



Instituto Superior de Engenharia do Porto

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA GEOTÉCNICA

Proposta de metodologia para um sistema integrado de extração e transformação de agregados industriais e rochas ornamentais: caso de estudo Pedreira Curviã nº2

João Miguel de Jesus Ribeiro



isep Instituto Superior de Engenharia do Porto

P.PORTO

2020

(página propositadamente em branco)



Instituto Superior de Engenharia do Porto

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA GEOTÉCNICA

Proposta de metodologia para um sistema integrado de extração e transformação de agregados industriais e rochas ornamentais: caso de estudo Pedreira Curviã nº2

Proposed methodology for an integrated extraction and transformation system for industrial aggregates and ornamental stones: case study Curviã nº2 quarry

João Miguel de Jesus Ribeiro

1940168

*Projeto apresentado ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Geotécnica e Geoambiente**, realizada sob a orientação do Doutor José Augusto Fernandes, Professor Coordenador do Departamento de Engenharia Geotécnica do ISEP.*

(página propositadamente em branco)

Júri

Presidente

Doutor Hélder Gil Iglésias de Oliveira Chaminé

Professor Coordenador com Agregação, Departamento de Engenharia Geotécnica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Doutor José Augusto de Abreu Peixoto Fernandes

Professor Coordenador, Departamento de Engenharia Geotécnica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Doutor João Paulo Meixedo dos Santos Silva

Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Geotécnica, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Mestre Luís Carlos Correia Ramos

*Assistente Convidado, Departamento de Engenharia Geotécnica, Instituto Superior de Engenharia do Porto
Iberian Resources Portugal – Recursos Minerais, Unipessoal Lda, Armamar*

A dissertação de **mestrado em engenharia geotécnica e geoambiente (MEGG)** foi apresentada e defendida em prova pública, por **João Miguel de Jesus Ribeiro**, em 16 de Novembro de 2020 mediante o júri nomeado, em que foi atribuída, por unanimidade, a classificação final de **14 (catorze) valores**, cuja fundamentação se encontra em acta. Todas as correções pontuais determinadas pelo júri, e só essas, foram efectuadas.

*Dedico esta dissertação a todos os
que dão valor à efetiva gestão dos
recursos naturais...*

(página propositadamente em branco)

Agradecimentos

Sempre tive como lema de vida nunca desrespeitar as oportunidades que surgem pela frente, e, por isso, para mim é muito importante terminar mais uma etapa cumprindo esta missiva do ciclo de estudos de mestrado.

O respeito pela natureza e principalmente pela riqueza dos recursos endógenos de um país, levou-me a realizar este trabalho, para que de alguma forma se possa refletir no meio académico abertamente a melhor utilização de um recurso natural.

Para que tenha conseguido realizar este trabalho foi muito importante o apoio que sempre recebi com quem tenho vindo a desenvolver a minha atividade profissional, e desta forma deixo o meu agradecimento para com as entidades patronais com que tenho colaborado, que sempre me libertaram para realizar as minhas escolhas de uma forma consciente, em particular à Secil Britas.

De seguida e não menos importante para mim a ligação de longa data com o meio académico que me proporcionou o incentivo e me ofereceu a visão que hoje me norteia e para isso agradeço a todos os meus professores.

Um agradecimento muito especial a dois professores que em épocas completamente diferentes me acompanharam e motivaram a realizar esta caminhada, mais concretamente ao Professor A. Carlos Galiza (DEG|ISEP) e ao Professor José Fernandes (DEG|ISEP). Ainda um agradecimento ao Professor Hélder I. Chaminé (DEG|ISEP) pelo apoio e motivação para a realização e conclusão deste trabalho, em particular a sua revisão do capítulo da geotecnia do maciço rochoso da Curviã.

Um duplo agradecimento ao Professor José Fernandes (DEG|ISEP) por ter tido a paciência e a disponibilidade de orientação e ainda ajuda de uma forma genuína neste trabalho.

Aos meus colegas de trabalho neste setor, pois foram todos de igual forma importantes para mim e, por isso, não irei particularizar, mas sim deixar o meu agradecimento a todos aqueles que fizeram e fazem parte das equipas que orgulhosamente tenho tido a oportunidade de fazer parte.

Por serem o meu suporte um agradecimento muito especial à minha família.

Por fim, um sentido e particular agradecimento a quem me acompanha sempre, à minha esposa Isabel e às minhas filhas Rita, Matilde e Isabel, que sempre estiveram a meu lado.

(página propositadamente em branco)

Palavras-chave

Georrecurso, gestão, conhecimento, risco, evolução

Resumo

Este trabalho pretende de alguma forma transmitir a necessidade de análise que quem gere recursos naturais deve ter, para que possa tomar decisões que valorizem os recursos disponíveis e possam beneficiar das oportunidades que o mercado proporciona. Através do conhecimento da situação económica na construção civil em Portugal, e da caracterização geotécnica do maciço explorado na pedreira da Curviã nº2 (NW de Portugal), conjugados com a capacidade de assumir métodos de exploração diferentes dos clássicos, pretendeu-se avaliar os resultados face à proposta de exploração mista desenvolvida neste trabalho. Com este trabalho pretendeu-se recolher diferentes peças que refletissem as condições à data da identificação do problema, e através disso aumentar a mais valia que o maciço estudado nos poderia dar através de abordagens diferentes, com assumido risco de não ser exclusivamente técnico e transmitir com uma experiência real, a experiência de gerir recursos naturais com as contingências que o mercado coloca a quem explora e a quem investe. Através de uma visão interna de uma organização pretendeu-se demonstrar os passos dados na tomada de decisão e qual o rumo que a estratégia foi levando até aos nossos dias, sabendo que este projeto não está acabado e que através da motivação que as decisões nos deram, podemos ainda esperar melhores resultados futuros. O projeto iniciou-se com a dificuldade de obter procura dos materiais que a exploração em estudo disponibilizava para o mercado, acompanhada temporalmente com uma grave crise no setor da construção civil em Portugal. Foram então estudadas as possibilidades de desenvolvimento na valorização do maciço explorado e quais as oportunidades que o mercado oferecia para que fosse possível melhorar os indicadores de viabilidade e rentabilidade do caso em estudo. Na sequência do enquadramento técnico-económico e estratégia a seguir, desenvolveu-se uma metodologia integrada de exploração de agregados industriais conjugados com a exploração de rochas ornamentais no mesmo local de extração. Por fim, e face ao caso de estudo objeto deste trabalho, apresentam-se os resultados obtidos, os quais permitem validar o método de exploração misto e potenciar a qualidade da extração, potenciando principalmente a criação de uma maior valia na valorização do recurso natural.

(página propositadamente em branco)

Keywords

Georesources, management, knowledge, risk, evolution

Abstract

This work aims in some way to convey the need for analysis that those who manage natural resources should have, so that they can make decisions that value the available resources and can benefit from the opportunities that the market provides. Through the knowledge of the economic situation in civil construction in Portugal, and the geotechnical characterization of the rock mass exploited in the quarry of Curviã nº2 (NW Portugal), combined with the capacity to assume different methods of exploitation from the classics, it was intended to evaluate the results in relation to the proposal of mixed exploitation developed in this work. The aim of this work was to collect different pieces that reflected the conditions at the time of identification of the problem, and through this increase the added value that the rock mass studied could give us through different approaches, with the risk of not being exclusively technical and transmitting with real experience, the experience of managing natural resources with the contingencies that the market places on those who exploit and those who invest. Through an internal vision of an organization it was intended to demonstrate the steps taken in decision-making and what direction the strategy has taken to date, knowing that this project is not finished and that through the motivation that the decisions have given us, we can expect even better future results. The project began with the difficulty of obtaining demand for the materials that the exploration under study made available to the market, accompanied in time by a serious crisis in the construction sector in Portugal. We then studied the possibilities of development in the exploitation of the rock mass and what opportunities the market offered in order to improve the indicators of viability and profitability of the case under study. Following the technical-economic framework and the strategy to be followed, an integrated methodology for the exploitation of industrial aggregates combined with the exploitation of ornamental rocks at the same extraction site was developed. The results obtained are presented on a per fi basis and in relation to the case study which is the object of this work. These results make it possible to validate the mixed exploitation method and boost the quality of the extraction, mainly by boosting the creation of greater value for the natural resource.

(página propositadamente em branco)

Índice

1	Introdução	03
1.1	Âmbito e enquadramento do trabalho	03
1.2	Delimitação do tema e objetivos	03
1.3	Organização da dissertação	05
1.4	Metodologias e técnicas	05
2	Situação económica na construção civil e futuro previsto em Portugal	15
3	Breve caracterização geológico-geotécnica do maciço rochoso da Curviã	27
3.1	Enquadramento geográfico	27
3.2	Enquadramento da zona de estudo	28
3.3	Enquadramento geológico	33
3.4	Caracterização do material rochoso	38
3.5	Grau de Alteração	39
3.6	Grau de fracturação	40
3.7	Resumo do estudo	42
3.8	Principais conclusões do estudo	49
4	Caracterização dos diferentes métodos de exploração e suas aplicações.....	53
4.1	Agregados Industriais	54
4.2	Rochas Ornamentais	57
4.3	Matriz de exploração mista	60
5	Caso de estudo	65
5.1	Problema	65
5.2	Estratégia	66
5.3	Condicionantes	68
5.3.1	Condicionantes identificadas para uma real evolução	68
5.4	Resultados do caso de estudo	70
5.4.1	Análise da evolução da produção	72
5.4.2	Análise da distribuição do tipo de exploração	73
5.4.3	Análise da evolução da atividade comercial	74
5.4.4	Análise dos resultados operacionais obtidos	77
5.4.5	Análise da evolução da matriz de extração de rochas ornamentais ..	78
5.5	Tendências futuras	80
6	Conclusões	83
7	Referências bibliográficas	87

(página propositadamente em branco)

