecimento das áreas afectadas presentes na Pedreira da Costa Queimada, podendo ser conciliadas com as medidas tradicionais de estabilização de maciços.

Na tabela 10 apresenta-se esquematizado as principais vantagens e desvantagens das TEN.

Tabela 10 - Vantagens e Desvantagens das TEN. Fonte: (Matos, 2008).

<i>Vantagens</i>	<i>Desvantagens</i>
- Em relação às intervenções de engenharia tradicionais, apresenta baixo custo e manutenção reduzida a longo prazo;	- Período de construção restringe-se à época de dormência vegetativa, com uma disponibilidade limitada de plantas autóctones;
- Benefícios ambientais ao nível da criação de nichos ecológicos, melhorias na qualidade da água e de enquadramento paisagístico;	- Métodos de construção intensivos e especializados;
- Verifica-se um aumento das forças estabilizantes do solo, devido ao desenvolvimento de raízes.	- Dificuldade em encontrar técnicos com especialização nesta área.

Em termos de campo de aplicabilidade as TEN para além da estabilização de taludes de escavação, verifica-se a extensão à estabilização de margens fluviais. Deste modo, as TEN podem ser agrupadas em termos de técnicas de revestimento (hidrossementeira, manta orgânica), estabilização (paliçada viva) e consolidação (muro de suporte vivo, grade viva). Contudo, neste trabalho apenas serão apresentados e descritos de forma sumária, exemplos no âmbito do caso em estudo.

3.3.3.1 *Plantações de sementeira e hidrossementeira*

Uma sementeira promove o revestimento e consolidação de superfícies em erosão, através de uma distribuição manual de sementes de uma mistura de sementes de espécies enquadradas nas condições climáticas e biológicas da área de intervenção, como sendo as espécies autóctones. É imperativo a utilização destas espécies, na medida em que, permite camuflar a área afectada pelo facto de não destoar com o meio envolvente. As sementes, devem ser recobertas com terra após serem lançadas e no caso de serem plantadas espécies arbóreas, estas devem ser acompanhadas por tutores (Figura 40). Este método, para além do factor de sustentação do objecto a proteger minimiza a acção nociva do vento (SECIL - Companhia Geral de Cal e Cimento, S.A., 2005).



Figura 40 - Utilização prática de tutores. Fonte: (Loja da Caça, 2009).

A hidrossementeira é uma técnica mecânica constituída por uma mistura homogénea (mulch) de água, sementes (herbáceas e arbustivas), aditivos, fibras de madeira (estilha), um fixador (goma arábica) e fertilizantes, que tem como intuito acelerar os processos de vida no solo.

Esta prática é aplicada por uma máquina que projecta no talude uma mistura constante e homogénea de todos os componentes (Figura 41). Desta forma, cria uma cobertura protectora que facilita a penetração de ar e solo, fixa as sementes firmemente e cria um ambiente favorável à germinação nas condições climatéricas mais adversas; absorve o impacto erosivo dos pingos da chuva e tráfego, protegendo o solo, sementes e fertilizantes. A semente através deste processo não é asfíxiada e retém mais de 10 vezes o seu peso em água, reduz a evaporação, criando um micro-ambiente que ajuda a nutrição durante o crescimento da planta.

Por outro lado, com a implantação de vegetação, esta técnica vai permitir uma célere e eficaz estabilização do talude possibilitando a reabilitação da pedreira ao longo do seu período de vida útil (Avalverde - Engenharia e Ambiente, Unip., Lda., 2010).

Neste contexto, torna-se evidente que quando o maciço não tiver nenhuma capa de alteração prévia este processo requer técnicas e cuidados para a sua execução, bem como da sua manutenção, nomeadamente no que concerne aos taludes analisados neste estudo (francamente rochosos).



Figura 41 - Resultado da aplicação da Hidrossementeira. Fonte: (HortiRelva, 2010).

3.3.3.2 Manta Orgânica

Para exemplificar, de uma forma mais elucidativa, a utilização desta técnica apresenta-se a descrição da solução encontrada para o deslizamento de terras ocorrido na Linha do Norte (ferroviária), mais concretamente junto á estação de Fátima.

O objectivo principal passava por aumentar o grau de segurança do talude, para isso numa primeira fase procedeu-se à modelação do terreno, diminuindo-lhe a inclinação. Posteriormente espalhou-se sementes de espécies herbáceas sendo de seguida estendida sobre toda a área de intervenção uma manta orgânica de fibra de coco (figura 42). Por último, executou-se uma nova sementeira sobre a manta (Ribeiro, 2008).

Das vantagens que advém desta TEN, podem-se destacar,

- Protecção contra a erosão eólica e hídrica, permanecendo o solo intacto;
- Material biodegradável que acaba por aumentar a fertilidade do terreno, através da sua decomposição;
- Retém a água e reduz a evaporação.



Figura 42 – Aplicação da Manta Orgânica na linha do Norte. Fonte: (Ribeiro, 2008).

3.3.3.3 Paliçada Viva

A paliçada viva corresponde a uma estrutura linear, onde é possível obter consolidação superficial dos taludes com declives suaves. A construção é bastante perceptível, e consiste na sobreposição de vários troncos de madeira na retaguarda de estacas previamente fixas ao terreno (Freitas, 2007). A figura 43, ilustra de uma forma elucidativa as várias fases de construção deste método.



Figura 43 – Faseamento da construção da Paliçada Viva. Fonte: (Freitas, 2007).

3.3.3.4 Muro de Suporte Vivo

Por definição, trata-se de uma construção em madeira por uma estrutura em forma de caixa, formada por troncos de madeira colocados perpendicularmente, com a colocação de plantas ou estacas vegetativas autóctones (Figura 44). Caracteriza-se por ser bastante permeável, que se adapta na perfeição às intervenções necessárias (Freitas, 2007). No caso da pedra em semelhança ao caso anterior, poderá ser aplicado este método no limite do patamar a sustentar massas de terra.



Figura 44 - Intervenção aplicando o muro de suporte vivo. Fonte: (Freitas, 2007).

3.3.3.5 *Grade Viva*

Trata-se de mais uma medida de consolidação que apresenta uma estrutura rectangular, construída com troncos de madeira tratada. Desta forma, criam uma malha que nos interstícios colocam-se estacas de arbustos autóctones e/ou plantas, como a figura 45 representa (Freitas, 2007).



Figura 45 - Fases de construção da tecnica grade viva. Fonte: (Freitas, 2007).

4º Capítulo

Fases do Projecto de Recuperação Paisagística

4 Fases do Projecto e Apresentação das Soluções de Recuperação Paisagística

A palavra Recuperação, quando utilizada nesta indústria, assenta em objectivos que visam a estabilização do terreno e do talude, a garantia de segurança pública, a melhoria da integração paisagística, resumidamente procura encontrar benefícios para os proprietários e/ou populações após o término de actividade.

Assim, o termo Recuperação pode ser dividido em três principais conceitos de acordo com o modelo a adoptar:

- Restauração;
- Reabilitação;
- Reconversão.

A restauração procura devolver à natureza o ambiente mais similar possível com o pré-existente. A reabilitação assume que se verificou uma mudança paisagística, produzindo um ecossistema alternativo, onde à semelhança da restauração, procura restabelecer um estado puro. A reconversão aponta para uma utilização do espaço para outro fim, seja indústria ou espaço de lazer.

A restauração como parecer apresentado, pode não só ser inviável como desadequado. A reposição da exacta topografia existente só se justifica quando se verificam meios para essa função, bem como quando a qualidade do meio ambiente original é suficientemente poderosa para conseguir superar restrições orçamentais.

A reconversão acaba por ser um instrumento limitado por aspectos como a inexistência de usos futuros para os espaços, patentes pelo próprio ordenamento do território, passando pela inexistência de expectativas por parte de projectistas, promotores e entidades licenciadoras.

A reabilitação assume assim, um maior consenso das autoridades responsáveis no que diz respeito à utilização de um PARP. De facto, a localização remota de muitas destas explorações inviabiliza muitos projectos, sendo a reabilitação a opção mais cómoda e de fácil implementação (Bastos *et al.*, 2006).

No que concerne à fase de recuperação paisagística da Pedreira da Costa Queimada, prevê-se neste capítulo, a materialização das ideias ou soluções apresentadas no âmbito da modelação e revegetação da área afectada.

Recomenda-se que estas acções deverão decorrer de uma forma faseada quer ao longo da vida útil da pedreira, ou seja a par com a exploração, quer após o seu término:

- FASE 1 – Recuperação a Curto Prazo;
- FASE 2 – Recuperação Segundo o Avanço da Exploração;
- FASE 3 – Fase Final e Apresentação das Opções de Recuperação.

4.1 FASE 1 - Recuperação a Curto Prazo

Considerando o impacte ambiental inerente a esta indústria e tendo como sustentabilidade a análise da realidade e a componente legal é possível implementar medidas e comportamentos de minimização dos mesmos. Estas medidas, incidem essencialmente sobre o impacte paisagístico e as acções do decorrer da exploração sem nunca descurar o factor da segurança.

Nesta fase, propõe-se a sua implementação imediata que, por uma questão de organização optou-se por dividir as medidas indicadas em procedimentos e infraestruturas.

No Desenho-1 (página n.º 79) encontram-se ilustradas todas as acções susceptíveis de o serem numa versão compactada, após a descrição desta fase. No anexo D segue a versão de projecto.

4.1.1 Procedimentos

Em relação aos procedimentos, as medidas de protecção colectiva devem prevalecer sobre as de protecção individual (Decreto-Lei n.º162/90, art.º 145), nomeadamente no que concerne á proliferação das poeiras, tendo sido identificado os seguintes factores,

4.1.1.1 Horário de Explosões

O horário estipulado para a realização dos disparos (figura 46) deve ser acompanhado de sinais acústicos e visuais (DL n.º. 162/90, art. 101.º), que acumulam a função de alertar para além das poeiras, para a produção de ruídos e vibrações. Devem ainda, estar sincronizados com a exploração de forma a que a frequência de disparos seja reduzida ao mínimo, bem como quedas de material susceptíveis de produzirem poeiras se possam evitar (DL n.º. 162/90, art. 152.º). Considera-se que a paragem para almoço é o horário ideal para o efeito. Por outro lado, a perfuração mecânica deve ser realizada com o recurso a injeção de água (DL n.º. 162/90, art. 153.º), para evitar que as poeiras e gases se alastrem na atmosfera, apesar da perfuradora estar equipada com colector de poeiras.



Figura 46 - Placa colocada face à estrada de acesso.

4.1.1.2 Pista de Circulação em agregado britado

A implementação desta via neste material, trata-se de uma medida inevitável devido ao tráfego de equipamentos móveis com a redução imediata da dispersão de poeiras com claro benefício global. Para isso, o que é norma utilizar nestas situações é um composto formado por Cloreto de Sódio e Cloreto de Potássio, periodicamente lançado, formando uma espécie de sal, que promoverá uma aglutinação das partículas finas. Na construção deste troço (Figura 47) seria, ainda, conveniente utilizar Tout-Venant de dimensão 0/31,5 pelo facto de ser o mais favorável em termos de desgaste dos pneus que circulariam, permitindo por seu turno uma boa circulação da água pluvial.



Figura 47 – Via a ser alvo de intervenção.

4.1.1.3 Instalação de Aspersores

A instalação de aspersores (Figura 48) de água nos topos das bancas de trabalho e em alguns pontos da propriedade que se considere necessário (como as frentes de trabalho) é mais uma das medidas de protecção colectiva. Este equipamento, obtém ainda uma vertente versátil uma vez que apazigua a dispersão de poeiras e por outro lado nivela a temperatura tanto nas estações quentes que atinge elevados graus, como nas mais rigorosas, fundindo o gelo que se faz sentir.



Figura 48 - Aplicação dos aspersores.

4.1.1.4 *Cortina Arbórea*

Reforçar a cortina arbórea existente, com o intuito de diminuir o impacto visual imediato, que a figura 49 ilustra a a cicatriz que esta actividade marca na paisagem. Por outro lado é ao mesmo tempo motivo dissuasor de propagação para o exterior de ruído e poeiras.



Figura 49 - Ilustração da cicatriz provocada na paisagem.

4.1.1.5 *Vedação do Perímetro e de Zona de Ravinas*

Esta é uma medida de segurança da própria área de exploração de forma a evitar a entrada de indivíduos estranhos à empresa na medida em que qualquer acidente ocorrido dentro das instalações são da exclusiva responsabilidade da mesma.

Por outro lado, propõe-se ainda a instalação de vias de circulação pedestre protegidas de ambos os lados (DL n.º.162/90, art. 132.º), para que o pessoal afecto à empresa tenha liberdade de circular livremente e em segurança.

4.1.1.6 Afastamento do Poste de Média Tensão (PMT)

A decisão de afastamento do PMT prendeu-se com o facto de este se encontrar assente numa falha geológica, portanto numa zona instável, e bastante próximo do bordo superior da Pedreira (Figura 50). Por outro lado, tem que ver com uma questão jurídica, uma vez que o DL n.º 340/2007, de 6 de Outubro, prevê que os postes eléctricos de média e alta tensão, postos eléctricos de transformação ou de telecomunicações são objectos a proteger com uma distância do limite do terreno de 30 metros.



Figura 50 - Destaque para a falha geológica em duas perspectivas.

4.1.1.7 Afastamento do separador de hidrocarbonetos

Este procedimento prende-se com o facto de este colector se encontrar bastante próximo do furo artesiano. No caso de acidente, em que sejam libertados no terreno hidrocarbonetos, esta medida fará com que as hipóteses de contaminação dos aquíferos que alimentam o referido furo sejam minimizadas.

4.1.1.8 Plano de Monitorização Ambiental

O plano de monitorização ambiental deve ser definido de forma a acompanhar a evolução dos principais impactes ambientais.

As principais acções de monitorização, para este caso em concreto, envolvem a qualidade do ar, o ruído ambiente, vibrações e qualidade da água. A metodologia desta actividade é normalmente desenvolvida com recurso a empresas prestadoras de serviço, que com a periodicidade inerente apresentam os resultados destes levantamentos.

4.1.2 Infraestruturas

No que diz respeito às infraestruturas apresentam-se soluções que procuram aperfeiçoar não apenas as condições de trabalho, como também as questões ligadas ao ambiente e ao bem-estar da população, na vanguarda do progresso e da inovação do sector:

4.1.2.1 Área Social

Nestas instalações prevê-se uma zona para pequenas refeições, uma sala com compartimentos individuais para os colaboradores e por último um posto para que o socorrista da empresa previsto na legislação (DL n.º162/90, art.º 162), possa prestar os primeiros cuidados médicos em caso de acidente.