Índice de Figuras

Figura 1 - Representação esquemática dos parâmetros geológico-geotécnicos das descontinuidades (adaptado de ISRM, 1981, 2007; González de Vallejo & Ferrer, 2011).	04
Figura 2 - As dimensões da Especificidade do Estudo Retrospectivo de Caso (adaptado) (Leite & Pinheiro, 2005)	07
Figura 3 - Representação dos limites da exploração na carta militar 1:500.000 (EIA, 2007)	27
Figura 4 - Enquadramento morfológico da exploração (Levantamento fotográfico realizado pela Secil Britas, 2017)	28
Figura 5 - Levantamento topográfico realizado em 2017 (Secil Britas, 2017)	29
Figura 6 - Zona de estudo ampliada (Lev.Top. Secil Britas, 2017)	30
Figura 7 - Perfil longitudinal L4 (Lev.Top. Secil Britas, 2017)	31
Figura 8 - Perfil longitudinal L5 (Lev.Top. Secil Britas,2017)	31
Figura 9 - Perfil transversal T3 (Lev.Top. Secil Britas,2017)	32
Figura 10 - Perfil transversal T4 (Lev.Top. Secil Britas, 2017)	32
Figura 11 - Perfil transversal T5 (Lev.Top. Secil Britas, 2017)	32
Figura 12 - Enquadramento geológico da pedreira da Curviã nº2 (Silva, 2014)	34
Figura 13 - Enquadramento geol. da pedreira “Curviã nº2” e esboço geol. local (Silva, 2014)	35
Figura 14 - Esboço geológico local da área da pedreira “Curviã nº 2” e envolvente (Silva, 2014) ...	36
Figura 15 - Diagramas geológico-estruturais: diagrama de controlo estrutural (estereograma) e diagrama de rosetas relativos ao tratamento estatístico das descontinuidades (n=582) do maciço granítico do centro de exploração da Secil Britas (Vila Nova de Famalicão, Braga) projetados em intervalos (pétalas) com 15° de amplitude, sendo o primeiro intervalo [0°; 10° [. (Silva, 2014)	37
Figura 16 - Esboço cartográfico de zonamento geotécnico preliminar (Outubro de 2014): uma proposta (Silva, 2014).	43
Figura 17 - Identificação esquemática das descontinuidades sub-verticais (a vermelho) e sub-horizontais (a verde). (Silva, 2014)	46
Figura 18 - Corredores de fracturação presentes nas bancadas 1 e 2. (Silva, 2014)	47

Figura 19 - Esboço cartográfico preliminar de aptidão do maciço rochoso em função da ocorrência de “corredores de fracturação” com indicação na delimitação das zonas geotécnicas do peso do bloco unitário expectável. (Silva, 2014)	48
Figura 20 - Identificação das localizações das diferentes fases na exploração estudada para a produção de agregados industriais (imagem da exploração em 2011)	54
Figura 21 - Esquema de extração utilizado na pedreira da “Curviã nº2”(EIA, 2007)	55
Figura 22 - Fluxograma produtivo da central de brit. usado na “Curviã nº2” (EIA, 2007)	56
Figura 23 - Frente de exploração de rochas ornamentais na pedreira da “Curviã nº2”	57
Figura 24 - Blocos extraídos na pedreira da “Curviã nº2”	57
Figura 25 - Imagem de um exemplo de aplicação de blocos em serras industriais	58
Figura 26 - Imagem de um exemplo de aplicação de pedra rachada (cubo)	58
Figura 27 - Identificação das localizações das diferentes fases na exploração estudada para a produção de rochas ornamentais (imagem do incio da exploração 2014)	59
Figura 28 - Identificação das várias fases do processo na exploração em estudo (imagem 2014) ..	60
Figura 29 - Fluxograma de tomada de decisão	61
Figura 30 - Evolução das vendas 2010-2012	65
Figura 31 - Evolução do Valor Acrescentado Bruto 2010-2012	65
Figura 32 – Indicadores a monitorizar para que se possa comparar a execução	67
Figura 33 – Área em estudo para evoluções das diferentes técnicas	67
Figura 34 - Imagem da operação de desmonte no processo da rocha industrial	68
Figura 35 - Imagens da operação de desmonte na rocha ornamental	69
Figura 36 - Linha temporal do projeto	70
Figura 37 - Evolução da produção por tipologia entre 2012-2019	72
Figura 38 - Evolução do peso específico por tipo. entre produção e vendas 2012-2019	74
Figura 39 - Evolução do volume de negócios por tipologia entre 2012-2019	75
Figura 40 - Evolução dos preços médios de venda por tipologia entre 2012-2019	76
Figura 41 – Evolução dos resultados obtidos, dos custos e do volume de negócios entre 2012-2019	77
Figura 42 – Evolução da matriz de produção de rochas ornamentais entre 2015-2019	78

Índice de Quadros

Quadro 1 – Produção comercial das pedreiras em Portugal por setor/subsetor (DGEG, 2019)	16
Quadro 2 – Produção comercial das pedreiras em Portugal subsector agregados (DGEG, 2019)	17
Quadro 3 – Produção comercial pedreiras Portugal subsector rochas ornamentais (DGEG, 2019) ..	17
Quadro 4 – Produção comercial pedreiras distrito do Porto por subsector (DGEG, 2019)	19
Quadro 5 – Análise SWOT setor da construção, direcionado para as extração a céu aberto	22
Quadro 6 - Síntese dos dados geológico-estruturais da fracturação (Silva, 2014)	37
Quadro 7 - Resumo do estudo petrográfico das amostras do granito do centro de exploração (CICCOPN, 2010)	38
Quadro 8 - Grau de alteração do maciço do centro de exploração da Secil Britas (Vila Nova de Famalicão, Braga). (Silva,2014)	39
Quadro 9 - Grau de Fracturação “Fracture Intercept” no maciço do centro de exploração da Secil Britas (Vila Nova de Famalicão, Braga). (Silva, 2014)	40
Quadro 10 - Espaçamento médio das descontinuidades para o maciço do centro de exploração da Secil Britas (Vila Nova de Famalicão, Braga).(Silva, 2014)	41
Quadro 11 - Síntese dos parâmetros geológico-geotécnicos (ISRM, 1978, 1981 e 2007) das descontinuidades presentes nos 6 patamares estudados (n=582) do maciço rochoso do centro de exploração da Secil Britas (Vila Nova de Famalicão, Braga). (Silva, 2014)	42
Quadro 12 - Síntese dos valores compartimentação maciço rochoso com indicação da dimensão expectável do bloco unitário tipo para cada delimitação de zona geotécnica. (Silva, 2014)	45
Quadro 13 - Evolução dos preços médios de venda por tipologia entre 2012-2019	72
Quadro 14 - Evolução da produção por tipologia entre 2013-2019 – crescimentos anuais	73
Quadro 15 – Evolução do peso específico por tipologia entre a produção e as vendas entre 2012-2019.....	74
Quadro 16 - Evolução anual do volume de negócios por tipologia entre 2014-2019	75
Quadro 17 - Evolução dos preços médios de venda por tipologia entre 2012-2019	76
Quadro 18 - Evolução anual dos preços médios de venda por tipologia entre 2012-2019	76
Quadro 19 - Evolução anual dos result. obt., dos custos e do VN entre 2014-2019	77
Quadro 20 - Evolução da matriz de produção de rochas ornamentais entre 2015-2019	78

Quadro 21 - Evolução da matriz de extração de rochas ornamentais entre 2015-2019	79
Quadro 22 - Evolução da matriz de vendas de rochas ornamentais entre 2015-2019	79

1 - Introdução

(página propositadamente em branco)

1. INTRODUÇÃO

1.1. Âmbito e enquadramento do trabalho

O presente trabalho insere-se na unidade curricular “Dissertação/Estágio/Projeto”, do 2º ano, do curso de mestrado em Engenharia Geotécnica e Geoambiente da Departamento de Engenharia Geotécnica (DEG) do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

A elaboração e defesa pública deste documento, em formato de projeto, são imperativos para a conclusão do 2º ciclo de estudos e consequente obtenção do grau de mestre em Engenharia Geotécnica e Geoambiente.

1.2. Delimitação do tema e objetivos

Na exploração de maciços rochosos o fator recurso natural nem sempre é tratado como tal e por isso é necessária uma abordagem integrada das explorações. O tema explorado pretende situar as necessidades que uma exploração tem em ser eficaz funcionalmente e financeiramente rentável.

Quando se pretende uma exploração com a máxima captação de valor é importante ter em conta as necessidades de quem explora, e se quem faz a exploração não tem um propósito de rentabilizar ao máximo o seu recurso, corre o risco de apenas ter um retorno imediato, ao contrário dos exploradores com uma visão de rentabilidade máxima que pretendem ter o seu investimento potenciado ao máximo. Sendo muito simplista pretendem vender o estritamente necessário para obter o máximo de retorno.

Para que se possa enquadrar melhor o estudo começemos por entender o termo maciço rochoso como um conjunto de blocos de rocha justapostos compactos e sólidos constituindo desta forma a sua matriz e tendo nos limites da sua superfície as suas descontinuidades.

Na figura 1 temos a representação esquemática dos principais parâmetros geológico-geotécnicos que devemos ter sempre em conta quando decidimos investigar um maciço rochoso (pormenores, por exemplo, em ISRM, 1981, 2007; Dinis da Gama, 1995, 1996; Hoek, 2007; Chaminé et al., 2013, 2015; Chaminé, 2016; González de Vallejo & Ferrer, 2011; Rocha, 2013). Iremos trabalhar ao longo desta dissertação aqueles que se ajustam mais ao caso.

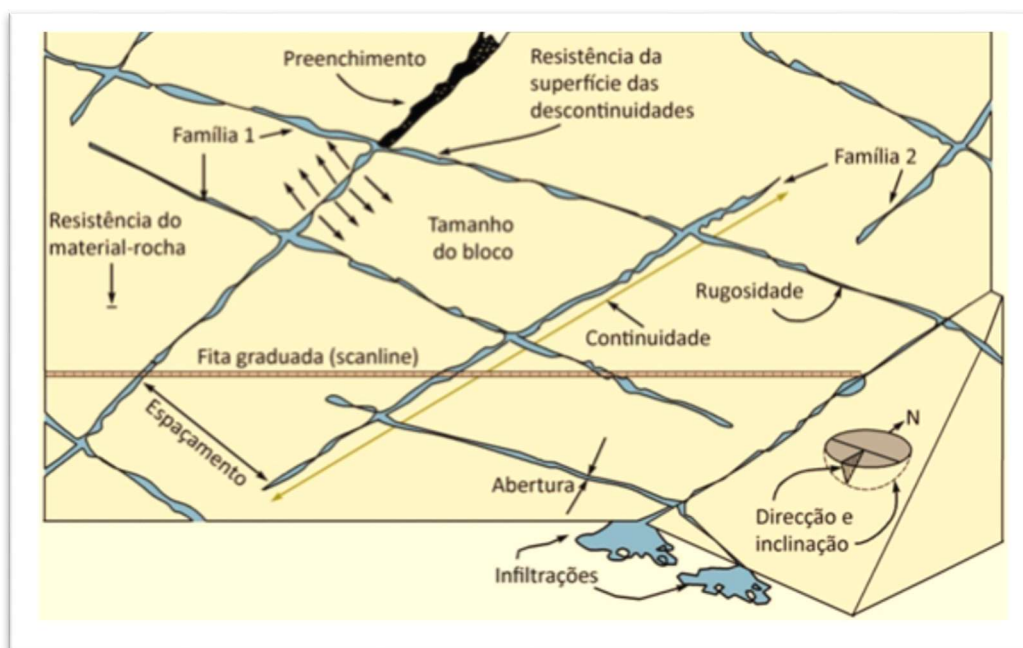


Figura 1 - Representação esquemática dos parâmetros geológico-geotécnicos das descontinuidades (adaptado de ISRM, 1981, 2007; González de Vallejo & Ferrer, 2011).

A temática abordada visa essencialmente o estudo da compartimentação do maciço rochoso e da matriz do material-rocha, usando métodos de investigação adequados ao grau de fracturação (e.g., Chaminé et al., 2013, 2015). Assim, pretende-se abordar qual o melhor método de exploração para um maciço granítico, tendo em conta a sua génese e otimizando os métodos usados ao melhor aproveitamento do recurso geológico em causa (e.g., Galiza et al., 2008, 2011; Góis et al., 2012; Dinis da Gama, 2013).

Irá ser apresentada a caracterização do maciço e, conseqüentemente, será identificada a sua potencialidade de exploração. De seguida, usando os métodos conhecidos, conjugados com as inovações possíveis de realizar, com os recursos disponíveis definir a melhor ligação dos diferentes métodos de exploração e finalmente definir um processo de integração de forma a tirar o máximo de rentabilidade da exploração.

Assim, e em resultado de uma recessão económica cuja consequência resultou numa dificuldade de escoamento de um produto proveniente de um maciço rochoso, pretendeu-se estudar as oportunidades de mercado e os métodos de exploração existentes de forma a tornar a atividade industrial em apreço, isto é, a produção e comercialização de rochas industriais, numa atividade bem mais rentável sob o ponto de vista económico e dotada de uma maior sustentabilidade, fruto de um cuidado acrescido na utilização de um recurso finito, tal como são os recursos geológicos.

Os principais objetivos deste estudo são os seguintes:

- Verificar o contexto geológico-geotécnico e geomecânico de um maciço de forma efetiva e não apenas empírica.
- Avaliar as metodologias de análise mais adequadas em termos de métodos de exploração.
- Identificar zonas de exploração e adaptá-las aos métodos de exploração mais adequados ao maciço em questão.
- Enquadrar as potencialidades de mercado com o que é extraído.
- Combinar métodos de exploração isolados em métodos integrados.
- Tentar mudar uma mentalidade de potencialidade fácil para uma mentalidade de potencialidade resiliente, sustentável e ambientalmente adequada.

1.3. Organização da dissertação

A dissertação está dividida em seis capítulos, os quais se indicam de seguida:

- No primeiro capítulo é feita a definição dos objetivos a alcançar com o trabalho, qual o seu âmbito e enquadramento.
- No capítulo 2 é feito o enquadramento económico do setor da construção civil em Portugal nos finais da 1ª década de 2000 e quais são as suas perspetivas futuras.
- De seguida no capítulo 3 apresenta-se a caracterização do maciço rochoso estudado através do seu enquadramento geográfico e geológico, bem como das suas características geotécnicas e geomecânicas mais relevantes para este trabalho. Este capítulo foi baseado, essencialmente, numa síntese seletiva do estudo geotécnico elaborado por Silva (2014).
- No capítulo 4 será feita uma caracterização dos diferentes métodos de exploração e como se podem integrar e complementar.

Estes capítulos irão conduzir-nos ao capítulo 5, onde será feita a compilação dos resultados do estudo de caso.

Para finalizar no capítulo 6 são apresentadas as principais conclusões obtidas.

Durante todo o processo será feito o enquadramento das necessidades e das decisões tomadas até à solução final.

1.4. Metodologias e técnicas

1.4.1. Estudo de Caso

A metodologia apresentada neste trabalho baseia-se na metodologia de investigação denominada de Estudo de Caso, a qual, segundo Leite & Pinheiro (2005), o “Estudo de caso é um estudo intensivo de um indivíduo, grupo de indivíduos, instituição, programa, empresa, fenómeno, situação ou questão contemporânea complexa, rigorosamente delimitado quanto ao objeto e ao tempo,

realizado através de dados detalhados obtidos pelo uso de múltiplas fontes de evidências e analisados por meio de uma combinação de métodos que permitam a compreensão do objeto de estudo de forma multidimensional.”

Este estudo propõe-se analisar os acontecimentos ocorridos, de diferente natureza, na linha temporal da atividade da Pedreira “CURVIÃ nº2”.

Assim, pretende-se que este trabalho contemple as respetivas dimensões de um caso de estudo, o objeto, nas considerações relativas ao local e ambiente físico-geográfico, e o tempo, através da contemporaneidade onde ocorreram os acontecimentos a serem analisados. Nesse sentido será realizada uma descrição detalhada do ambiente no qual se deu o estudo e serão utilizadas diversas fontes no intuito de obter de dados qualitativos e quantitativos que suportem a proposta a desenvolver (Leite & Pinheiro, 2005).

O estudo de caso que se apresenta será exploratório, pois estuda uma situação no seu contexto e sugere recomendações a adotar, será igualmente descritivo, uma vez que incluirá descrições detalhadas do que ocorreu e será analisado sob várias perspetivas, assim como também será explanatório por contribuir para a construção e desenvolvimento de uma nova abordagem (Yin, 2003).

Neste trabalho o método usado foi sucintamente identificar o problema através de uma análise económica e financeira do setor e qual a evolução projetada, de seguida procedeu-se á definição da morfologia do maciço. Com estas condicionantes foram estudados os métodos de exploração usados á data e como estes poderiam ser modificados, depois de identificados os métodos a sua integração foi o passo seguinte de forma a podermos monitorizar e validar as opções tomadas.

Com base no exposto, a primeira fase do trabalho baseou-se numa síntese e na análise realizada ao trabalho de Silva (2014) “Cartografia de zonamento geotécnico no apoio ao planeamento e valorização do georrecurso: o caso do maciço rochoso da Curviã (Joane)” e no conhecimento das necessidades do setor da construção apresentadas nos estudos de 2013 “A Construção na Europa – principais conclusões do Euroconstruct”, publicado pelo Instituto Técnico para a Indústria da Construção, de 2010 “Rumo ao fornecimento seguro e á gestão sustentável dos recursos minerais europeus” realizada por Carvalho (2012), com o estudo realizado pela Direção Geral de Energia e Geologia com o tema “Mineral Resources of Portugal”.

Em seguida, e tendo como suporte os trabalhos anteriores, foram testadas algumas modificações no método produtivo do maciço rochoso em estudo de forma a melhorar a qualidade de extração e conseguir mais quantidade de materiais comercializáveis a um preço mais alto.

Finalmente, e depois de assumido qual o processo a usar, será apresentada a necessária evolução através da correta utilização das melhores práticas de gestão e exploração do maciço em questão.

1.4.2. Características peculiares de um Estudo de Caso

Um estudo de caso pode ser sempre visto como uma investigação peculiar, tendo como objetivos identificar o que poderá existir de importante em determinada situação de estudo, passível de ser útil em situações semelhantes no presente ou no futuro. Num Estudo de Caso é sempre possível definir um conjunto de características peculiares a ele inerentes, que passamos a elencar.

1.4.2.1. Especificidade

Uma das primeiras características peculiares de um Estudo de Caso é a sua Especificidade.

A Especificidade de um Estudo de Caso baseia-se no facto de se dizer que ele é particularístico, destinado a investigar, uma situação particular, única, e bem definida. Por isso mesmo, uma consequência da aplicabilidade desta característica.

A Especificidade pode ser abordada em duas dimensões: em relação ao seu objeto e tendo em consideração o tempo. O objeto representa o foco do estudo, o seja o “Caso” propriamente dito. Este objeto deve ser descrito, inicialmente quanto ao local, ao ambiente físico/geográfico, e onde ocorrem (ou ocorreram) os acontecimentos que serão analisados. Em relação dimensão tempo, a contemporaneidade é uma característica importante de estudos de caso, diferenciando-os dos estudos históricos (Figura 2).

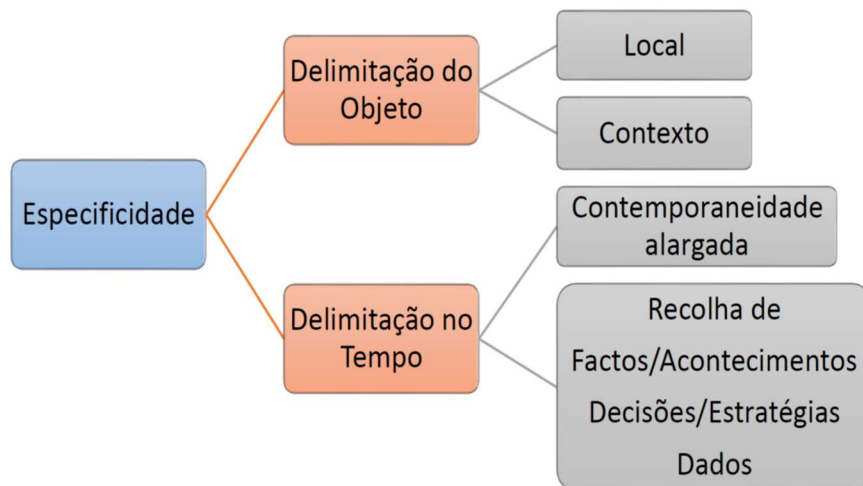


Figura 2 - As dimensões da Especificidade do Estudo Retrospectivo de Caso (adaptado de Leite & Pinheiro, 2005).

1.4.2.1.1. Análise Retrospectiva do Estudo de Caso

Na presente investigação, e porque as temporalidades dos factos ocorridos em relação aos acontecimentos estendem-se desde o início da atividade de Pedreira “CURVIÃ nº2”, mais concretamente desde 1998, até ao presente, deve-se falar de uma contemporaneidade alargada, e propor, que a metodologia de investigação, neste caso, seja denominada de Análise Retrospectiva do Estudo de Caso.

No âmbito da Especificidade, podemos considerar que a recolha de informação (dados, factos/acontecimentos, decisões/estratégias – técnicas de gestão e administração) será implementada com base em várias fontes e será relativa a um conjunto de períodos bem definidos, ao longo da linha temporal da atividade da Pedreira “CURVIÃ nº2”.

1.4.2.2 Intensidade

Leite & Pinheiro, citando Merriam (1998), definem Intensidade como uma função que irá permitir uma descrição rica, profunda, vigorosa e completa, capazes de ilustrar com clareza as complexidades da situação em estudo.

A Intensidade só será uma função com resultados pertinentes se o autor for tremendamente criterioso na definição da sua base contextual do estudo que será desenvolvido, a estratégia para a obtenção de informação deve ser eficaz, fazer um planeamento de momentos para reflexão individual.

O sentimento de ter, de alguma forma, contribuído para praticamente todos os acontecimentos relevantes da atividade da Pedreira “CURVIÃ nº2” nos últimos 10 anos. Leva a que se tenha consciência que tal situação é também portadora de muitas e importantes responsabilidades. Neste estudo, de acordo com os objetivos definidos, será a Intensidade imposta que permitirá encontrar heurísticas, a partir de uma cuidada descrição de acontecimentos e decisões, eleitas e temporalmente bem definidas, que no seu conjunto poderão revelar uma holística associada ao estudo.