4.1.2.2 Lava-Rodas

Este equipamento (figura 51) assume uma vertente ambiental/cidadania, na medida em que apesar de não ser obrigatório nesta indústria evita a proliferação de poeiras e lama que, eventualmente se encontre alojada nos veículos para a via pública. Como este se trata de último sector que um veículo atravessa antes de abandonar a pedreira, recomenda-se que a operação de transporte se realize em caixa fechada ou cobertos por uma lona pesada. Esta situação, deve-se ao facto do produto final poder conter partículas finas depositadas nas suas superfícies, e estas poderem ser alvo de arrastamento pela acção do vento, reduzindo ou evitando a emissão de partículas de material para a atmosfera com eventual deposição nas áreas confinantes ao seu percurso.



Figura 51 - Lava-Rodas. Fonte: (Z.L Equipamentos & Caldeiraria, 2010).

4.1.2.3 *Ecoponto Industrial*

Outra medida de cariz ambiental passa pela implementação de equipamentos que visam a gestão dos vários resíduos produzidos na Pedreira, através da instalação de contentores para a triagem dos resíduos sólidos, semelhantes ao que se encontra na figura 54.



Figura 52 - Contentor industrial.

4.1.2.4 *Oficina*

Os equipamentos móveis associados a esta actividade têm elevados custos que se iniciam na sua aquisição e continuam durante a laboração na Pedreira. A operação no ambiente a que estão sujeitos requer obrigatoriamente manutenção periódica e rigorosa. Na exploração, que dispõe de uma área onde se procedem a pequenas reparações, deve-se impermeabilizar o piso e construir uma fossa com ligação ao separador de hidrocarbonetos para recolher eventuais derrames bem como os efluentes das lavagens exteriores que contêm massas de lubrificação. Nestes ambientes as partículas em suspensão aglomeram-se às massas lubrificantes originando uma pasta que reduz a capacidade de lubrificação, fazendo aumentar o atrito. Assim, é necessário proceder à lavagem desta pasta sendo o efluente rejeitado classificado como resíduo perigoso requerendo, por isso, o devido encaminhamento e tratamento (Sameiro, 2008).

4.1.2.5 Tanque de Tratamento de Águas Residuais

O tanque de tratamento surge no seguimento de uma análise química realizada á água da bacia, onde foi detectado um pH consideravelmente ácido. Neste ensaio para além do pH, foram tidos em conta outros parâmetros globais bem como os principais aniões e catiões, estando disponível no anexo B o boletim de análise.

O tratamento passivo de drenagem mineira ácida (DMA) que se propõe implementar tem como fundamento permitir que as reacções químicas e biológicas que ocorrem de forma natural participem no tratamento das soluções num ambiente controlado, como sendo o tanque projectado.

Este tratamento face aos sistemas activos oferece vantagens significativas na medida em que elimina praticamente a adição de reagentes químicos e o consumo de energia. Por outro lado, os sistemas passivos adquirem ainda vantagens no que diz respeito aos custos operatórios e de manutenção.

O método apresentado contempla a introdução de calcário, com cerca de 45cm, que estimula o aumento do pH, gerando alcalinidade. Neste processo, que a figura 53 esquematiza, o calcário remove qualquer oxigénio do sistema, permitindo que os sulfatos sejam reduzidos, protegendo os metais da oxidação e cria uma cobertura em torno do calcário, impedindo assim a sua dissolução (Fiúza, 2009).

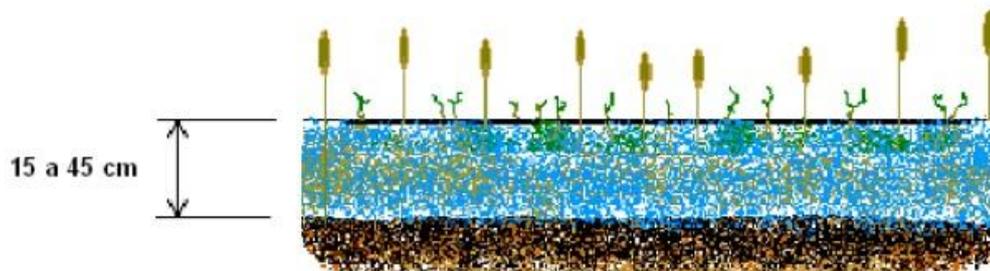


Figura 53 - Lagoa do tipo a implementar no tratamento de DMA. Fonte: (Fiúza, 2009).

No que diz respeito ao dimensionamento da bacia foi dividido por várias fases de forma a reduzir a margem de erro.

Numa primeira fase, a partir da análise das curvas de nível e dos três perfis traçados sob o levantamento topográfico (1 longitudinal e 2 transversais), ponderando as sinuosidades do terreno e da própria altimetria e topografia se pudesse chegar a um valor coerente para a área de escorrência. Nesta fase estimou-se ainda a área da bacia de acumulação bem como a profundidade média que esta atinge.

A fase seguinte correspondeu à recolha de dados, inicialmente recorreu-se ao Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) mas o facto das estações de monitorização disponíveis se encontrarem demasiado afastadas da área de projecto inviabilizou esta via. Deste modo, os dados contemplados no estudo tiveram como fonte o Anuário Climatológico de Portugal e são referentes à estação “Luzim” (freguesia próxima da área em estudo). Neste contexto, foram considerados os valores da média anual e do mês mais rigoroso (Fevereiro), para a precipitação e evaporação, não se tendo considerado a transpiração por não existir vegetação. Por último, induziu-se um valor típico para a infiltração em que o bedrock se encontra exposto através de fracturas e fissuras.

Numa terceira fase, foram retirados dos resultados do boletim de ensaio os valores do ferro e do manganês, apesar deste último ser considerado vestígal, portanto nulo.

Para o cálculo da área mínima da lagoa foi ainda necessário proceder a uma experiência para a determinação da acidez da água presente na bacia (protocolo encontra-se patente no Anexo C), tendo sido recolhido duas amostras num recipiente própria (Figura 56). A acidez da água corresponde à capacidade que um meio aquoso possui de reagir quantitativamente com uma base forte a um pH definido.

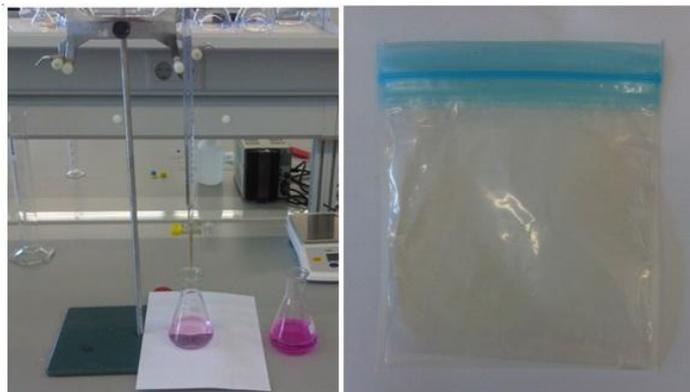


Figura 54 - Representação da experiência e do recipiente, respectivamente.

Depois de ponderados todos estes factores dimensionou-se a área mínima da lagoa fundamentada no critério desenvolvido pelo U.S. Bureau of Mines, correspondendo a cerca de 67 m².

Área mínima da lagoa (m²)

$$= \text{Carga de Fe (kg/d)} * 22,483 \text{ m}^2 / (\text{kg} / \text{d}) + \text{Carga de Mn} \\ * 449,65 \text{ m}^2 (\text{kg} / \text{d}) + \text{Acidez (kg / d)} * 67,448 \text{ m}^2 (\text{kg} / \text{d})$$

Contudo para além da área da lagoa outros parâmetros têm que ser considerados não só para o dimensionamento mas que englobe também o carácter de boas práticas para uma descarga que respeite o meio ambiente. Destes, destacam-se o volume disponível de calcário, o tempo de vida dos drenos (tipicamente projectados para 25 anos) e o tempo de retenção, ou seja, o espaço temporal que uma partícula de água deve permanecer no tanque. Completados estes cálculos, para além da área mínima do tanque, estimou-se ainda um valor para a massa de calcário necessária.

Assim, com a implementação deste método é possível tratar o DMA proveniente da bacia de modo a que os efluentes satisfaçam as condições de descarga presentes no Decreto-lei n.º 236/98, encontrando-se todos os cálculos discriminados para consulta no anexo C.

4.1.2.6 Instalação de Rede de Drenagem Pluvial

A implementação da rede de drenagem pluvial em toda a área da pedreira acaba por convergir com o que já foi referido na medida anterior no que concerne ao tratamento. As operações ao nível da drenagem visam colectar e desviar as águas do escoamento superficial, e a captação de águas internas do maciço para os sistemas de drenagem superficial para posterior escoamento (Matos, 2008), como o esquema da figura 55 procura elucidar.

Com a utilização deste sistema, a água resultante da pluviosidade deve ser encaminhada na medida do possível ou para a rede hidrográfica ou para a bacia de acumulação, garantindo assim, que a sua descarga nos efluentes se encontre em conformidade com o diploma legal em vigor.

Segundo (Carvalho *et al.*, 1991), em termos de recuperação paisagística a protecção superficial é fundamental para evitar/minimizar os efeitos nefastos da erosão, fundamentalmente até ao restabelecimento da vegetação.

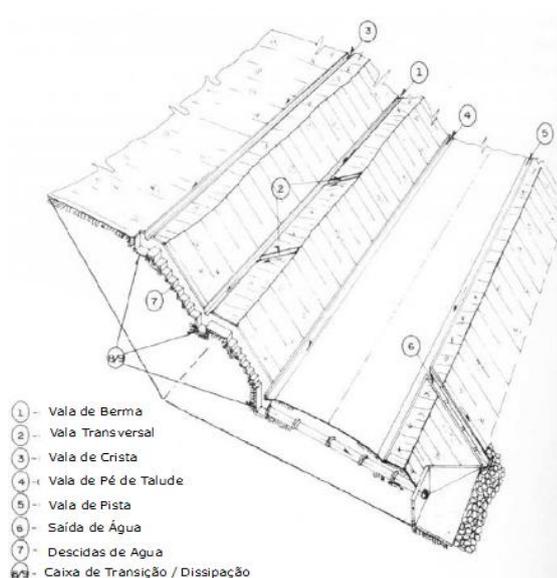
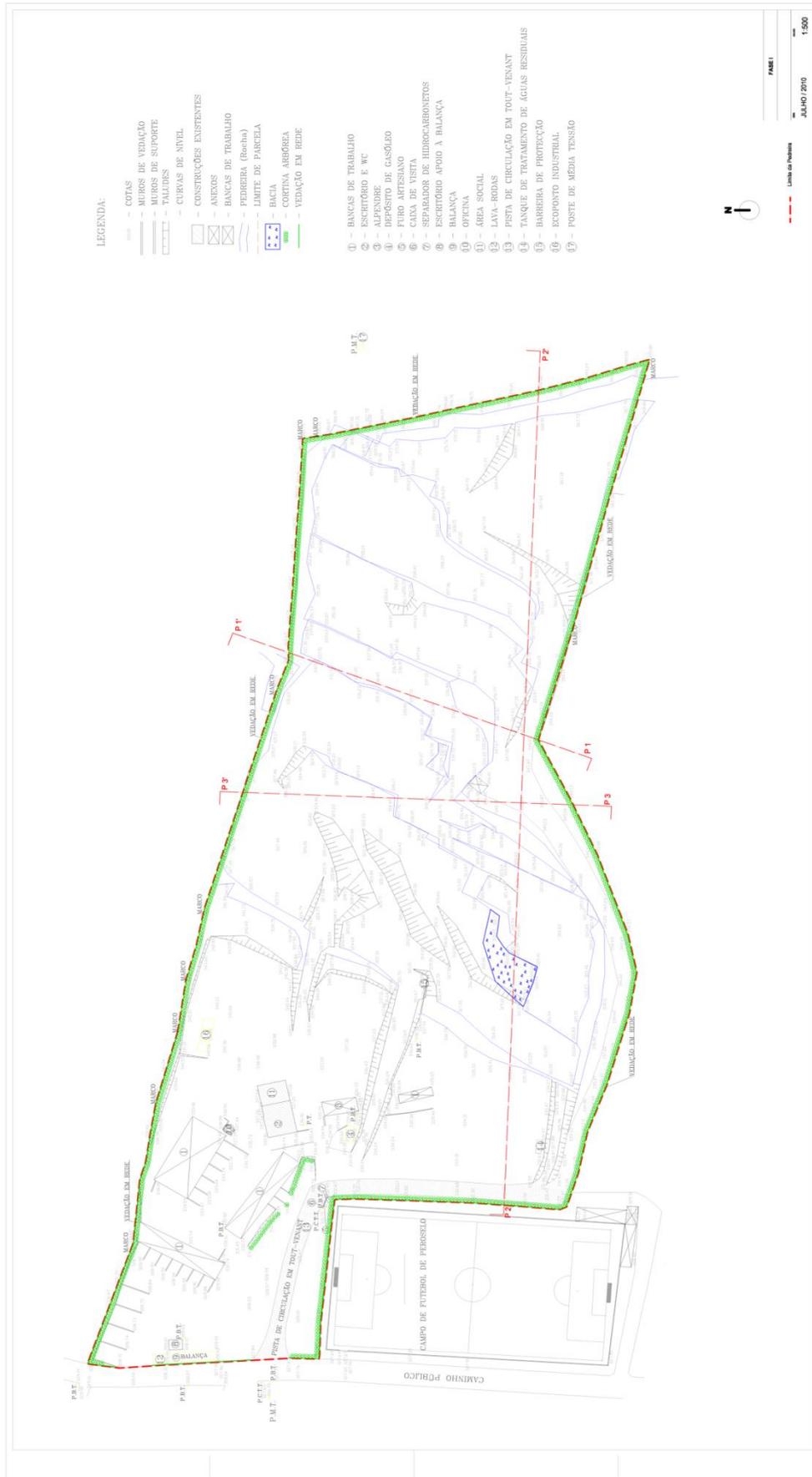


Figura 55 - Esquema das diversas soluções associadas à drenagem superficial. Fonte: adaptado de (Carvalho *et al.*, 1991).