Neste Estudo Retrospectivo de Caso não se procura generalizações estatísticas, mas sim eventuais generalizações analíticas. Serão estas que poderão permitir, no futuro e a leitores da dissertação que as considerem relevantes, o surgimento de Transferibilidades.

Ainda segundo os autores Leite & Pinheiro (2005): *“Para que a transferibilidade possa ocorrer, o pesquisador deve proporcionar todos os elementos que permitam ao leitor concluir se os resultados de seu estudo se aplicam ou não (transferem-se ou não) para a situação particular de interesse do leitor. Assim, uma descrição detalhada do ambiente no qual se deu o estudo, consubstanciada numa rica base teórico-contextual, é a condição fundamental para permitir que ocorra a transferibilidade.”.*

O processo descritivo devera ser transversal à grande parte dos acontecimentos selecionados para serem investigados. Serão estes processos descritivos que originarão as fontes de informação para as subseqüentes etapas de constituição das heurísticas que acreditamos existirem. Naturalmente todas as fontes de informação recolhidas terão de passar por uma análise sob várias perspectivas. As particularidades encontradas, ao serem observadas sob diferentes pontos de vista, permitirão uma avaliação detalhada e multidimensional do objeto em estudo. Uma pergunta deverá perseguir-nos em cada momento dentro deste processo: O que é que isto significa? E associada a ela muitas outras perguntas deverão ter lugar.

Citando novamente Leite & Pinheiro (2005): *“A busca por significado, segundo Stake (1995), corresponde muitas vezes à busca por padrões, por consistência dentro de determinadas condições, o que ele denomina “padrões de correspondência” (pattern-matching). Para Stake (1995), tais padrões podem ser conhecidos antecipadamente, a partir de uma base teórico-contextual bem elaborada ou a partir das próprias questões do estudo, servindo como “modelos” para a análise. Outras vezes, tais modelos irão emergir durante o processo de análise dos dados”.*

1.4.2.3. Multiplicidade de fontes de evidências

Por questões de rigor, os Estudos de Caso requerem múltiplas fontes de evidências. Ou seja, *“Assumir a exigência de múltiplas fontes de evidências implica compreender a importância de obter dados de natureza diferente, como condição essencial para possibilitar sua análise sob múltiplas perspectivas. Dessa forma, a utilização de múltiplas fontes deve propiciar a obtenção de dados tanto qualitativos quanto quantitativos, coletados através de estratégias diversificadas”.* (Leite e Pinheiro, 2005).

O Arquivo da SECIL, ao qual se teve acesso, representou uma importante fonte documental, imprescindível à investigação realizada.

1.4.2.4. Estudos de Caso Exploratórios, Descritivos e Explanatórios

Para melhorar o suporte teórico da metodologia, e tal como foi anteriormente definida quando se trata de situações de Estudos Retrospectivos de Caso (ver 1.4.2.1.1), segundo Yin (2003), estudos de caso podem ser classificados, de acordo com o seu propósito, como exploratórios, descritivos ou explanatórios, dependendo fundamentalmente do tipo de questões estudadas e qual o domínio que o investigador tem sobre os eventos que ocorrem na situação em estudo.

Um Estudo de Caso é exploratório quando o seu objetivo é explorar a situação de interesse no seu contexto, sob múltiplas perspetivas, visando formular proposições, hipóteses ou recomendações para futuros estudos.

Estudos exploratórios servem para obter informações preliminares acerca do objeto de estudo (Ponte, 1994). Nos casos de Estudos de Caso exploratórios estes não apresentam proposições por defeito; esta é a condição para que o tópico seja objeto de exploração. Para as situações de Estudos de Caso descritivos o principal objetivo é descrever a situação em estudo no contexto em que este ocorre, sob múltiplas perspetivas. Os estudos de caso caracterizados como sendo explanatórios procuram explicar a situação em estudo, pelo confronto com uma teoria já existente ou contribuindo para a construção ou desenvolvimento de uma nova teoria.

1.4.2.5. A Transferibilidade dos Estudos Retrospectivos de Caso

O presente estudo será desenvolvido através de uma sobreposição dos três tipos de Estudo de Caso quanto ao seu propósito. Isto porque pretende-se estudar a Pedreira “CURVIÃ nº2” no seu contexto sob múltiplas perspetivas, procurando com as conclusões do estudo, proporcionar eventuais Transferibilidades (exploratório).

O processo de investigação terá uma forte componente descritiva de factos/acometimentos, decisões/estratégias ocorridos nos “momentos” selecionados na linha temporal de atividade da Pedreira que permitam uma reflexão que acreditamos permitir uma compreensão heurística de como estes ocorreram (descritivo).

Com este processo procura-se um entendimento sobre as fenomenologias presentes e descritas, e que com isso se clarifique e se retirem ilações que conduzam à construção de uma holística global sobre esta exploração no panorama da indústria extrativa portuguesa (explanatório).

Podemos assim concluir que este Estudo Retrospectivo de Caso será descritivo pois nele se incluirão descrições detalhadas do que ocorreu, heurístico por ser conduzido para a compreensão daquilo que aconteceu, indutivo por resultar da observação/reflexão do acontecido e delas partir para “princípios” úteis a terceiros – Transferibilidade - e holístico por ter em conta que os fenómenos estudados podem ser integrados de forma global mostrando porque a Pedreira “CURVIÃ nº2”, acreditamos, ser um caso exemplar a ter em consideração.

(página propositadamente em branco)

2 - Situação económica no setor da construção civil e futuro previsto em Portugal

(página propositadamente em branco)

2. SITUAÇÃO ECONÓMICA NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL E FUTURO PREVISTO EM PORTUGAL

Quando falamos em indústria extrativa deve-se ter sempre em atenção o momento. Este trabalho teve a sua génese num enquadramento estratégico, inicialmente genérico, mas o peso da decisão final deveu-se essencialmente à caracterização feita do setor.

Desde o início deste século assistiu-se a um aumento substancial da dimensão das explorações muito por força das grandes obras públicas, ou eventos de grande dimensão que o país recebeu. Este crescimento foi efetivo até meados de 2008, ano em que uma crise internacional afetou o país e levou a que se tivesse que repensar o futuro e principalmente resistir e adaptar-se às necessidades futuras, mas como o setor estava sobredimensionado a solução não poderá passar apenas por um emagrecimento do setor extrativo, mas sim adequar as extrações às necessidades locais e principalmente abrir portas para o exterior.

Facilmente se depreende a mudança radical das necessidades de minerais no setor da construção, com a redução a rondar os 50% das vendas em 10 anos, mas ainda mais impressionante é o facto de esta desaceleração ter acontecido em apenas 5 anos, e nos 5 anos subsequentes não ter sido possível recuperar da quebra, tendo tido o seu auge em 2013.

Se for feita uma análise com mais pormenor em função dos subsectores estudados, consegue-se entender que efetivamente a perda, embora generalizada, esteja centrada no subsector dos agregados, com perdas superiores a 50% em 10 anos, com os primeiros 5 anos a registar uma redução superior a 55%. Já no subsector das rochas ornamentais, também foi evidente a perda nos primeiros 5 anos, com mais de 15% de perdas, mas atualmente é um subsector com um desempenho superior ao registado no início da crise. Esta performance deve-se essencialmente pela aposta na qualidade deste tipo de produtos e na capacidade exportadora que transmitem.

Um último ponto para análise referente ao Quadro 1, prende-se na valorização dos produtos com uma evolução dos preços médios de venda de cerca de 40% face à base em 2007, mas esta evolução não se deve a uma evolução dos preços, mas sim de uma mistura dos dois subsectores mais equilibrada.

No Quadro 1 valida-se a evolução do setor dos minerais para a construção entre 2007 e 2018.

Quadro 1 – Produção comercial das pedreiras em Portugal por setor/subsetor (DGEG, 2019).

Anos	Setor - Minerais para construção						Total		
	Subsetores								
	Agregados			Rochas ornamentais					
	Quant. (Ton)	VN (10 ³ €)	PMV (€)	Quant. (Ton)	VN (10 ³ €)	PMV (€)	Quant. (Ton)	VN (10 ³ €)	PMV (€)
2007	70.491.662	275.325	3,91	3.201.535	176.197	55,04	73.693.196	451.522	6,13
2008	66.560.752	254.692	3,83	2.696.385	137.427	50,97	69.257.137	392.119	5,66
2009	64.366.522	254.594	3,96	2.395.209	132.632	55,37	66.761.730	387.226	5,80
2010	56.900.646	237.177	4,17	2.816.731	176.228	62,56	59.717.377	413.405	6,92
2011	54.280.062	225.174	4,15	2.618.332	152.672	58,31	56.898.395	377.846	6,64
2012	37.124.702	155.995	4,20	2.743.507	150.593	54,89	39.868.209	306.588	7,69
2013	27.515.204	124.989	4,54	2.918.199	165.831	56,83	30.433.403	290.819	9,56
2014	30.565.946	114.330	3,74	2.830.818	165.597	58,50	33.396.763	279.927	8,38
2015	30.114.102	119.803	3,98	2.887.076	165.957	57,48	33.001.177	285.759	8,66
2016	29.847.376	125.281	4,20	2.810.220	166.879	59,38	32.657.596	292.161	8,95
2017	29.847.376	125.281	4,20	2.810.220	166.879	59,38	32.657.596	292.161	8,95
2018	34.074.885	131.543	3,86	3.437.793	186.049	54,12	37.512.678	317.592	8,47

Se aprofundarmos um pouco mais a pesquisa e analisarmos os principais subgrupos dos dois subsetores, e começando pelo dos agregados, consegue-se identificar qual o grupo mais atingido e qual a viragem do mercado. No Quadro 2 apresentam-se os valores entre 2007 e 2018.

Com uma quebra superior a 50% nas quantidades vendidas, e uma desvalorização de cerca de 20%, as areias e saibros foram o grupo que durante este período mais sofreu, essencialmente pelo abrandamento do consumo de materiais para a realização de betão pronto. Com quebras também acentuadas, mas menos evidentes os agregados siliciosos perderam importância quantitativa, mas conseguiram manter uma performance de valorização interessante, cerca de 10%.

Quadro 2 – Produção comercial das pedreiras em Portugal no subsetor agregados(VN – Volume de negócios; PMV – Preço médio de venda) (DGEG, 2019).