Desenho 1: FASE 1 - Recuperação a Curto Prazo, versão compactada.

4.2 FASE 2 - Recuperação segundo o avanço da exploração;

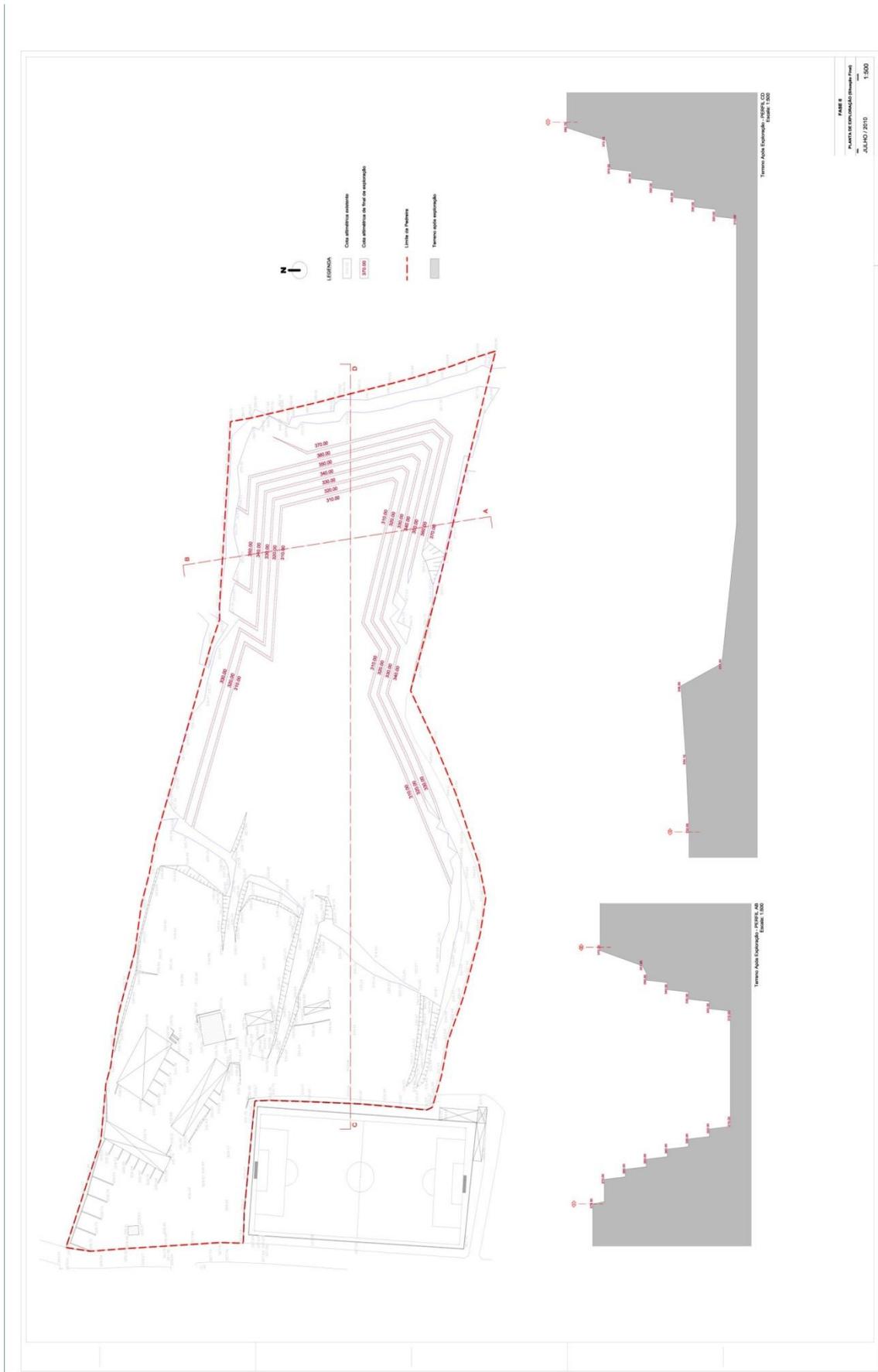
A recuperação referente à segunda fase será feita de forma progressiva durante o período de vida útil da pedreira, sendo obviamente a mais prolongada. O que se pretende demonstrar é que independentemente das soluções apresentadas neste estudo é possível conciliar a recuperação paisagística com a actividade de exploração.

A integração cénica proposta para o local, independentemente do modelo ou opção escolhida (que será apresentada na próxima fase), procura-se que seja efectuada de forma gradual, segundo o avanço da exploração, iniciando-se nos espaços considerados esgotados que forem sendo disponibilizados, de montante para jusante. Nesta etapa da exploração, posteriormente às últimas acções de desmonte do minério útil em cada patamar, deverá ser acondicionado no local ou nas imediações próximas escombros suficientes para servirem de base à transformação arquitectada. De salientar, que nas décadas de 70 e 80, à qual a empresa iniciou actividade e obteve licença, respectivamente, estas questões associadas à consciencialização ambiental eram ainda ambíguas. Neste contexto, o período em que decorreram as acções de preparação da área de exploração, mais concretamente na fase de desmatagem e decapagem do solo, não foram contempladas medidas no intuito de salvaguardar este material que seria bastante útil como solo de cobertura e para a reflorestação ou na recuperação ambiental que for aplicada.

Assim, para a recuperação paisagística é de todo conveniente que sejam definidas áreas, dependendo da solução seleccionada, no intuito que estas sejam de imediato revegetadas e tratadas, de forma a que o seu restabelecimento paisagístico se instrua com a maior celeridade possível. Contudo, e atendendo à natureza intrínseca da própria exploração, em que parte se realiza em rebaixo, correspondente à corta, estes trabalhos apenas poderão ser realizados perto do final dos trabalhos de exploração da pedreira, em que eventualmente se possa dividir em duas áreas.

O Desenho-2, ilustrado na página seguinte numa versão compactada, seguindo no anexo E a versão de projecto, representa a situação final da planta de exploração. Acaba por representar a cessação da actividade, situação à qual o minério se encontra esgotado. Torna-se evidente, dado às próprias características do maciço, que na realidade tanto os patamares como os taludes não se apresentarão com a esquadria traçada, acabando por ilustrar a situação ideal em termos de projecto.

A apresentação desta planta foi, em termos de projecto, um processo complexo na medida em que é uma matéria que esbarra com vários diplomas jurídicos. Neste contexto, foram realizados alguns cálculos, no intuito de salvaguardar zonas de defesa, de segurança empírica relativamente à fase pós recuperação ambiental e, por último, boas práticas no que diz respeito aos acabamentos dos patamares e taludes.



Desenho 2 : FASE 2 –Planta de exploração (Situação Final), versão compactada.

4.3 FASE 3 - Fase Final e Apresentação das Opções de Recuperação.

Por último, apresenta-se a fase 3, correspondente à fase final e onde após várias reflexões em que perante um problema com que nos deparamos se conseguiu chegar a três opções de recuperação paisagística distintas, mas que se complementarizam em alguns pontos.

Com a cessação de actividade para além do modelo escolhido para ser adoptado ao longo de todo o período de exploração, surge o parâmetro de desmantelamento das infraestruturas e o fim a dar a todo o equipamento a operar na empresa. Assim, no que concerne aos meios auxiliares e meios interventivos, o fim a dar-lhes vai depender do seu estado de conservação, embora com a devida manutenção tenham um período longo de vida. Caso contrário, a solução passa pelo abate ou encaminhamento para uma sucata que deverá dar o devido tratamento em termos ambientais. Em relação às infraestruturas, se estas corresponderem ao que é especificado na Lista Europeia de Resíduos (LER), podem ser desmanteladas e descarregadas no fundo da corta. Esta metodologia não é linear uma vez que alguns materiais, como as coberturas de zinco, terão que ser conduzidas para uma empresa de reciclagem, onde através de um processo de transformação se consiga a valorização deste composto. Para englobar todos estes parâmetros é realizado o denominado plano de desactivação, que depende do projecto a adoptar como recuperação paisagística.

Assim, nesta fase foi possível apresentar uma opção para cada um dos conceitos associados à recuperação descritos no capítulo anterior.

- Opção A – Ausência de Enchimento (Reabilitação);
- Opção B – Aterro de Resíduos Inertes (Restauração);
- Opção C – Estádio (Reconversão).

4.3.1 Opção A

A opção A caracteriza-se pela ausência de enchimento, assumindo o termo de reabilitação, pelo facto de apesar da perturbação resultante desta actividade, assume a afectação produzindo um ecossistema alternativo integrado com a envolvente no intuito de melhor ou pior procurar o estado preexistente.

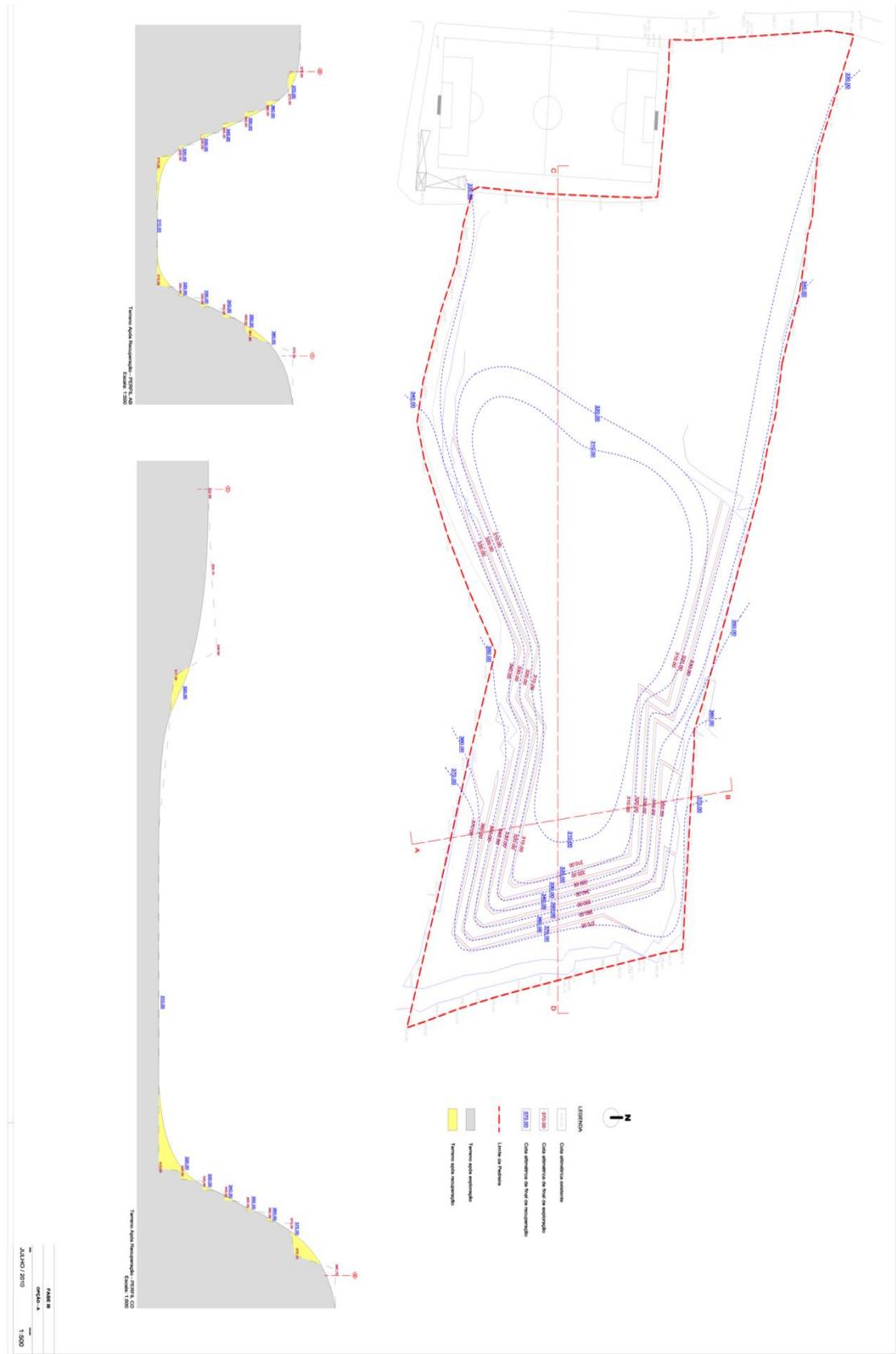
Embora a corta não sofra alterações significativas, a evidente degradação da paisagem na encosta carece de uma operação de restauro, o que não inviabiliza a deslocação de terras e/ou inertes. As intervenções serão assentes nos patamares de flanco de encosta, recorrendo aos inertes acondicionados na fase de exploração destinados a este efeito. Para obter o resultado desejado, é fundamental implementar uma, ou um conjunto de técnicas de estabilização e enquadramento na paisagem, dependendo das restrições orçamentais. A execução das acções ou operações referidas, quando se atinge a fase de encerramento da pedreira, pretende-se que se encontrem num estado avançado de desenvolvimento pelo facto de ter sido implementada de forma progressiva

O facto de nesta opção, a decisão ter passado pela ausência de enchimento vai originar que a corta da pedreira fique inundada com água da chuva. Com a pluviosidade, é inevitável que a água se acumule até atingir o nível freático, isto é, o ponto de descarga que rondará os 330 m de cota. Como no boletim de análise realizado à água da bacia, se constatou que o pH era consideravelmente ácido, uma medida a implementar passava por colocar, na base da corta uma camada de carbonato de cálcio.

Esta opção, à semelhança do que se verifica noutras zonas onde a indústria extractiva assume grande expressão, permitiria que a água armazenada fosse utilizada na época de incêndios.

No caso de se optar por esta solução deve-se garantir uma vedação integral de toda a área, em que apenas pessoal competente tem acesso ao local em caso de necessidade como por exemplo monitorização.

O Desenho – 3, ilustra a ideia que se pretende transmitir, tendo em conta, por outro lado os perfis traçados para uma melhor compreensão. De imediato, apresenta-se a versão compactada seguindo no anexo F a correspondente a projecto.



Desenho 3 : FASE 3 Opção A – Ausência de Enchimento (Reabilitação), versão compactada.

4.3.2 Opção B

Esta opção, apresenta-se como uma restauração do local na medida em que devolve à natureza o equilíbrio cénico mais idêntico com o original, através da implementação de um aterro de resíduos inertes.

A apresentação desta solução, teve como base de funcionamento o aterro de resíduos inertes da Pedreira da Madalena, em Vila Nova de Gaia, tendo sido pioneira nesta actividade e por ter adquirido uma larga experiência ao longo de mais de uma década.

A descarga de resíduos sólidos inertes na pedreira da Costa Queimada, pretende-se que seja de forma paulatina, faseada para permitir que a exploração decorra a par desta actividade. Ao contrário da opção A, nesta solução pretende-se o enchimento total, em que o ritmo dependerá do avança da exploração e das áreas que forem sendo disponibilizadas. A operação de descarga terá início, à semelhança de todas as opções apresentadas, nos patamares superiores, ou seja de montante para jusante (Guedes). Apesar da figura 58 representar a construção de um aterro sanitário, ilustra com exactidão aquilo que se pretende implementar neste caso, ressalvando as questões do dreno de gás em que não se justifica esta estrutura.

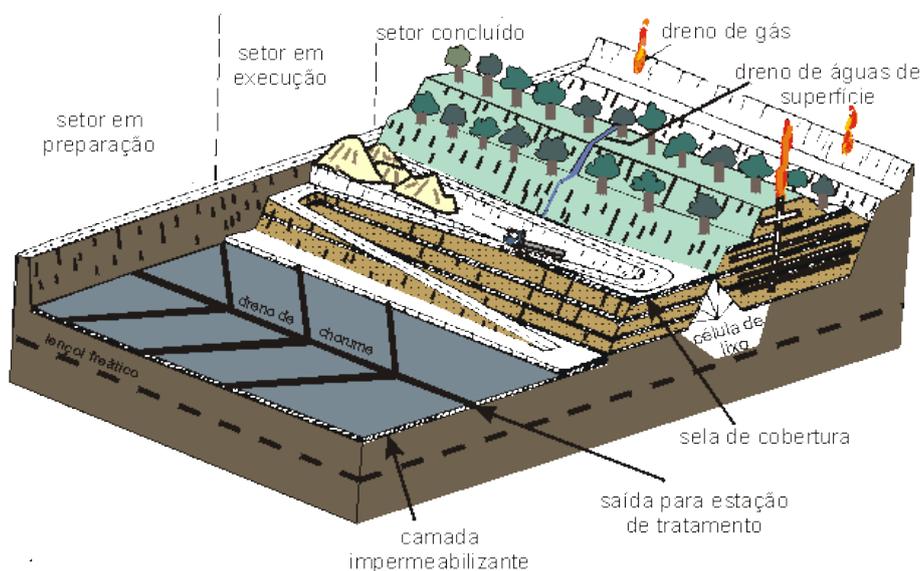


Figura 56 - Representação da construção de um aterro sanitário. Fonte: (Universidade Estadual Paulista, 2001).

4.3.2.1 Resíduos Sólidos Admissíveis

Os resíduos passíveis de serem depositados são essencialmente restos de Construção Civil e de Demolições (C & D), com baixo teor de outros materiais (como metais, solo, vidro, madeira, borracha, matéria orgânica). Por outro lado, também não serão admissíveis resíduos provenientes de C & D onde tenham sido tratados, pintados ou cobertos com materiais que contenham substâncias perigosas em quantidade significativa ou que tenham sido poluídos. Por estes factos é imprescindível conhecer a origem dos resíduos.

Na cavidade são aceites materiais sobrantes de escavações para a construção civil, entre outros que pelas suas características se podem considerar inertes. Para este facto, foi criada a Lista Europeia de Resíduos, em que na tabela 11 se encontram materializados os que não necessitam de verificação de conformidade.

Tabela 11 - Lista de Resíduos admissíveis sem verificação de conformidade.

<i>Código LER</i>	<i>Descrição</i>	<i>Restrições</i>
10 11 03	Resíduos de materiais fibrosos à base de vidro	Apenas em aglutinantes orgânicos
15 01 07	Embalagens de vidro	
17 01 01	Betão	Apenas resíduos de C&D
17 01 02	Tijolos	Apenas resíduos de C&D
17 01 03	Ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos	Apenas resíduos de C&D
17 01 07	Misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos	Apenas resíduos de C&D
17 02 02	Vidro	
17 02 04	Solos e rochas	Excluindo solo superficial e turfa, e provenientes de locais contaminados
19 12 05	Vidro	
20 01 02	Vidro	Apenas vidro recolhido separadamente
20 02 02	Terras e pedras	Apenas resíduos de jardins e parques, excluindo solo superficial e turfa.

4.3.2.2 Acessos às frentes de trabalho

Com o evoluir do processo de descarga, os acessos às frentes de trabalho, serão criados novos percursos de modo a que a deposição se realize no local de destino. Estes traçados, pelo seu carácter provisório, terão uma construção simples bastando colocar numa faixa de 6 de largura uma camada com mistura de brita e inertes.

Contudo de salientar que numa fase inicial, a deposição do material decorrerá através dos acessos actualmente existentes.

4.3.2.3 Controlo das águas e efluentes

A monitorização e captação das águas que se concentram na área da pedreira, assumem um factor importante a ser considerado.

Com a deposição dos materiais, e à medida que estes vão sendo acomodados, será criado um sistema para o escoamento superficial, à semelhança da rede de drenagem pluvial, proposta na fase 1 deste trabalho. Esta infraestrutura, assume uma vertente temporária adaptável às sucessivas etapas de construção do aterro, de modo a proteger e estabilizar os taludes que forem sendo criados pelos inertes.

4.3.2.3.1 Poço de Drenagem

A instalação do poço de drenagem prende-se com o facto, da necessidade de existir um acesso à zona mais profunda do aterro (cota 310 m).

A construção será executada por manilhas pré-fabricados em betão, com juntas abertas para permitir a entrada de água. Estes elementos serão montados uns sobre os outros consoante o crescimento do aterro, encaixada numa plataforma de cimento previamente efectuada.

4.3.2.3.2 Piezómetros de Monitorização

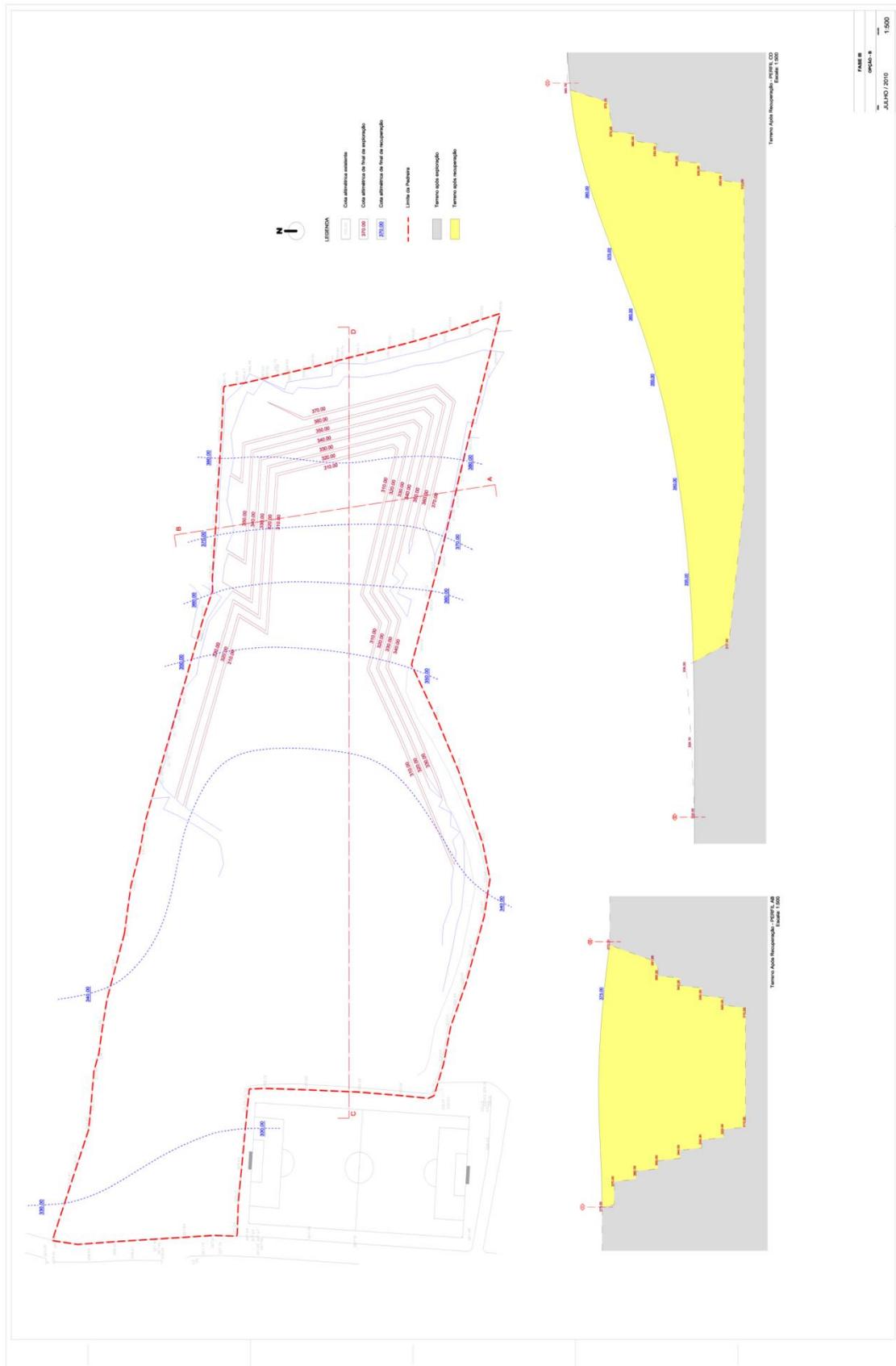
Os piezómetros são essenciais na vertente de controlo da qualidade das águas subterrâneas e, por outro lado, permitem monitorizar os níveis freáticos.

Estes equipamentos deverão ser instalados na periferia sendo um a montante, que terá a função de controlar se água se encontra em conformidade antes de atravessar a zona do aterro e, dois a jusante, em que terão como finalidade monitorizar o impacte do aterro na qualidade da água.

4.3.2.3.3 Lixiviados

As águas que se acumulem no fundo do aterro, provenientes da drenagem natural, serão bombadas, encaminhadas e tratadas conforme o procedimento descrito no tanque de tratamento de águas residuais, presente na fase 1.

O Desenho – 4 procura ilustrar esta solução, a situação final em que o aterro apresenta a forma conhecida na área como “Pescoço de Cavalo”. À semelhança dos casos anteriores, a representação que se segue corresponde à compactada, remetendo-se para o anexo F a impressa no projecto.



Desenho 4 : FASE 3 Opção B – Aterro de Resíduos Inertes (Restauração), versão compactada.

4.3.3 Opção C

A opção de apresentar um estádio, ou simplesmente projectar o campo de futebol adjacente às imediações da pedreira, insere-se no termo reconversão, dentro dos conceitos relatados associados à recuperação.

De facto, a reconversão de um espaço de pedreira para esta infraestrutura não é um facto novo no nosso País, na medida em que no âmbito do Euro 2004, o estádio do Braga foi assente num local onde já funcionou uma pedreira, tirando partido da proximidade ao centro urbano (figura 59).



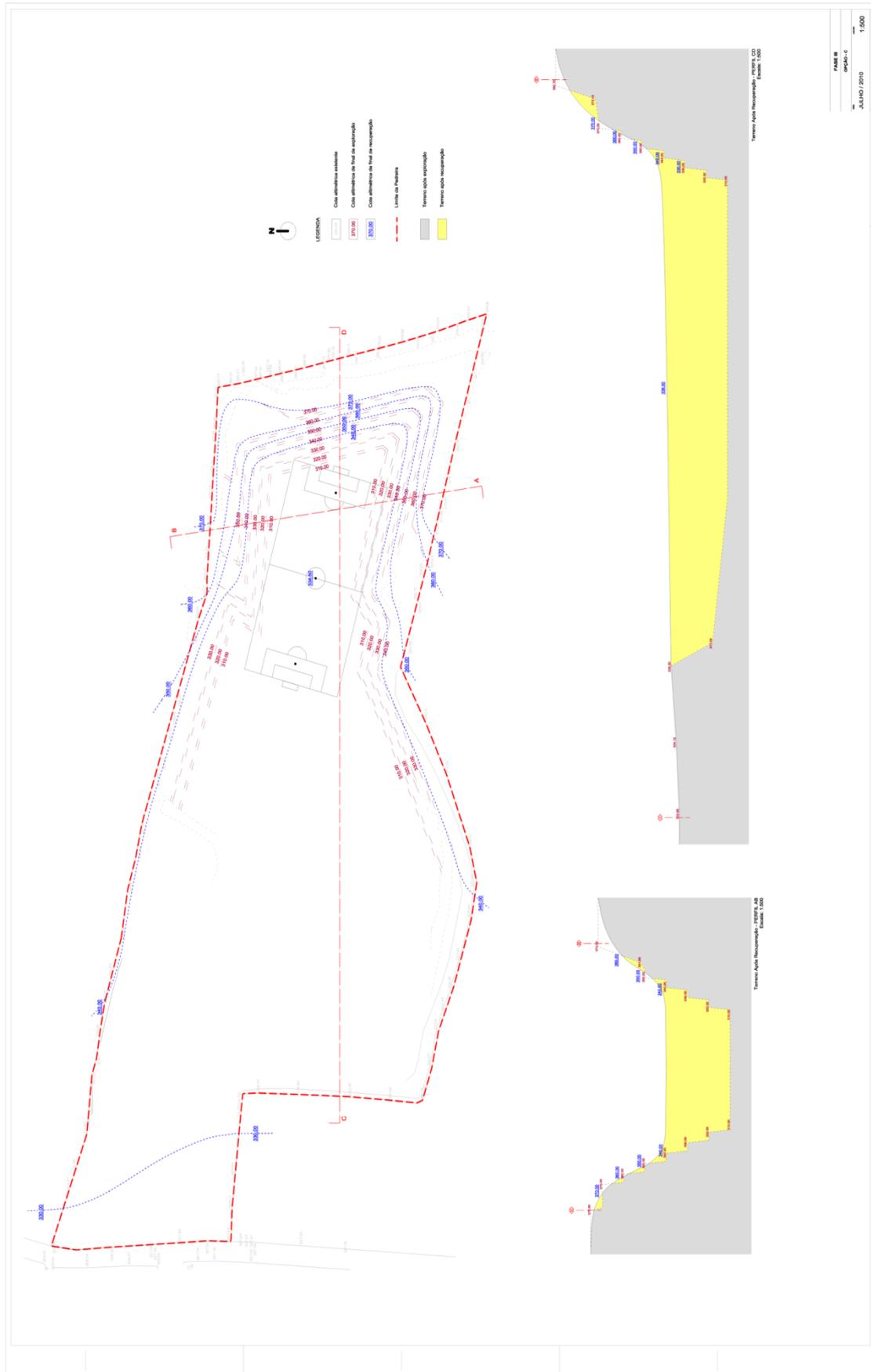
Figura 57- Fotografias do estádio do Braga de diferentes perspectivas. Fonte: (Bastos *et al.*, 2006).