Anos	Subsetor – Agregados						Total		
	Areias e saibros			Pedra britada siliciosa					
	Quant. (Ton)	VN (10 ³ €)	PMV (€)	Quant. (Ton)	VN (10 ³ €)	PMV (€)	Quant. (Ton)	VN (10 ³ €)	PMV (€)
2007	9.935.332	41.121	4,14	24.576.314	117.655	4,79	34.511.646	158.776	4,60
2008	9.208.265	36.339	3,95	24.016.630	112.560	4,69	33.224.895	148.898	4,48
2009	8.028.987	33.137	4,13	25.403.971	123.589	4,86	33.432.958	156.726	4,69
2010	6.497.871	25.946	3,99	27.182.504	132.537	4,88	33.680.375	158.484	4,71
2011	6.021.296	26.174	4,35	28.003.451	133.654	4,77	34.024.747	159.828	4,70
2012	4.602.131	15.920	3,46	17.626.942	87.570	4,97	22.229.073	103.491	4,66
2013	4.218.651	13.009	3,08	13.448.724	79.465	5,91	17.667.375	92.474	5,23
2014	4.066.261	14.251	3,50	16.833.854	69.820	4,15	20.900.116	84.071	4,02
2015	4.838.122	16.163	3,34	14.212.896	71.079	5,00	19.051.018	87.242	4,58
2016	3.959.258	13.144	3,32	14.390.189	76.825	5,34	18.349.447	89.969	4,90
2017	4.288.434	13.370	3,12	15.665.585	76.920	4,91	19.954.019	90.290	4,52
2018	4.601.478	14.861	3,23	15.055.617	72.877	4,84	19.657.095	87.738	4,46

Ou seja, se por um lado o setor da construção está em recuperação, está muito longe dos anos de 2007, anos estes com forte investimento público.

No Quadro 3 apresentam-se os resultados obtidos no subsector das rochas ornamentais.

Quadro 3 – Produção comercial das pedreiras em Portugal no subsetor rochas ornamentais (VN – Volume de negócios; PMV – Preço médio de venda) (DGEG, 2019).

Anos	Subsetor - Rochas Ornamentais						Total		
	Granito ornamental e rochas similares			Pedra para calcetamento e rústica					
	Quant. (Ton)	VN (10 ³ €)	PMV (€)	Quant. (Ton)	VN (10 ³ €)	PMV (€)	Quant. (Ton)	VN (10 ³ €)	PMV (€)
2007	1.019.783	43.502	42,66	1.402.907	50.302	35,86	2.422.690	93.804	38,72
2008	971.779	36.557	37,62	963.520	31.239	32,42	1.935.299	67.796	35,03
2009	913.294	35.654	39,04	798.551	26.858	33,63	1.711.845	62.512	36,52
2010	1.030.391	42.860	41,60	873.943	25.236	28,88	1.904.335	68.096	35,76
2011	975.660	36.833	37,75	844.356	24.914	29,51	1.820.016	61.747	33,93
2012	1.021.571	33.138	32,44	806.557	21.103	26,16	1.828.128	54.241	29,67
2013	990.264	33.138	33,46	899.409	23.110	25,69	1.889.673	56.248	29,77
2014	1.152.301	39.525	34,30	817.801	24.067	29,43	1.970.102	63.593	32,28
2015	1.196.325	38.566	32,24	807.550	28.643	35,47	2.003.875	67.208	33,54
2016	1.130.661	37.785	33,42	792.284	26.719	33,72	1.922.945	64.505	33,54
2017	1.400.400	46.905	33,49	772.151	23.542	30,49	2.172.552	70.446	32,43
2018	1.561.117	44.987	28,82	820.476	26.226	31,96	2.381.593	71.213	29,90

Analisando os valores obtidos, pode-se concluir, que o comportamento das duas principais áreas do subsetor das rochas ornamentais, é diferenciado. Se por um lado o granito ornamental aumentou em mais de 55% nas quantidades produzidas, mas muito à custa da valorização, em 10 anos, perdeu-se 40% do valor de venda. Este ponto é muito importante, pois a mudança deveu-se essencialmente na abordagem ao granito ornamental. Se inicialmente as vendas seriam feitas em materiais provenientes das frentes das explorações e posteriormente seriam transformados em outros locais de transformação, mas das mesmas entidades, hoje em dia a especialização destas áreas de transformação, levaram à existência de uma maior quantidade de materiais para posterior venda, sendo certo que com a abertura deste mercado para mais organizações, a concorrência aumenta e a pressão para a manutenção do preço de venda abranda, e provoca uma deterioração do preço. Já na área da pedra rústica e de calcetamento, sendo uma área de trabalho mais manual, está em franco desaparecimento, tanto em quantidades produzidas, como em valorização.

Antes de evoluir mais na análise, deve-se ter em conta sete ideias:

- Em 10 anos o setor da construção perdeu cerca de 50% do mercado.
- O subsetor dos agregados perdeu em 6 anos mais de 50% do mercado. Nos últimos 4 anos está a recuperar, embora muito lentamente.
- O subsector das rochas ornamentais, já recuperou da quebra.
- O grupo das areias no subsetor dos agregados perdeu cerca de 50% do mercado em 5 anos, e nunca mais recuperou.
- O grupo dos agregados siliciosos no subsetor dos agregados com uma perda superior a 40% em 5 anos, demonstra uma evolução positiva desde 2013.
- O grupo do granito ornamental no subsetor das rochas ornamentais, aumentou em mais de 50% em relação ao início da crise.
- O grupo da pedra rústica e de calcetamento no subsetor das rochas ornamentais, está em franco desaparecimento.

Aprofundando ainda mais a pesquisa, no Quadro 4 demonstra-se a evolução dos dois subsectores, mas tendo como referência não o país, mas sim a região onde se encontra a exploração em estudo, o distrito do Porto.

Quadro 4 – Produção comercial das pedreiras no distrito do Porto por subsetor (VN – Volume de negócios; PMV – Preço médio de venda) (DGEG, 2019).

Anos	Setor - Minerais para construção (Distrito do Porto)						Total		
	Subsetores								
	Agregados			Rochas ornamentais					
	Quant. (Ton)	VN (10 ³ €)	PMV (€)	Quant. (Ton)	VN (10 ³ €)	PMV (€)	Quant. (Ton)	VN (10 ³ €)	PMV (€)
2013	2.622.516	14.318	5,46	610.076	20.048	32,86	3.232.592	34.366	10,63
2014	2.775.654	13.782	4,97	682.875	22.986	33,66	3.458.529	36.768	10,63
2015	3.215.005	15.371	4,78	757.641	23.029	30,40	3.972.646	38.400	9,67
2016	2.871.651	14.017	4,88	700.687	22.169	31,64	3.572.338	36.186	10,13
2017	3.161.020	13.470	4,26	772.232	22.125	28,65	3.933.252	35.595	9,05
2018	3.389.199	14.164	4,18	831.289	25.406	30,56	4.220.489	39.570	9,38

Neste caso e não usando os valores pré-crise pois não são comparáveis, principalmente pela evidente mudança dos públicos alvo, surgem mais clientes privados e verifica-se uma menor dependência de obras estatais.

O setor apresenta uma evolução de 30% das quantidades vendidas, mas com valorização inferior, especialmente no subsetor dos agregados, cerca de 25%, e aproximadamente 7% no subsetor das rochas ornamentais, o que faz com que se tenha perdido cerca de 15% do valor de comercialização, ou seja aproximadamente 5 milhões de euros anuais. Este indicador é importante para que se possa avaliar a evolução do projeto.

Assim, e no intuito de contextualizar as decisões a que o projeto obrigou, deve-se ter sempre em conta as perspetivas à data e para isso, contribui de modo significativo um estudo de 2013 “A Construção na Europa – principais conclusões do Euroconstruct”, publicado pelo Instituto Técnico para a Indústria da Construção, o qual deu a conhecer a realidade do setor e, principalmente, a previsão da respetiva evolução, ou seja, uma perspetiva negativa para o ano de 2013, com uma perda de 18% na dimensão do mercado, menos 3,5% para 2014 e uma ligeira recuperação em 2015. A estas perdas acrescem ainda cerca de 40% do mercado, o qual já tinha desaparecido entre 2009 e 2012.

Outro elemento importante que deveremos ressaltar, e à data, bastante importante no nosso posicionamento, foi o facto de ser no segmento residencial que iria ser feita a recuperação do setor.

Resumindo e com base nos valores apresentados identifica-se um problema grave no setor, pois se era evidente uma crise em 2011, as expectativas futuras não eram as mais positivas, logo foram

colocadas sob pressão a evolução das explorações existentes e ponderadas quais as possibilidades de reformulação dos processos de forma a melhorar a viabilidade dos negócios existentes.

Usando ainda uma apresentação desenvolvida pelo Laboratório Nacional de Energia e Geologia, cujo autor Carvalho (2012) referia que os recursos naturais pétreos com interesse nacional seriam aqueles cujos contributos dariam um peso positivo na balança comercial do país e estes sim deveriam ser as apostas futuras, dando como exemplo de sucesso os granitos de Alpendorada.

Para completar estas duas ideias, que o setor da construção estava em crise e os produtos de valor acrescentado seriam a solução, utiliza-se o estudo feito pela Direção Geral de Energia e Geologia, em 2012, “Mineral Resources of Portugal”, que identificou um potencial de evolução nas explorações localizadas no norte de Portugal para este tipo de produtos, embora á data na exploração em estudo estes não sejam mercados trabalhados.

O passo seguinte foi estudar o mercado das rochas ornamentais, e isso levou a concluir que o potencial é enorme se for feito com uma base estruturada e para mercados com capacidade económica. Também ajudou o facto de se perceber que a Europa finalmente estava a olhar para dentro e com isso a criar condições para combater através de nichos o potencial que a China tem neste setor.

Analisando a evolução desde 2000 da produção e da exportação, através do estudo de Caetano & Chambel (2012), verifica-se um aumento significativo da produção de rochas ornamentais, dos 60 milhões de euros em 2000, para os 100 milhões de euros em 2010, em granitos ou rochas similares, enquanto que por exemplo no segmento das rochas calcárias foi mantida a sua performance, ou seja, cerca de 80 milhões de euros anuais.

De salientar que segundo o mesmo estudo a produção de rochas ornamentais em 2000 representava cerca de 150 milhões de euros e em 2010 evolui até aos 190 milhões de euros. E dentro deste valor, cerca de 26% da produção eram granitos para fins ornamentais que conjugados com mais de 15% de produção de granitos para calçada.

Já utilizando o estudo feito pelo Banco Espírito Santo Research (2014) “Produção de rochas ornamentais. Análise sectorial”, que foi determinante na decisão de evoluir o negócio na exploração em estudo a “Curviã nº2”, deste estudo sobressai o seguinte:

- Na indústria extrativa em Portugal encaixam os seguintes tipos de exploração:

- Minérios metálicos.
- Minérios não metálicos.
- Águas minerais e de nascente.
- Rochas industriais.
- Rochas ornamentais.
- Energéticos.

- A extração de rochas ornamentais realiza-se em maciços rochosos com origem em:

- Calcários.
- Granitos.
- Mármore.
- Ardósias.

- Em 2011, Portugal era o 9º maior produtor de rochas ornamentais com 2,75 milhões de toneladas e o setor tinha o seguinte padrão:

- 1.858 empresas;
- 338 pedreiras;
- 9.486 colaboradores;
- Volume de negócios de 623,4 milhões de euros;
- Exportações no valor de 353,3 milhões de euros.