Para a viabilização desta solução é necessário proceder a um enchimento parcial da pedreira, ou seja, a uma altura suficiente para que cubra a cavidade, de modo a garantir que o nível freático não afecte a área de jogo. Esta altura ronda as cotas 335 m e 340 m, onde deverá ser deixado um ligeiro declive nos locais adjacentes para que a água circule por gravidade.

No que à estabilização dos taludes diz respeito, este projecto é em tudo semelhante ao processo descrito para a opção A. Contudo neste caso, poderão ser adoptadas medidas ou de engenharia civil convencional ou TEN para a construção de bancadas.

Para este estudo, foi ainda analisada a questão da posição do campo que, na medida do possível, deverá ser no sentido Norte-Sul no intuito que a orientação do Sol não afecte o ângulo de visão dos guarda-redes. Assim a resolução encontrada para suprir esta adversidade, passou por colocar o campo ligeiramente enviesado sendo protegidos pelos taludes laterais (Norte-Sul) em relação a esta matéria.

Por último, o Desenho – 5, procura representar todos os factos descritos. Após a apresentação compactada segue no anexo F a versão de projecto.



Desenho 5: FASE 3 Opção C – Estádio (Reconversão), versão compactada.

5º Capítulo

Conclusão

5 Conclusão

Antes de mais, devo transmitir a imensa satisfação que a elaboração deste estudo me proporcionou, não apenas pelo seu carácter multidisciplinar mas também pela oportunidade em contactar um considerável número de profissionais e técnicos em diversas áreas.

Cada vez mais, as questões ambientais fazem parte do nosso quotidiano numa União Europeia atenta, na vanguarda do equilíbrio natural e na salvaguarda do bem-estar dos seus cidadãos. Considero portanto, essencial ressaltar esta matéria, na medida em que, as imposições por parte dos Estados Membros afecta a competitividade das empresas a laborar no velho Continente, num contexto de globalização. Não querendo dizer com isto, que não concordo com uma política verde para o nosso País, muito pelo contrário, contudo os sucessivos governos não têm tido a coragem de estabelecer pontes e acordos comerciais que favoreçam ambas as partes.

Sob o meu ponto de vista, nas zonas em que no Plano Director Municipal (PDM) esteja integrada “Espaços para a Indústria de Extracção”, a solução não passa por cada empresa, ou cada pedido de licença, contemplar a apresentação de um PARP. Nestes casos, a situação mais viável passa por um esforço conjunto que consulte todos os visados, no intuito de se efectuar uma valorização para todo espaço afectado, ou com possibilidade de o ser.

Em relação às opções propostas para o local, qualquer uma é passível de ser implementada, tendo a perfeita percepção que para além das restrições económicas, a decisão passa pela sincronização com o PDM. De ressaltar que as soluções apresentadas acabam por servir as populações limítrofes, indo ao encontro de uma das filosofias do PARP. Sendo verdade que numa, a acumulação de água permite um maior sentimento de segurança face aos incêndios (opção A), noutra é restituído o estado original (opção B) e, por último a projecção de um estádio é sempre bem acolhida pela fomentação da prática desportiva.

Com a descrição dos projectos apresentados, foi possível comprovar que o PARP pode e deve, até por questões financeiras, ser implementado a par da exploração.

No resumo desta dissertação, referi que este estudo foi desenvolvido assente, essencialmente, em três componentes Legislação – Técnica – Realidade. Contudo embora não a tenha contemplado, outra componente surge sempre associada a estas, o Orçamento. De facto, as verbas disponíveis é que acabam por ditar toda a abordagem de um plano desta natureza, em que o valor depende de inúmeros factores.

A apresentação deste estudo, no âmbito da recuperação paisagística associada à indústria extractiva assume, assim uma vertente de consciencialização para esta temática que tanto assola o

nosso Território. Por outro lado, pode servir de repto ao desenvolvimento de outros assuntos que me fui deparando à medida que aprofundava os conteúdos abordados. Desde logo, o paradigma entre as restrições ambientais/legais com outros países em continentes distintos, passando pela burocracia e morosidade protocolar da legislação vigente e da própria justiça, ou até mesmo acidentes que possam suceder, nomeadamente a monitorização de uma pluma de contaminação, no caso da opção de aterro.

Para concluir, apesar da área de projecto se localizar numa zona inóspita, com um reduzido valor imobiliário, numa perspectiva de cessação de actividade, foi possível apresentar soluções concretas com a descrição de várias possibilidades de intervenção. Assim, embora os projectos propostos serem distintos entre si, convergem num único objectivo que visa o equilíbrio do ecossistema alvo de perturbação.

6º Capítulo

Bibliografía

6 Bibliografia

Arlindo da Mota Soares, Lda - GRANITOS (2010): Produtos. Arlindo da Mota Soares, Lda - GRANITOS. Disponível em: <<http://www.ams.site90.net/produtos.html>>.

Avalverde - Engenharia e Ambiente, Unip., Lda. (2010): Hidrossementeira. Disponível em: <http://www.avalverde.pt/avalverde_hidro.pdf>.

Bastos, M.; Azevedo, I. (2006): Restauração, Reabilitação e Reconversão na Recuperação Paisagística de Minas e Pedreiras. VISA Consultores, S.A. [S.l.].

Bea, F.; Carnicero, A.; Gonzalo, J. C.; Plaza, M. L.; Alonso, M. D. R. (1987): Geologia De Los Granotoides Y Rocas Asociadas Del Macizo Hesperico. Madrid: Editorial Rueda.

Carvalho, J. M. F. (2009): Recursos Minerais do Centro de Portugal. CCDR Centro. Coimbra.

Carvalho, P. A. S.; Orlandi, C.; Camargo, J. C. C.; Okawa, M.; Prieto, V. (1991): Manual de Geotecnia: taludes de rodovias; orientação para diagnóstico e soluções de seus problemas. São Paulo: IPT.

Cerdeira, J.; Fernandes, J.; Fernandes, M.; Gonçalo, R. (2010): Análise de Estabilidade do Talude da Rua D. Pedro V. Porto.

Coelho, S. (1996): Tecnologia de fundações. [S.l.]: [s.n.].

Concelho Local de Acção Social de Penafiel - Rede Social de Penafiel (2006): Diagnóstico Social do Concelho de Penafiel. Câmara Municipal de Penafiel. Penafiel.

Costa, B.; Antunes, J.; Moreira, M.; Lourenço, P. (2010): Representações Estereográficas. Porto.

Ferreira, N.; Iglésias, M.; Noronha, F.; Pereira, E.; Ribeiro, A.; Ribeiro, M. L. (): Granitoides da zona centro iberica e seu enquadramento geodinamico.

Fiúza, A. M. A. (2009): Impacte Ambiental Mineiro. Porto: FEUP.

Freitas, A. (2007): Grade Viva. Engenharia Verde. Disponível em: <<http://engenhariaverde.blogspot.com/2007/03/definio-apresenta-uma-estrutura.html>>.

Freitas, A. (2007): Muro de Suporte Vivo. Engenharia Verde. Disponível em: <<http://engenhariaverde.blogspot.com/2007/01/muro-de-madeira-vivo.html>>.

Freitas, A. (2007): Paliçada. Engenharia Verde. Disponível em: <<http://engenhariaverde.blogspot.com/2007/02/paliada.html>>.

- Geotrota (2009): Estudo de Impacte Ambiental - Pedreira do Cabeço da Hera. [S.l.].
- Guedes, J. C.: A Gestão de Aterros de Resíduos Inertes na Recuperação Paisagística de Pedreiras. [S.l.].
- HortiRelva (2010): Hidrossementeira. Disponível em: <<http://www.hortirelva.pt/hidro.htm>>.
- INETI (2002): Método de exploração, a céu aberto. Disponível em: <http://e-geo.ineti.pt/edicoes_online/diversos/boa_pratica/figuras/fig1.gif>.
- Lawrence, A. P.; Chassie, R. G. (2001): Rockfall catchment design guide. Washigton DC: Federal Highway Administration.
- LNEG (1999): Regras de boa prática no desmonte a céu aberto. LNEG. Disponível em: <http://e-geo.ineti.pt/edicoes_online/diversos/boa_pratica/capitulo2.htm>.
- Matos, L. (2008): Estabilidade de Taludes em Rochas Silto-Argilosas. Lisboa: [s.n.].
- Medeiros, A. C.; Pereira, E.; Moreira, A. (1980): Carta Geológica de Portugal. Notícia Explicativa da Folha 9-D. 26 - 31.
- Moura, A. C. (2000): Granitos e Rochas Similares de Portugal. Porto: Marca-Artes Gráficas.
- Moura, A. C.; Carvalho, C.; Almeida, I. A.; Saúde, J. G.; Farinha Ramos, J. M.; Augusto, J. P.; Rodrigues, J.; Carvalho, J.; Martins, L.; Matos, M. J. et al. (2002): Mármore e calcários ornamental de Portugal. [S.l.]: GAR, Gestão de Artes Gráficas, S.A..
- Pereira, E.; Miranda, H.; Leite, A. (2000): Caracterização Geológico/Estrutural da Pedreira Quinta do Moínho. Porto.
- PUBLIambiente (2003): Estudo de Impacte Ambiental. Penafiel.
- Ribeiro, A. (2008): Manta Orgânica. Engenharia Verde. Disponível em: <<http://engenhariaverde.blogspot.com/2008/02/manta-orgnica.html>>.
- Sameiro, T. (2008): Temática das Pedreiras com Emissão de Declaração de Impacte Ambiental. [S.l.].
- Sameiro, T. (2008): Temática das Pedreiras com Emissão de Declaração de Impacte Ambiental. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Lisboa.
- Santos, A. (2009): Plano Estratégico de Mobilidade da Cidade de Penafiel 2009 - 2020. Câmara Municipal de Penafiel. Penafiel.

Schiechl, H. M. (1992): Bioingegneria Forestale Biotecnica Naturalistica. Itália: Castaldi Feltre.

SECIL - Companhia Geral de Cal e Cimento, S.A. (2005): Relatório de Sustentabilidade. [S.l.].

Sousa, N. V. (1993): Recuperação de Paisagens Degradadas e Recuperação das Pedreiras da Secil. ISA. Lisboa.

VISA - Consultores de Geologia Aplicada e Engenharia do Ambiente, S.A. (2007): Estudo de Impacte Ambiental Projecto da Pedreira de Areia "Pinhal do Catelas". [S.l.].

Zirtec (2009): A Sílica. Disponível em: <<http://www.zirtec.com.br/areia/silica.htm>>.

Anexos

Anexo A

RELATÓRIO

Relatório nº 27 / RMIN / 2010
Página nº 1 de 7
Nº Ordem Lab 136 / 2010

Amostras Granito “Azul Céu”
(a amostragem é da responsabilidade do requerente)
Requerente **Arlindo da Mota Soares, Lda.**
Endereço **Calvário**
4560-750 PEROZELO

Estudo Solicitado Determinação da resistência à compressão; Determinação da resistência à flexão sob carga centrada; Determinação da absorção de água à pressão atmosférica; Estudo petrográfico
E-mail: 26/05/2010

Secção: Caracterização de Rochas Ornamentais e Industriais

Registo: 1063 RO

Data de Início da Análise: 25/06/2010

Data de Conclusão da Análise: 15/07/2010

Este relatório refere-se ao estudo efectuado sobre a seguinte amostra de granito:

Designação comercial (da responsabilidade do requerente)

Granito “Azul Céu”

Local de Exploração

Pedreira: Costa Queimada

Lugar: Quintã

Freguesia: Perozelo

Concelho: Penafiel

Distrito: Porto

O estudo foi solicitado pela empresa Arlindo da Mota Soares, Lda..

A amostragem deu entrada no Laboratório em 26/05/2010 e foi da responsabilidade do requerente.

O estudo petrográfico é apresentado no Relatório N° 20/PG/2010, emitido em 15/07/2010 pela Secção de Petrologia e Gemologia e encontra-se em anexo.

1. DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO – PA204RMIN (2007-04-09) (EN 1926:2006)

Data de entrada dos provetes no Laboratório:26/05/2010
Data de execução do ensaio: 06 a 09/07/2010
Acabamento das faces de carga dos provetes: serrado
Orientação do eixo de carga relativamente aos planos de anisotropia: perpendicular
Número de provetes ensaiados: 10

Provete	Dimensões do provete			Força máx. F (kN)	Resistência à compressão	
	Base		Altura h (mm)		R _c (MPa)	R _c (kg/cm ²)
	a (mm)	b (mm)				
I	50,57	48,88	49,19	310	125,4*	1279*
II	50,25	49,21	50,51	525	212,4	2166
III	50,42	49,96	50,10	565	224,2	2286
IV	49,80	49,26	50,25	541	220,4	2248
V	49,89	49,67	49,56	532	214,6	2188
VI	49,47	47,06	50,01	497	213,6	2178
VII	49,32	49,58	48,95	548	224,1	2285
VIII	49,41	50,43	48,82	461	184,9	1885
IX	49,70	47,67	50,50	516	217,7	2220
X	49,34	49,34	50,69	524	215,0	2193
Média (\bar{x})					214	2183
Desvio padrão (s)					12	120
Coefficiente de variação (s/ \bar{x})					0,06	0,06
Valor máximo					224,2	2286
Valor mínimo					184,9	1885
Valor mínimo esperado					189	1925

* Resultado rejeitado devido ao facto de se situar fora do intervalo [média-20%; média + 20%].



2. DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À FLEXÃO SOB CARGA CENTRADA – PA205RMIN (2007-04-09)
(EN 12372:2006)

Data de entrada dos provetes no Laboratório:26/05/2010
Data de execução do ensaio:25 a 29/06/2010
Acabamento da face em contacto com os cutelos de apoio: serrado
Orientação do plano de carga relativamente aos planos de anisotropia: perpendicular
Número de provetes ensaiados: 10

Provete	Vão	Dimensões do provete		Força máx. F (N)	Resistência à flexão	
	l (mm)	Largura - b (mm)	Altura - h (mm)		R _f (MPa)	R _f (kg/cm ²)
I	250,40	49,12	50,23	5043	15,3	156
II	250,40	49,15	50,08	6138	18,7	191
III	250,40	47,99	49,47	4873	15,6	159
IV	250,40	50,03	50,74	6763	19,7	201
V	250,40	50,44	50,15	6235	18,5	188
VI	250,40	50,91	49,25	5955	18,1	185
VII	250,40	49,31	50,28	6312	19,0	194
VIII	250,40	48,47	50,16	5838	18,0	183
IX	250,40	49,59	49,53	6331	19,5	199
X	250,40	50,06	49,81	6974	21,1	215
Média (\bar{x})					18,4	187
Desvio padrão (s)					1,8	18
Coefficiente de variação (s/\bar{x})					0,10	0,10
Valor máximo					21,1	215
Valor mínimo					15,3	156
Valor mínimo esperado					14,8	151



Relatório nº 27 / RMIN / 2010
 Página nº 4 de 7
 Nº Ordem Lab 136 / 2010

3. DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE REAL E APARENTE E DA POROSIDADE TOTAL E ABERTA – PA203RMIN (2007-04-09) (EN 1936:2006)

Data de entrada dos provetes no Laboratório:26/05/2010
 Data de execução do ensaio: 25 a 29/06/2010
 Número de provetes ensaiados: 6
 Dimensões dos provetes ensaiados: 50 × 50 × 50 mm

Nº do Provette	Densidade aparente (kg/m ³)	Porosidade aberta (%)
I	2640	0,5
II	2650	0,5
III	2640	0,4
IV	2640	0,5
V	2640	0,5
VI	2640	0,4
Média (\bar{x})	2640	0,5
Desvio padrão (s)	4,93	0,02

Este Relatório não pode ser parcialmente reproduzido sem autorização por escrito dada pela Direcção do Laboratório.
 Os resultados referem-se exclusivamente às amostras recebidas e ensaiadas. Qualquer extrapolação é da exclusiva responsabilidade do requerente.



Relatório nº 27 / RMIN / 2010
Página nº 5 de 7
Nº Ordem Lab 136 / 2010

4. DETERMINAÇÃO DA ABSORÇÃO DE ÁGUA À PRESSÃO ATMOSFÉRICA – PA202RMIN (2007-04-09)
(NP EN 13755:2005)

Data de entrada dos provetes no Laboratório:26/05/2010
Data de execução do ensaio:25/06 a 01/07/2010
Número de provetes ensaiados: 6
Dimensões dos provetes ensaiados: 50 × 50 × 50 mm

Nº do Provette	Absorção de água (%)
I	0,2
II	0,2
III	0,2
IV	0,2
V	0,2
VI	0,2
Média	0,2
Desvio padrão	0,01
Valor máximo esperado	0,2

Este Relatório não pode ser parcialmente reproduzido sem autorização por escrito dada pela Direcção do Laboratório.
Os resultados referem-se exclusivamente às amostras recebidas e ensaiadas. Qualquer extrapolação é da exclusiva responsabilidade do requerente.



5. ESTUDO PETROGRÁFICO (Relatório Nº 20/PG/2010, da Secção de Petrologia e Gemologia)

5.1 MACROSCOPIA

– Descrição macroscópica

Rocha ígnea granitóide de granulado médio, duas micas, com leve tendência porfiróide, de cor cinzenta azulada clara, homogénea e compacta.

5.2 MICROSCOPIA

– Descrição microscópica

Rocha ígnea granitóide com textura hipidiomórfica granular e granulado médio, de duas micas, com deformação cataclástica e alteração ambas moderadas e composição mineralógica de monzogranito. Apresenta idade Hercínica tardi ou post-tectónica, relativamente à terceira fase de deformação Hercínica D3.

– Minerais essenciais

Quartzo	≅ 29,0%
Plagioclase (oligoclase cálcica a andesina, oligoclase e albite)	≅ 27,7%
Feldspato potássico (microclina e ortoclase)	≅ 19,3%
Moscovite	≅ 14,3%

– Minerais acessórios

Biotite	≅ 3,2%
Clorite	≅ 1,2%
Apatite, ilmenite, rútilo, zircão, monazite, xenótimo, caulinite, óxidos de ferro e titânio, esfena, silimanite, etc.....	≅ 5,3%

Métodos de Ensaio Praticados

DESIGNAÇÃO	REFERÊNCIA	EDIÇÃO		
Determinação da resistência ao gelo	PA201RMIN	(2007-04-09)	◇	<input type="checkbox"/>
Determinação da absorção de água à pressão atmosférica	PA202RMIN	(2007-04-09)	◇	<input checked="" type="checkbox"/>
Determinação das densidades real e aparente e das porosidades total e aberta	PA203RMIN	(2007-04-09)	◇	<input checked="" type="checkbox"/>
Determinação da resistência à compressão	PA204RMIN	(2007-04-09)	◇	<input checked="" type="checkbox"/>
Determinação da resistência à flexão sob carga centrada	PA205RMIN	(2007-04-09)	◇	<input checked="" type="checkbox"/>
Determinação do coeficiente de dilatação térmica linear em materiais rochosos	PA206RMIN	—	◆	<input type="checkbox"/>
Determinação da resistência ao choque	PA207RMIN	(2006-02-07)	◇	<input type="checkbox"/>
Ensaio de resistência aos ácidos em atmosfera de dióxido de enxofre	PA208RMIN	—	◆	<input type="checkbox"/>
Determinação da resistência à cristalização de sais	PA209RMIN	—	◆	<input type="checkbox"/>
Determinação da resistência ao desgaste com a máquina de Capon	PA222RMIN	(2007-07-25)	◇	<input type="checkbox"/>
Determinação do coeficiente de absorção de água por capilaridade	PA223RMIN	(2007-04-09)	◇	<input type="checkbox"/>
Determinação da resistência ao envelhecimento através de choque térmico	PA224RMIN	—	◆	<input type="checkbox"/>
Determinação do módulo de elasticidade dinâmico (através da medição da frequência de ressonância longitudinal fundamental)	PA225RMIN	(2006-05-12)	◇	<input type="checkbox"/>
Determinação da resistência às manchas	PA226RMIN	—	◆	<input type="checkbox"/>
Determinação da resistência às ancoragens	PA227RMIN	(2007-07-25)	◇	<input type="checkbox"/>

◇ - Acreditado; ◆ - Não - Acreditado

Neste Relatório constam dados transcritos de Boletins / Relatórios de ensaio produzidos por outras Secções do Laboratório:

	Relatório Nº	Boletim Nº	Método acreditado	Método interno
Estudo petrográfico	20/PG/2010			✓

S. Mamede de Infesta, 20/07/2010

A Responsável pela Secção,

(Eng.^a Cristina Carvalho)



RELATÓRIO Nº 20/PG/2010

ESTUDO MINERALÓGICO E PETROGRÁFICO DE UMA AMOSTRA DE GRANITO “AZUL CÉU”

De acordo com a solicitação de Arlindo da Mota Soares Lda procedeu-se ao estudo mineralógico e petrográfico de uma amostra de rocha ígnea, granitóide, denominada Granito “Azul Céu”, explorada na Pedreira Costa Queimada situada no lugar de Quinta, Freguesia de Perozelo, Concelho de Penafiel, Distrito do Porto.

Descrição macroscópica:

A rocha estudada trata-se duma rocha ígnea granitóide de granulado médio, duas micas, com leve tendência porfiróide, de cor cinzenta azulada clara, homogénea e compacta. Macroscopicamente distinguem-se, quartzo cinzento, translúcido, que forma cristais e agregados, em geral arredondados, que, em média, têm 1 mm a 2 mm de diâmetro, mas alguns agregados podem atingir 5 mm e muito raramente 10mm. Os feldspatos são beges claros a brancos, ocorrem na matriz e formam cristais e agregados, em geral alongados, que, em média, têm 3 mm x 1 mm, mas, por, vezes atingem 6 mm a 7 mm de comprimento. Alguns raros megacristais ocorrem dispersos e têm 10 mm x 10 mm, raramente 15 mm x 10 mm. A biotite é negra e está de certo modo distribuída homogeneamente na rocha. Forma cristais e agregados alongados que, em média, têm 1 mm a 2 mm de comprimento, mas, por vezes, ocorrem alguns agregados que em geral não ultrapassam 4 mm x 1 mm. Não se observa auréola ferruginosa amarelada à volta dos cristais de biotite. A moscovite é branca prateada e ocorre dispersa homogeneamente. Forma cristais que, em média, não ultrapassam 1 mm a 2 mm de diâmetro. Alguns agregados esverdeados claros com 1 mm a 2 mm de diâmetro, em média, devem corresponder a zonas mais fortemente sericitizadas e caulinizadas das plagioclases. A deformação cataclástica apresentada pela rocha, macroscopicamente, observa-se nos grãos e agregados de quartzo e alguns agregados de feldspato e é traduzida por microfissuração intragranular. As arestas finas do provete serrado não mostram desagregação de minerais significativa.

Descrição microscópica:

Ao microscópio a rocha estudada evidencia uma textura hipidiomórfica granular, de granulado médio, duas micas. A rocha apresenta deformação do tipo cataclástico, traduzida pela microfissuração intragranular, e extinção ondulante do quartzo, pela microfissuração intragranular do feldspato potássico e pela microfissuração intragranular, ligeiro arqueamento de alguns cristais, e terminação em bisel dos planos de macla da albite, observável em alguns cristais maclados da plagioclase e ainda pela microfissuração e arqueamento das clivagens de alguns cristais de mica (biotite, moscovite, clorite). A

alteração traduz-se pela turbidez, caulinição, moscovitização, pertitização de alguns cristais de feldspato potássico, pela turbidez, caulinição e moscovitização secundária, por vezes intensa e mais forte no núcleo, de alguns cristais de plagioclase e pela desferrificação e cloritização, parcial ou total, de alguns cristais de biotite, com alargamento dos folhetos micáceos. Ao microscópio é possível identificar os seguintes minerais:

Quartzo (29.0%): Forma cristais e agregados intersticiais, em geral xenomórficos, por vezes hipidiomórficos transparentes, caracterizados pela deformação cataclástica que apresentam e que se traduz pela microfissuração intragranular, e pela extinção ondulante que nalguns casos se observa. O quartzo revela a presença de numerosas pontuações escuras que correspondem, a inclusões fluidas e que lhe transmitem um aspecto ligeiramente túrbido. No seio dos agregados quartzosos ocorrem, por vezes, cristais hipidiomórficos e xenomórficos de biotite, de clorite de moscovite, de minerais opacos e minerais radioactivos inclusos nas micas, cristais idiomórficos e sub idiomórficos de apatite, e cristais hipidiomórficos e xenomórficos de plagioclase e feldspato potássico.

Feldspato potássico (19.3%): Forma cristais hipidiomórficos e xenomórficos, na matriz e hipidiomórficos nos raros megacristais que apresenta. É microclina e ortoclase sendo, por vezes, visíveis, quer nos megacristais quer nos cristais da matriz, as maclas em xadrez e de Carlsbad. A deformação cataclástica que apresenta é traduzida pela microfissuração intragranular, que muitos cristais apresentam. A alteração traduz-se pela turbidez e caulinição, moderadas, em geral mais intensa junto às microfissuras intragranulares e pela pertitização em manchas irregulares, por vezes dispostas sub paralelamente e que, acompanham as zonas mais turbidas e caulinizadas. A pertitização é mais frequente nos megacristais. No seio dos cristais de feldspato ocorrem cristais xenomórficos arredondados de quartzo, cristais sub idiomórficos e xenomórficos de plagioclase, por vezes zonados e fortemente túrbidos, de biotite, de clorite, de moscovite primária, de apatite de minerais opacos e pequenos cristais idiomórficos de zircão. Algumas palhetas de moscovite secundária dispõem-se por vezes alinhadas paralelamente às clivagens, ou penetram microfissuras intragranulares do feldspato potássico.

Plagioclase (27.7%): Forma cristais em geral hipidiomórficos alongados, por vezes xenomórficos corroídos, nalguns casos zonados, com núcleos mais túrbidos caulinizados e moscovitizados e bordos mais transparentes e mais sódicos. Apresenta muitas vezes a macla da albite visível em nicóis cruzados e mais raramente a da periclina. A plagioclase é oligoclase cálcica a andesina no núcleo dos cristais e oligoclase na bordadura. Nas zonas pertitizadas dos feldspatos potássicos é albite. Alguns cristais mostram deformação cataclástica traduzida pela microfissuração intragranular, pelo ligeiro arqueamento de alguns cristais e pela terminação em bisel dos planos de macla da albite, que se observa nos cristais maclados. A alteração é em geral forte e traduz-se pela turbidez, caulinição e moscovitização secundária, no núcleo dos cristais zonados ou em algumas zonas relacionadas com a microfissuração intragranular. A substituição moscovítica secundária que afecta as zonas alteradas, por vezes dispõe-se alinhada segundo as direcções de clivagem e é bastante intensa nalguns cristais. Inclusos, nos cristais de plagioclase ocorrem cristais xenomórficos, arredondados, de quartzo, cristais hipidiomórficos e xenomórficos de plagioclase de gerações anteriores, de biotite, de clorite, de moscovite primária e secundária, pontuações e agregados de minerais opacos, cristais de apatite, e minerais radioactivos. Por vezes no contacto com a moscovite formam-se inter-crescimentos simpletíticos.

Biotite (3.2%): Forma cristais, em geral, hipidiomórficos alongados, por vezes xenomórficos corroídos. Apresenta pleocroísmo de castanho avermelhado a amarelo pálido. Mostra deformação cataclástica, traduzida pela microfissuração intragranular e arqueamento de alguns cristais. Está frequentemente associada com a moscovite primária que a corta. A alteração é moderada e traduz-se pela desferrificação e cloritização, parcial ou total, de alguns cristais, com alargamento dos folhetos micáceos e libertação de óxidos de ferro e titânio e agulhas de rútilo nas zonas cloritizadas. A cloritização inicia-se, em geral, a partir da bordadura dos cristais e progride ao longo das clivagens determinando, por vezes, a formação de cristais que apresentam bandas alternantes de biotite e clorite. A maioria dos cristais contém, no seu interior inclusões de apatite, sub idiomórficas, pequenos cristais idiomórficos de minerais radioactivos (zircão, monazite, xenótimo, etc.) com halos pleocróicos nítidos, e cristais e agregados de minerais opacos, por vezes idiomórficos, outras vezes xenomórficos, alinhados ao longo das clivagens e ainda agregados de esfena arredondados.

Moscovite (14.3%): Forma cristais em geral hipidiomórficos, alongados ou xenomórficos corroídos e está, muitas vezes, associada à biotite e clorite, entre outros, quando se trata de moscovite primária, enquanto a moscovite secundária forma, em geral, pequenos e finos cristais que penetram e substituem os feldspatos e o quartzo, penetrando-os ao longo de microfissuras intragranulares. A moscovitização secundária dos feldspatos é por vezes intensa e pode ocorrer no núcleo de alguns cristais ou no limite entre cristais. Parte da moscovite secundária parece ter resultado da desferrificação da biotite, ocorrendo numerosas pontuações de minerais opacos alinhadas ao longo das clivagens. A deformação apresentada pelos cristais de moscovite é bem visível e traduz-se pela microfissuração e arqueamento ligeiro das clivagens, observável, mais nitidamente, nos cristais mais desenvolvidos. Contém, esporadicamente, inclusões de agulhas de silimanite, cristais hipidiomórficos e xenomórficos de biotite, de clorite, de apatite, cristais idiomórficos de zircão, monazite, xenótimo, etc. e pontuações de minerais opacos que formam cristais e agregados hipidiomórficos. A moscovite pode ocorrer, por vezes, inclusa na plagioclase e no feldspato potássico, na biotite, e esporadicamente no quartzo. Nalguns casos quando em contacto com os feldspatos revela inter-crescimentos simpletíticos.

Clorite (1.2%): Forma cristais sub idiomórficos, alongados e xenomórficos corroídos. Está, frequentemente, associada à biotite, da qual resulta por alteração, mas ocorre também em cristais isolados que resultaram da substituição total de cristais de biotite. A cloritização da biotite é, em geral, acompanhada pela libertação de óxidos de ferro e titânio e agulhas de rútilo (opacos). A cloritização da biotite começa na bordadura dos cristais de biotite e progride ao longo das clivagens, originando bandas alternantes de biotite e clorite quando a cloritização é parcial. Os cristais de clorite apresentam muitas vezes deformação, traduzida por microfissuração, arqueamento das clivagens e alargamento dos folhetos micáceos. No seio da clorite ocorrem, por vezes, inclusos, cristais hipidiomórficos e xenomórficos de apatite, agregados de minerais opacos (óxidos de ferro e titânio e agulhas de rútilo), em geral alongados, minerais radioactivos (zircão, monazite, etc.), idiomórficos, com halos pleocróicos.

Outros (5.3%): Apatite forma cristais por vezes idiomórficos e sub idiomórficos, mas, em geral, arredondados, xenomórficos ou hipidiomórficos. Ocorre em geral associada ou inclusa na biotite, na clorite, na moscovite e no seio do feldspato, potássico, da plagioclase e por vezes, dos agregados de quartzo. Nalguns casos contem no seu interior

crystalis idiomórficos de zircão. Minerais opacos são essencialmente ilmenite e rútilo e formam cristais, por vezes, idiomórficos e agregados xenomórficos ou pontuações e agulhas dispersas no seio da clorite, da biotite, da moscovite e, por vezes, no seio dos feldspatos e do quartzo. Minerais radioactivos são essencialmente zircão, monazite, xenótimo, etc., e formam pequenos cristais, em geral idiomórficos, alongados, ou arredondados que ocorrem inclusos no seio da biotite, clorite, moscovite e, raramente, no seio do quartzo e dos feldspatos. Revelam halos pleocróicos, quando no seio da biotite e clorite. Esfena forma cristais e agregados arredondados que ocorrem no seio da biotite. Caulinite ocorre nas zonas caulinizadas dos feldspatos e é responsável pela turbidez que apresentam. Silimanite ocorre em finas agulhas e cristais fortemente alongados e está inclusa na moscovite.

Aspectos da textura da amostra estudada são apresentados nas **Fotos 1, 2, 3 e 4**.

A composição mineralógica modal é apresentada na **Tabela I**.

Tabela I - Composição mineralógica modal média do granito denominado “Azul Céu” obtida por contagem de 1287 pontos numa lâmina delgada com 40 mm x 28 mm

Minerais	Percentagem
Quartzo	29.0 %
Plagioclase	27.7 %
Feldspato potássico	19.3 %
Biotite	3.2 %
Moscovite	14.3 %
Clorite	1.2%
Outros a)	5.3 %
Total	100.0 %

a) Apatite, zircão, monazite, silimanite, esfena, caulinite, ilmenite rútilo., etc.

Verifica-se que o quartzo representa cerca de 38.2 % dos componentes quartzo-feldspáticos, o feldspato potássico representa 25.4 % e a plagioclase 36.4 %. Esta composição projectada no diagrama de Le Bas e Streckeisen (**Figura 1**) permite atribuir a esta rocha ígnea granitóide uma composição de monzogranito.

Conclusão: Trata-se duma rocha ígnea granitóide, Hercínico tardi ou post-tectónico relativamente à terceira fase de deformação Hercínica D3, com textura hipidiomórfica granular e com granulado médio, duas micas, deformação cataclástica moderada, com alteração moderada e composição mineralógica de monzogranito.

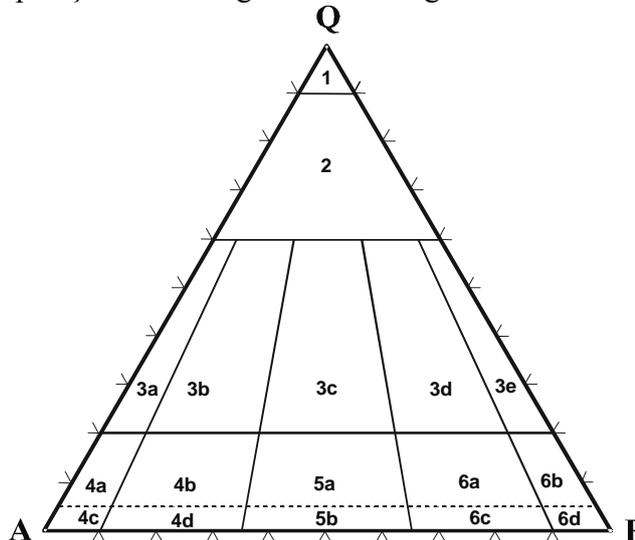


Fig. 1 Classificação petrográfica da **Amostra** estudada (●) — Granito denominado “Azul Céu”, segundo o diagrama QAP de nomenclatura de rochas plutónicas (LE BAS e STRECKEISEN, 1991)¹.

Q – quartzo, **A** – feldspatos alcalinos (feldspato potássico e plagioclase, com An < 5%), **P** – plagioclase (An > 5%).

1 - quartzolitos; 2 - granitóides ricos em quartzo; 3a - granitos de feldspato alcalino; 3b - sienogranitos; 3c - monzogranitos; 3d - granodioritos; 3e - tonalitos; 4a - quartzosienitos de feldspato alcalino; 4b - quartzosienitos; 4c - sienitos de feldspato alcalino; 4d - sienitos; 5a - quartzomonzonitos; 5b – monzonitos; 6a - quartzo monzodioritos/quartzo monzogabros; 6b – quartzodioritos/quartzogabros; 6c - monzodioritos/monzogabros; 6d, dioritos/gabros.

S. Mamede de Infesta, 15 de Julho de 2010

Dr. J. Farinha Ramos
Coordenador do Núcleo de Mineralogia

Eng^a. Fernanda Guimarães

¹ LE BAS, M. J. and STRECKEISEN, A. L. (1991): The IUGS systematics of igneous rocks. J. Geol. Soc. London, 148, 825-833.

ALBUM FOTOGRÁFICO

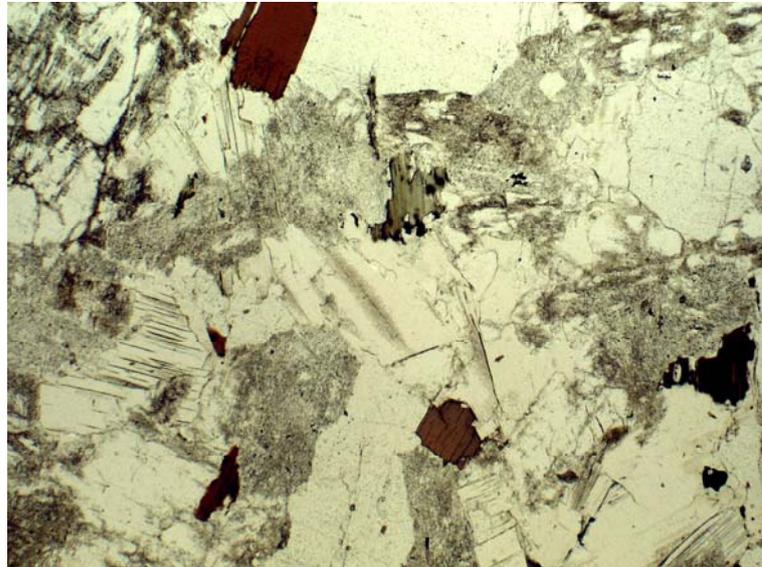


Foto 1 – Aspecto da textura da amostra de granito “Azul Céu”. Quartzo xenomórfico, intersticial, transparente, microfissurado e com extensão ondulante, contendo numerosas e finas pontuações escuras correspondentes a inclusões fluidas. Plagioclase hipidiomórfica, microfissurada e em geral fortemente túrbida, caulinizada, moscovitizada. O feldspato potássico é microclina com macla em xadrez, xenomórfica, intersticial, microfissurada, algo túrbida, caulinizada, e moscovitizada. Biotite hipidiomórfica a xenomórfica corroída, algo deformada, microfissurada e arqueada, e parcialmente alterada, cloritizada, contendo numerosas inclusões de minerais radioactivos com halos pleocróicos e minerais opacos. Moscovite primária, hipidiomórfica, por vezes deformada, associada à biotite. Clorite associada a biotite residual com inclusões de opacos e minerais radioactivos. Objectiva 2.5 x luz natural transmitida.



Foto 2 – Mesmo aspecto da foto anterior mesma objectiva, nicóis x.



Foto 3 – Aspecto de pormenor da textura da amostra de granito “Azul Céu”. Quartzo intersticial xenomórfico, transparente, microfissurado corroendo e penetrando a plagioclase. Feldspato potássico xenomórfico, corroído e algo túrbido, caulinizado, com turbidez mais acentuada junto às microfissuras intragranulares. Plagioclase sub idiomórfica, fortemente túrbida, caulinizada e moscovitizada, maclada com macla da albite. Biotite hipidiomórfica deformada, parcialmente cloritizada e desferrificada, com folhetos micáceos alargados e inclusões de minerais radioactivos, com halos pleocróicos e minerais opacos. Clorite associada à biotite que substitui, contendo inclusões de minerais opacos. Moscovite primária associada à biotite, ligeiramente deformada com arqueamento das clivagens, e inclusões de pontuações de minerais opacos alinhadas ao longo das clivagens. Moscovite secundária substituindo a plagioclase. Objectiva 10x Luz natural transmitida.

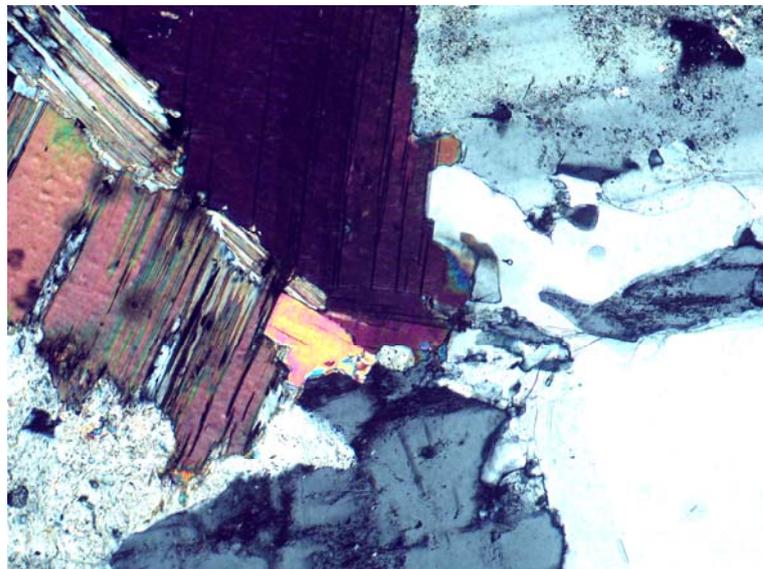


Foto 4 – Mesmo aspecto da foto anterior, mesma objectiva, nicóis x.

BOLETIM DE ANÁLISE

Boletim nº 29/FRX/2010
Página nº 1 de 1
Nº Ordem Lab 136/2010

Amostras 2 Amostra com referência: Granito Amarelo e Granito Azul
Amostragem é da responsabilidade do Requerente

Requerente Eng.º Ricardo Lopes
Endereço FEUP- Rua Dr. Roberto Frias S/nº - 4200-465 PORTO

Req. Liv. 2-53/DIR

Estudo Solicitado Análise de Elementos Maiores
Método Instrumental Dosagem de elementos Maiores/Fluorescência de Raios-X
Metodologia Método Interno - PA 003/FRX (2006-02-07)

Secção: Fluorescência de Raios-X
Amostras Chegadas à Secção: 28.04.2010
Data de Início da Análise: 14.05.2010

Registo: 157 FRX e 158 FRX
Data de Início de Preparação: 10.05.2010
Data de Conclusão da Análise: 19.05.2010

(Resultados dados em %)

Amostras		
Elementos	Granito Amarelo	Granito Azul
SiO ₂	72,57	72,70
Al ₂ O ₃	14,71	14,72
Fe total (Fe ₂ O ₃)	2,06	1,96
MnO	0,02	0,03
CaO	0,72	0,77
MgO	0,43	0,43
Na ₂ O	3,18	3,12
K ₂ O	4,54	4,70
TiO ₂	0,28	0,26
P ₂ O ₅	0,27	0,27
P. Rubro	1,08	0,95

S. Mamede de Infesta, 25 de Maio de 2010

O Bolseiro Licenciado,

O Responsável pela Secção de FRX,

Rogério Calvo

Maria Eugénia Moreira
(Eng.ª Téc.)