- A produção de rochas ornamentais representou em 2012, 41,4% da produção total das pedreiras nacionais. Esta evolução deve-se essencialmente às quebras entre 2007 e 2012 nos produtos oriundos das pedreiras (-4,5%), nos minerais cimentícios (-8,9%) e nos minerais industriais (-10,8%). Verificou-se a redução do número de pedreiras de rochas ornamentais entre 2008 e 2012, de 476 para 338, cuja repartição, à data, de pedreiras ativas por tipo de rocha se distribuía em 31% de pedreiras de pedra para calçada e rústica, 37% de pedreiras de mármore a calcário e 29% de pedreiras de granito e rochas similares.

Com as considerações elencadas anteriormente, e fazendo uma análise dos cenários possíveis, e através de um modelo intitulado de análise SWOT, foram encontrados os pontos fortes, fracos, as oportunidades e ameaças da decisão a tomar, conforme se pode observar no Quadro 5.

Na análise feita foi considerada como preferencial a atitude de valorização das diferentes explorações a céu aberto existentes no mercado onde se insere a pedreira em estudo.

Quadro 5 – Análise SWOT do setor da construção, direcionado para as extração a céu aberto.

Pontos Fortes <ul style="list-style-type: none">- A qualidade da pedra e quantidade disponível;- Há certos tipos de pedra que só existem em Portugal;- Tecnologia avançada na extração e trabalho da pedra;- Reconhecimento, pois há pedra portuguesa em obras emblemáticas a nível mundial.	Oportunidades <ul style="list-style-type: none">- Conquista de novos mercados;- Certificação de produtos, facilitando a penetração nos diferentes mercados;- Cooperação empresarial;- Aumento da formação de recursos humanos.
Pontos Fracos <ul style="list-style-type: none">- Dimensão reduzida das empresas;- Falta de estratégias de promoção internacional dos produtos portugueses;- Dificuldade em incorporar design na transformação de pedra;- Reduzida cooperação empresarial, reduzida profissionalização na gestão e fraco domínio dos canais de distribuição mundiais.	Ameaças <ul style="list-style-type: none">- Novos produtores internacionais que praticam preços mais atrativos;- Produtos substituídos;- Problemática ambiental.

Conforme se pode comprovar pelos elementos apresentados podemos concluir que ao não existir um grande *player* no mercado português nesta área a porta estava aberta às organizações com mais capacidade técnica e de investimento.

Constata-se que o mercado da construção decresceu, as oportunidades desapareceram e, estas circunstâncias conjugadas, obrigaram as organizações a pensar em diversificar a sua atividade e inovar.

Como se pode concluir a oportunidade de implementar um modelo novo de exploração para a empresa foi evidente, pelo que a decisão final foi a de avançar para uma caracterização pormenorizada do maciço rochoso da pedreira e estudar quais as alternativas de processo de produção para potenciar a produtividade e a valorização dos produtos vendidos.

Nos capítulos seguintes serão estudados os resultados obtidos na caracterização do maciço em estudo, o qual comprovou o potencial existente para diversificar a exploração para a área da rocha ornamental, integrando a mesma na produção de agregados industriais já em funcionamento.

(página propositadamente em branco)

**3 – Breve caracterização geológico-geotécnica do
maciço rochoso da Curviã nº2**

(página propositadamente em branco)

3. BREVE CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA DO MACIÇO ROCHOSO DA CURVIÃ

A necessidade da caracterização do maciço rochoso em estudo, da Curviã (NW de Portugal), prende-se com a necessidade de comprovar as características que este deve possuir para poder ser implementado um modelo de extração que se quer produtivo e potenciador ao máximo da qualidade do produto. Para o efeito elaborou-se, seguidamente, uma breve síntese seletiva dos pontos principais baseada nas investigações de pormenor encetadas por Silva (2014) e, por isso, os créditos deste capítulo serão deste autor. Da nossa parte resultou um sumário crítico e seletivo das ideias forças do importante estudo geotécnico desenvolvido por Silva (2014).

3.1. Enquadramento Geográfico

A investigação no âmbito deste trabalho de projeto foi desenvolvida na pedreira cuja licença se denomina “Curviã nº2”, propriedade da empresa SECIL BRITAS S.A., e cujo centro de exploração está localizado a cerca de 1km a sudoeste da localidade de Portela e cerca de 1km a oeste de Airão, no concelho de Vila Nova de Famalicão no distrito de Braga (Figura 3).

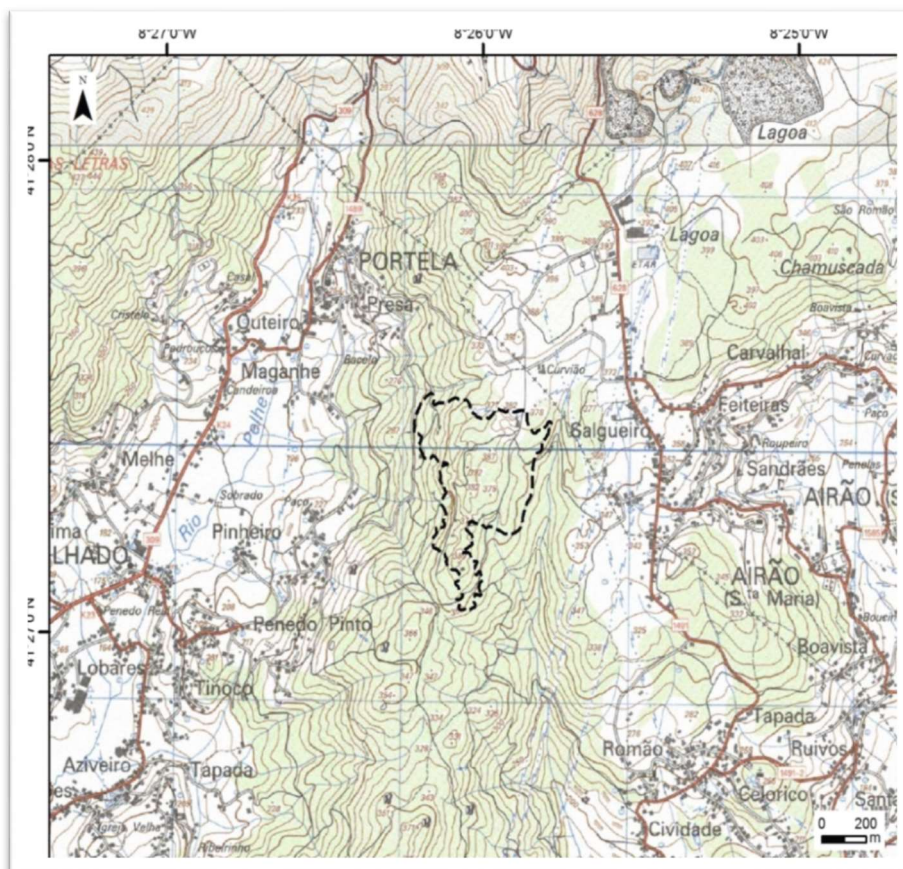


Figura 3 – Representação dos limites da exploração na carta militar 1:500.000 (EIA, 2007).

A tectónica e as diferenças litológicas são os principais fatores que condicionam a geomorfologia da região norte de Portugal (Pereira, 1992). Através da análise de cartas geológicas, topográficas militares e de imagem de satélite, verificam-se afloramentos graníticos nos pontos altos da região, bem como vários troços de linhas de água e rios com orientação definida grosso modo pelos lineamentos tectónicos (e implicitamente com fraqueza morfoestrutural) em que se encaixam, condicionantes essas bem patentes no centro da exploração do presente estudo (Figura 4).



Figura 4 - Enquadramento morfológico da exploração
(Levantamento fotográfico realizado pela Secil Britas, 2017).

3.2. Enquadramento da zona de estudo

Através dos diferentes levantamentos topográficos utilizados, podem-se identificar e enquadrar as zonas estudadas e, principalmente, as zonas que promoveram a necessidade de uma exploração mais sustentável e tecnicamente mais viável.

A definição das referidas zonas foi feita inicialmente pelo estudo histórico da exploração, que nos levou a identificar as zonas onde já tinham sido feitas atividades de extração de rocha ornamental. De seguida foi analisada “in loco” os aspetos geotécnicos do maciço que eventualmente

justificaríamos a sua exploração. Depois de identificados, foi consultado um estudo mais profundo (que deu origem à dissertação de Silva, 2014) e localizada a zona de extração que iríamos analisar. Conforme iremos tratar em próximos capítulos na zona onde se encontra o círculo sombreado é a que foi identificada como a zona chave para todo o estudo (Figura 5).

A zona identificada é uma zona mista pois não é especificamente tratada apenas para a extração de rocha ornamental, mas sim com uma lavra comum, no capítulo 5 será aprofundado este tema.

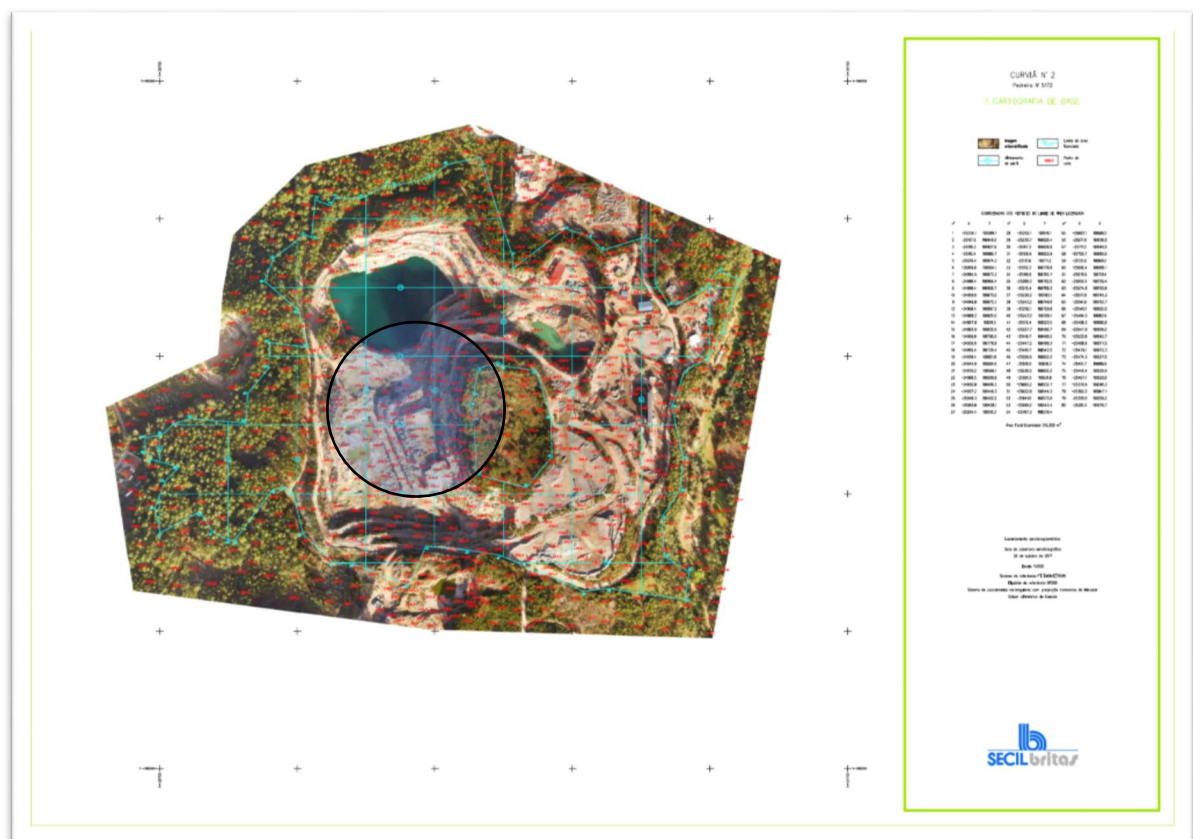


Figura 5 - Levantamento topográfico realizado em 2017 (Secil Britas, 2017).