Este Boletim não pode ser parcialmente reproduzido sem autorização por escrito dada pela Direcção do Laboratório.
Os resultados referem-se exclusivamente às amostras recebidas e ensaiadas. Qualquer extrapolação é da exclusiva responsabilidade do requerente.



Anexo B



Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia

FEUP

Departamento de
Engenharia Química
DEQ

BOLETIM DE ANÁLISE 18/10

REQUERENTE: Prof. Alexandre Júlio Machado Leite

Departamento de Engenharia de Minas

(Aluno: Ricardo Jorge Santos Lopes)

NATUREZA DO ENSAIO: Caracterização físico-química de uma água da Pedreira.

MATERIAL APRESENTADO PARA ENSAIO: 1 Frasco de plástico de 3,0L que deu entrada no laboratório em 19/05/10.

RESULTADOS DOS ENSAIOS:

Parâmetros	Resultado
pH	4,5
Sólidos suspensos totais (mg/L)	3,0
Condutividade ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	303
Turvação (NTU)	1,11
Azoto amoniacal (mg NH_3/L)	<0,01
Nitratos (mg NO_3^-/L)	3,72
Cloretos (mg Cl^-/L)	12,73
Sulfatos (mg $\text{SO}_4^{2-}/\text{L}$)	56,7
Ferro (mg/L)	0,14
Cálcio (mg/L)	35,51
Magnésio (mg/L)	5,18
Sódio (mg/L)	8,95
Potássio (mg/L)	3,22
Sílica (mg/L)	6,79

Porto, 7 de Junho de 2010

Técnica analista

Liliana Pereira
Liliana Pereira

Responsável pela análise

Rui Boaventura
Doutor Rui Boaventura

Anexo C



Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia

FEUP

Departamento de
Engenharia Química
DEQ

BOLETIM DE ANÁLISE 31/10

REQUERENTE: Prof. Alexandre Júlio Machado Leite

Departamento de Engenharia de Minas

(Aluno: Ricardo Jorge Santos Lopes)

NATUREZA DO ENSAIO: Caracterização físico-química e microbiológica de uma água da Pedreira.

MATERIAL APRESENTADO PARA ENSAIO: 1 Frasco de plástico de 1,0L que deu entrada no laboratório em 06/07/10.

RESULTADOS DOS ENSAIOS:

Parâmetros	Resultado
pH	5,35
Condutividade ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	163
Carbono Orgânico Total (mg C/L)	1,50
Azoto amoniacal (mg NH_3/L)	0,16
Nitratos (mg NO_3^-/L)	4,60
Nitritos (mg NO_2^-/L)	<0,10
Fosfatos (mg $\text{PO}_4^{2-}/\text{L}$)	<0,21
Cloretos (mg Cl^-/L)	9,40
Sulfatos (mg $\text{SO}_4^{2-}/\text{L}$)	51,65
E. coli (ufc/100 mL)	0
Enterococos intestinais (ufc/100 mL)	0

Porto, 12 de Julho de 2010

Técnica analista

Liliana Pereira
Liliana Pereira

Responsável pela análise

Rui Boaventura
Doutor Rui Boaventura

Cortes Transversais e Longitudinais

Os cortes transversais e longitudinais traçados sob o levantamento topográfica, teve que ver com a necessidade de estimar uma área de escorrência para a bacia. Estes perfis, encontram-se devidamente assinalados no Anexo D, correspondendo ao Desenho 1 - Fase 1.

Corte Transversal – Perfil 1	
<i>Distância (m)</i>	<i>Cotas (m)</i>
0	363
4,5	337
17	331
27	337
35	336
47	335
56,5	336,5
80	335
86	347
92	349
97	350

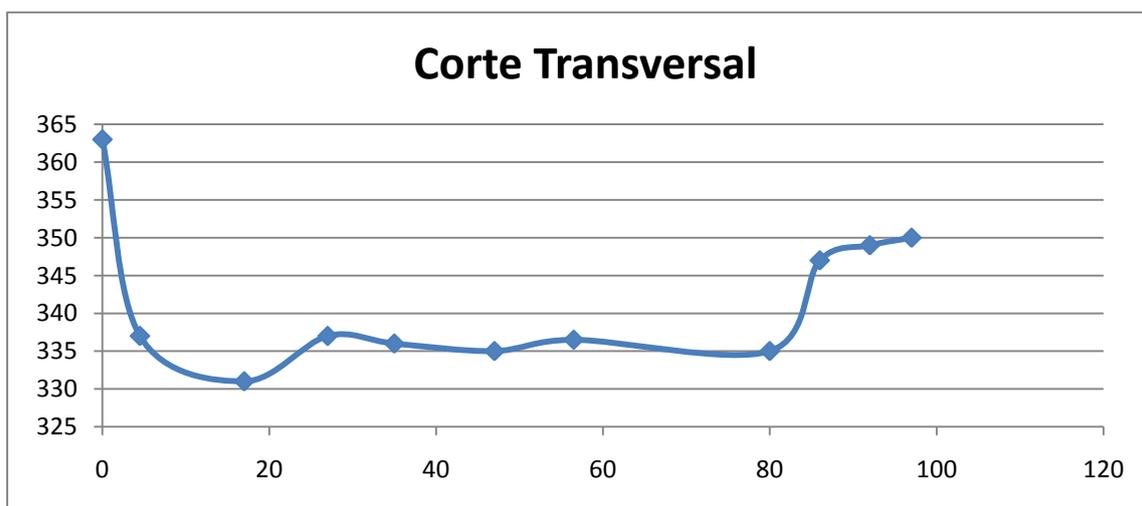


Gráfico 1 - Corte Transversal - Perfil 1.

Corte Longitudinal – Perfil 2	
<i>Distância (m)</i>	<i>Cotas (m)</i>
0	382
55	335
62,5	315
82,5	316
93,5	311
106,5	310
124,5	321
133	324
142,5	329
154	345,5
173	347
225	348
240	362
251,5	366
304	368
315	390

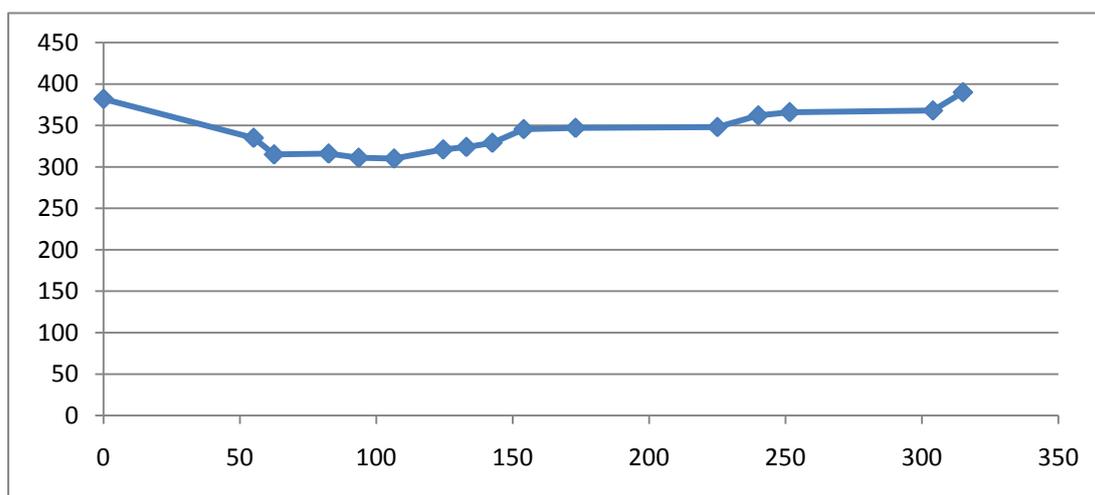


Gráfico 2 - Corte Longitudinal - Perfil 2.

Corte Transversal – Perfil 3	
<i>Distância (m)</i>	<i>Cotas (m)</i>
0	328
15	326
27,5	324
41,5	321
47,5	318
77	330
96	345,5
112	350
122	344

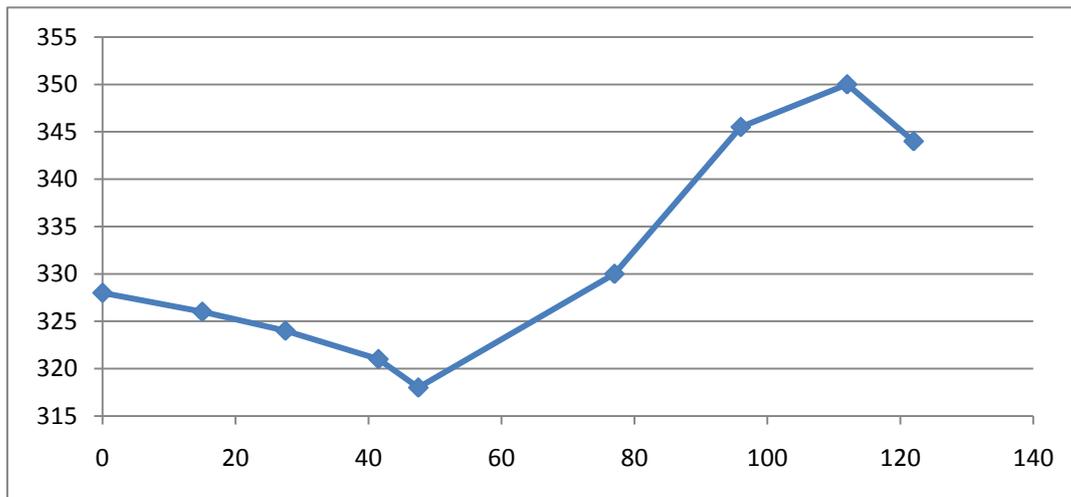


Gráfico 3 - Corte Transversal - Perfil 3.



Universidade
do Porto

Faculdade de
Engenharia
FEUP

DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ DE UMA ÁGUA

INTRODUÇÃO

Numa água natural normalmente a alcalinidade é apreciável, pois o seu pH varia entre 6 e 8. Mas quando a água é muito ácida, como por exemplo as resultantes da drenagem ácida de uma escombreira, é necessário determinar a sua acidez livre.

A acidez livre de uma água é uma medida da sua capacidade de actuar como ácido, aceitando iões OH^- .

OBJECTIVOS

- Determinar a acidez de uma água

REAGENTES, EQUIPAMENTO

- Amostras de água
- Solução de indicador fenolftaleína
- Solução padrão de NaOH 0,1 N a 0,02 N
- Água destilada
- Gobelés
- Medidor de pH
- Provetas graduadas
- Pipetas graduadas e volumétricas
- Erlenmeyer de 250 ml

PROCEDIMENTO

- Medir com uma pipeta 100 ml de água de cada uma das amostras que lhe foram dadas
- Transferir esse volume de água para um Erlenmeyer.
- Adicionar lentamente 5 gotas de fenolftaleína
- Titular com solução padronizada de NaOH.
- Continuar a titulação com agitação contínua até ao aparecimento de cor rosa.
- Registar o volume de solução utilizada na titulação.
- Repetir o procedimento para cada uma das amostras para encontrar o valor médio, de modo a que os volumes gastos nas titulações não sejam diferentes em mais que 0,1 ml. Caso contrário um dos resultados será rejeitado.

CÁLCULOS

O princípio fundamental da titulação é o de que o número de equivalentes-grama do soluto transferidos da solução titulante é igual ao número de equivalentes-grama do soluto da solução problema (amostra). Isto porque as reacções se processam de equivalente para equivalente. Deste princípio decorre a equação fundamental da titulometria:

$$N_A * V_A = N_B * V_B$$

onde:

N_A = Concentração normal da solução problema V_A = Volume utilizado da solução problema

N_B = Concentração normal da solução titulante V_B = Volume gasto da solução titulante

- Calcular a acidez da água expressa em ppm de CaCO_3 .

Cálculos para o dimensionamento da bacia

	Ano	Fevereiro
Precipitação (L/m ²)	1688	485,2
Evaporação (L/m ²)	628,2	20,2
Transpiração (L/m ²)	0	0
Infiltração (L/m ²)	110	8,4
Escorrência (L/m ²)	949,8	456,6

Área escorrência (m ²)	3021	3021
Volume de água de escorrência (m ³)	2869,346	1379,389
Área da bacia de acumulação (m ²)	225	225
Profundidade média (m)	2	2
Volume água na bacia de acumulação (m ³)	450	450
Volume de água a tratar (m ³)	2419,346	929,3886
Caudal diário médio (m ³ /dia)		33,19245

Dados

Concentração de Fe	mg/L	0,14
Concentração de Mn	mg/L	0
Acidez	mg/L	30
Caudal	m ³ /d	33

Cálculos

Carga de Fe	kg/d	0,00462
Carga de Mn	kg/d	0
Carga de Acídica	kg/d	0,99

$$\text{Área mínima da lagoa (m}^2\text{)} = \text{Carga de Fe (kg/d)} * 22,483 \text{ m}^2\text{/(kg/d)} + \text{Carga de Mn} * 449,65 \text{ m}^2\text{/(kg/d)} + \text{Acidez (kg/d)} * 67,448 \text{ m}^2\text{/(kg/d)}$$

Área mínima necessária	m ²	66,87739
Altura água, m	m	0,45
Volume de água na bacia	m ³	30,09483
Volume disponível no calcário, m ³		9,028448
Volume total	m ³	39,12327
Tempo residência	d	1,185554

Q = caudal de DMA em metros cúbicos por dia	33
ρ = densidade a granel do calcário em toneladas por metro cúbico	2,56
t _r = tempo de retenção em dias, sendo 0,625 d um valor normal	1,185554
ε = porosidade	0,3
C = concentração em acidez do efluente em toneladas por metro cúbico	3,00E-05
T = Tempo de vida do dreno em dias, tipicamente 9 125 dias (25 anos)	9125
x = teor em CaCO ₃ no calcário na forma decimal	0,9

M = massa de calcário em toneladas	344
Volume calcário, m ³	134

$$M = \frac{Q\rho t_r}{\varepsilon} + \frac{QCT}{x}$$

Anexo D

Anexo E

Anexo F