Na Figura 6, de forma ampliada podemos identificar perfeitamente duas zonas de exploração diferenciadas, uma superior onde é feita exploração de rocha ornamental, e uma zona inferior de exploração para agregados industriais.

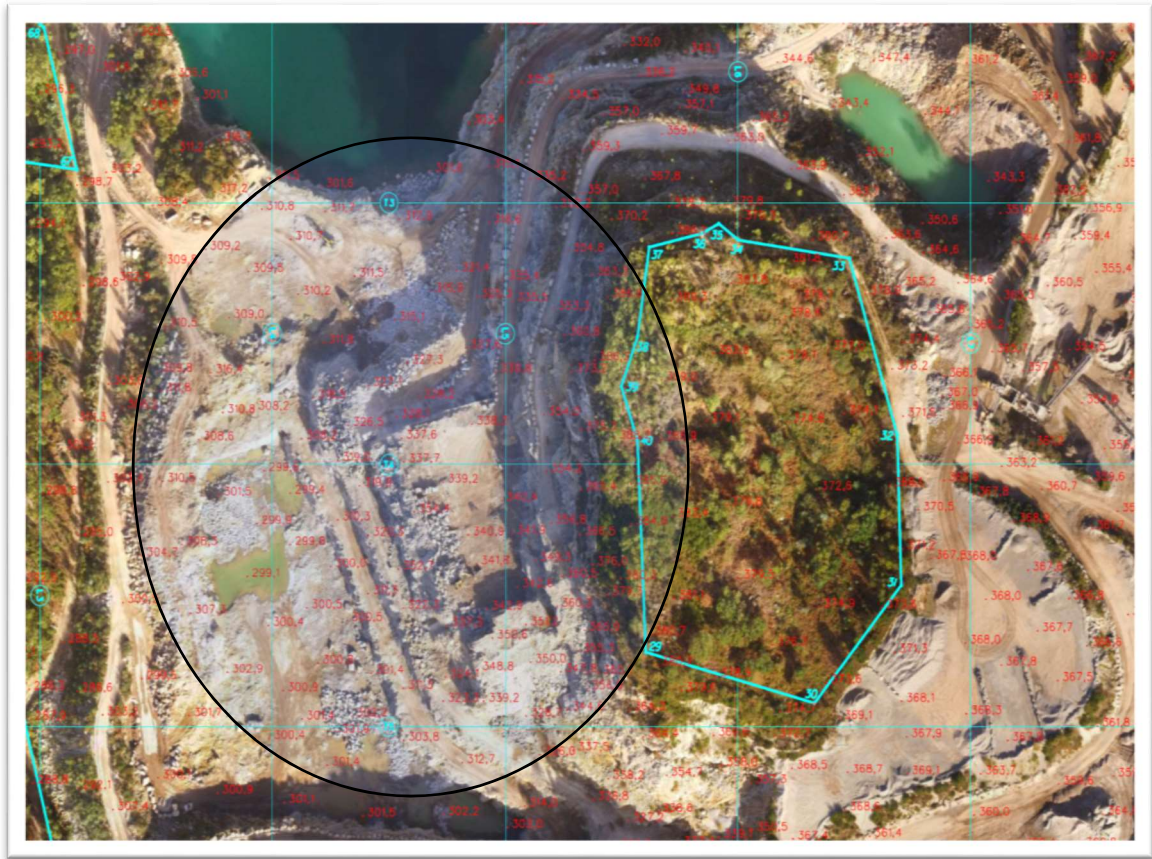


Figura 6 - Zona de estudo ampliada (Lev.Top. Secil Britas, 2017).

Nas Figuras 7 a 11 pretende-se dar uma imagem das reservas existentes, usando para isso os perfis L4, L5, T3, T4 e T5, os quais se encontram representados na Figura 6.

Nas linhas a azul representa-se o perfil do relevo no início do estudo, isto é, o ano de 2014. A preto a evolução dos 4 anos em apreço e a roxo representa-se os limites licenciados da área em exploração e já consignados na área de licenciamento industrial. Podemos desta forma ter a ideia do volume total em reserva o qual se considerou significativo e, como tal, importante valorizar com vista à obtenção de um melhor benefício económico.

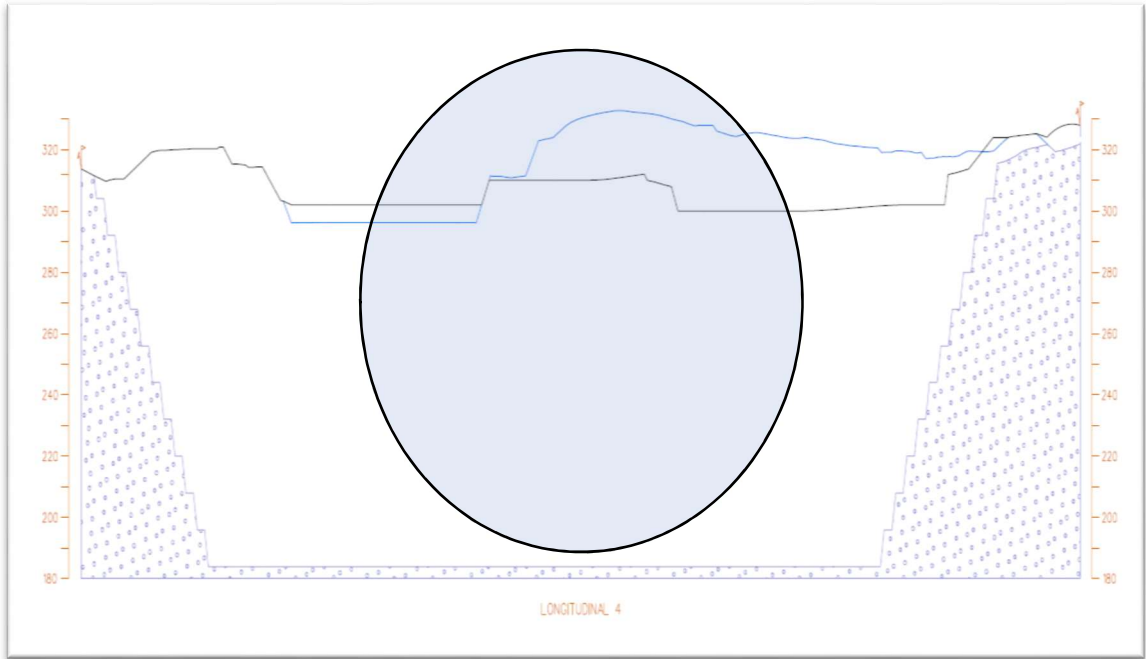


Figura 7 - Perfil longitudinal L4 (Lev.Top. Secil Britas, 2017).

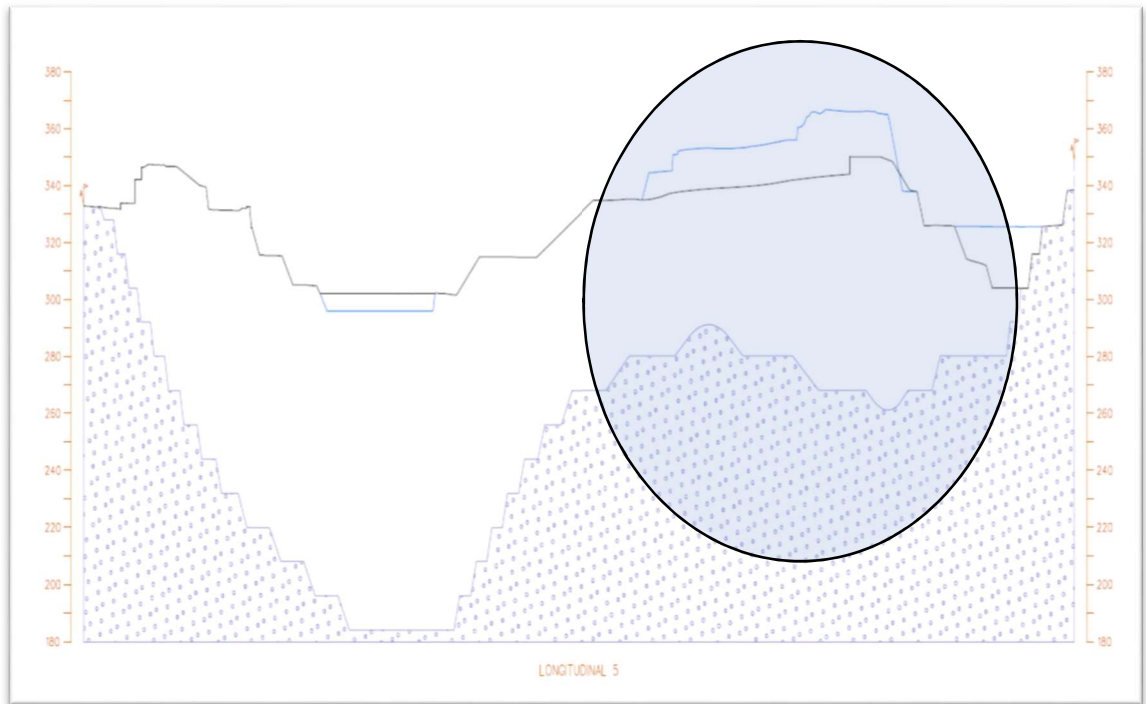


Figura 8 - Perfil longitudinal L5 (Lev.Top. Secil Britas, 2017).

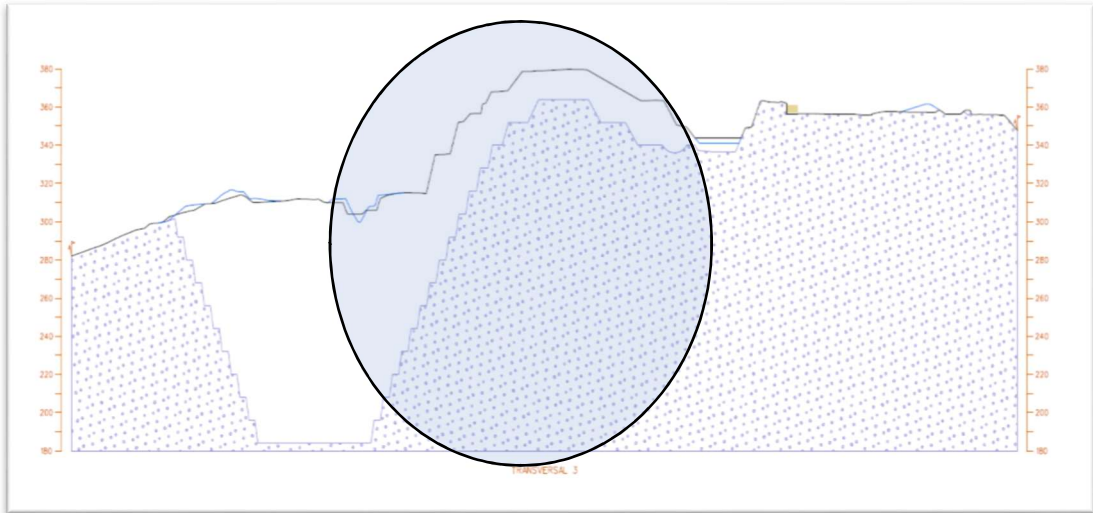


Figura 9 - Perfil transversal T3 (Lev.Top. Secil Britas,2017).

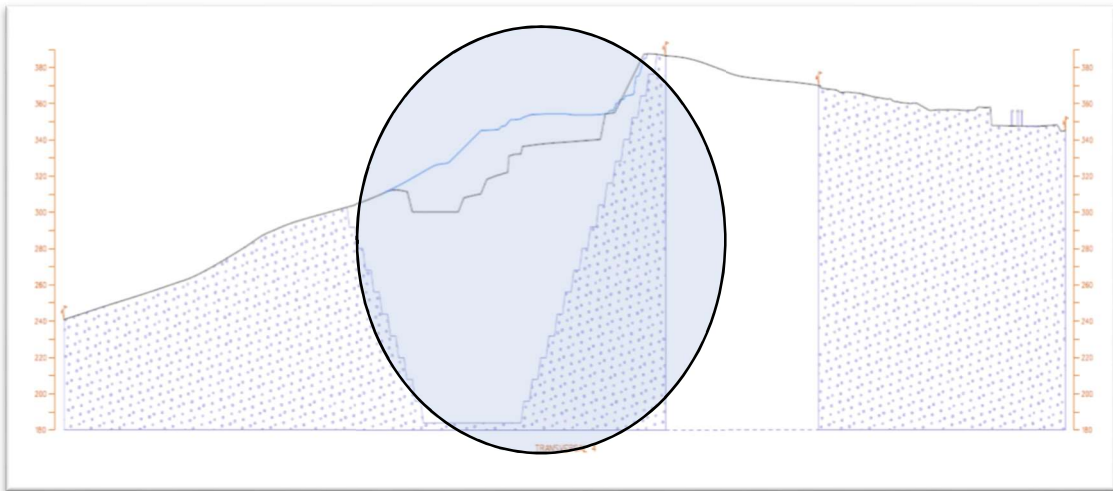


Figura 10 - Perfil transversal T4 (Lev.Top. Secil Britas, 2017).

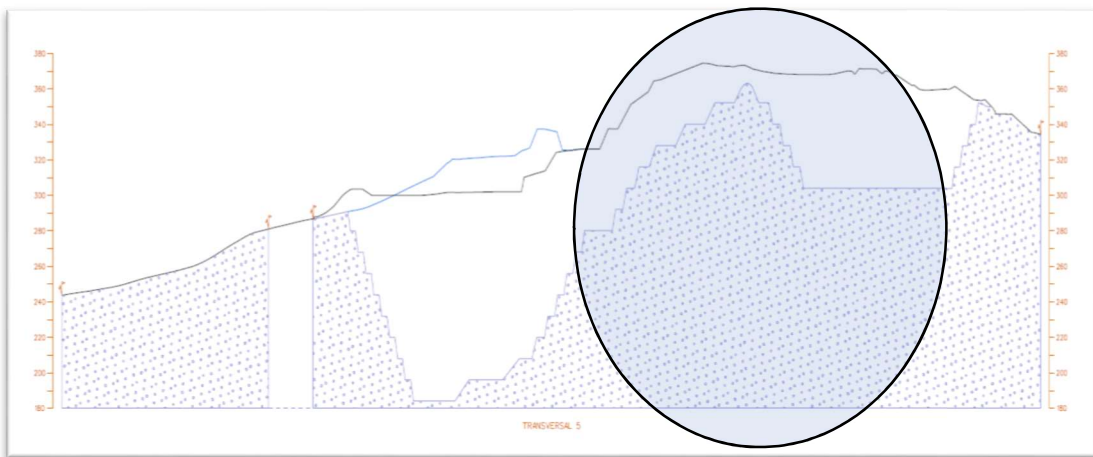


Figura 11 - Perfil transversal T5 (Lev.Top. Secil Britas, 2017).

3.3. Enquadramento geológico

O maciço rochoso em estudo faz parte de uma faixa de granitoides relacionados com a orogenia Varisca (ou Hercínica). Do ponto de vista geotécnico, este insere-se nos terrenos graníticos da zona Centro-Ibérica (ZCI) do maciço Ibérico, o que corresponde a uma das unidades mais importantes dentro do maciço Hespérico (Pereira, 1992). A região encontra-se cartografada, à escala 1/50 000, pelos serviços Geológicos de Portugal [Folhas 5-D (Braga) – Ferreira et al., 2000 e 9-B (Guimarães) – Andrade & Rocha, 1986].

Na região em que se enquadra a pedreira em estudo, afloram alguns tipos de granitóides Sin e Tardi D3, cuja exploração foi, desde sempre, bastante intensa em várias zonas.

Os tipos litológicos ocorrentes na região, descritos dos mais antigos para os mais recentes compreendem (Pereira, 1992):

- Granitos porfiróides de grão grosseiro ou médio a grosseiro, essencialmente biotíticos (“Granito de Guimarães”), caracterizadas pela abundância de megacristais de feldspato potássico, em geral de contornos relativamente mal definidos. Este granito constitui um plutonito alongado na direção NW-SE, com cerca de 65 km de comprimento e 25 km de largura.
- Granito de grão médio a fino, com tendência porfiroide, essencialmente biotítico (“Granito de Braga”), incluído numa sequência de intrusões mais tardias nos granitóides anteriores. Tem tendência monzonítica, porfiroidismo esparso e apresenta-se praticamente sem deformação.
- Quartzodioritos biotíticos habitualmente de granulado fino ou médio, formando a nível regional, pequenas manchas alongadas e, localmente, pequenas bolsadas ou encraves no seio das massas graníticas.
- Filões de quartzo ou pegmatíticos, associados a falhas de direção média entre N 45° E a N 75° E.
- Aluviões, de idade quaternária, constituindo depósitos areno-argilosos em relação direta com algumas das linhas de água.

A Figura 12 apresenta o enquadramento geológico da pedra da Curviã nº2.

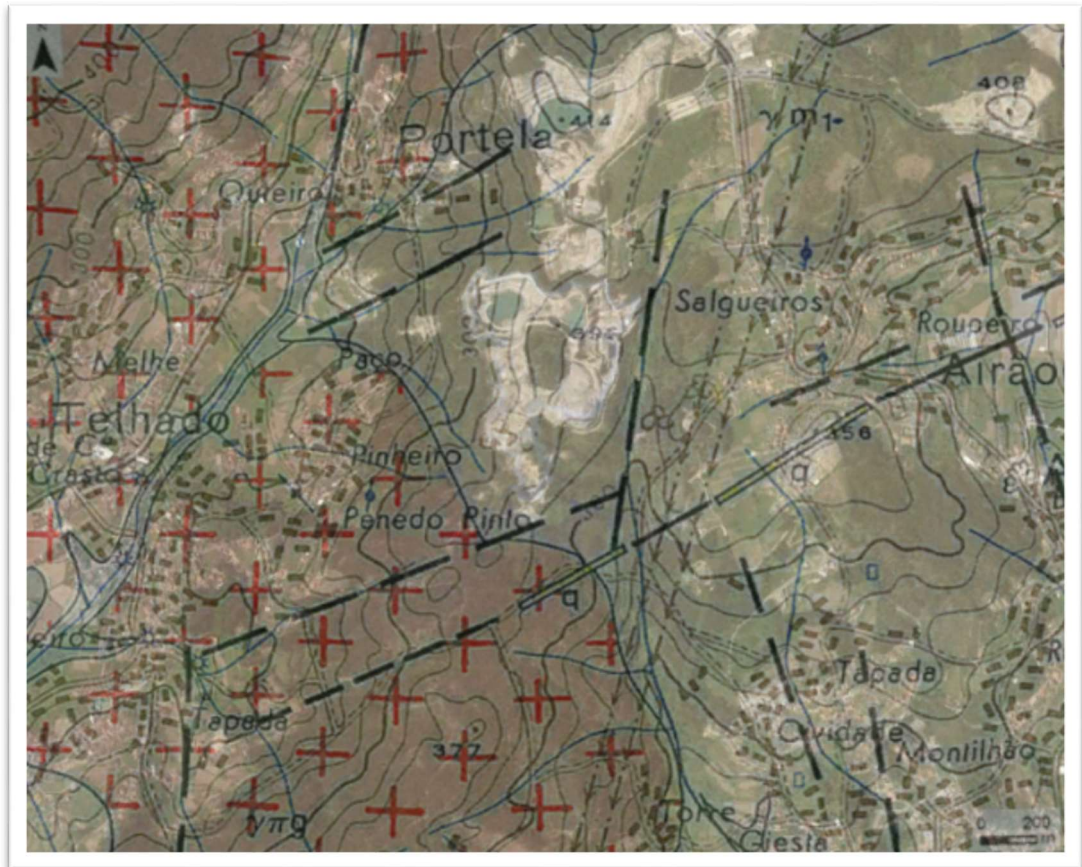


Figura 12 - Enquadramento geológico da pedra da Curviã nº2 (Silva, 2014).

Quanto ao material explorado na pedra, este é um granito com carácter monzonítico, por vezes granodiorítico, de grão médio, com tendência porfiróide, de duas micas, essencialmente biotítico, fraturado e alterado em alguns locais da pedra (“Granito de Braga”). Macroscopicamente, apresenta cor cinzenta azulada escura, quando fresca, ou amarelada nas zonas de alteração superficial e na proximidade de algumas fraturas e diaclases. A ligeira tendência porfiróide traduz-se pela ocorrência de megacristais de feldspato, algo dispersos e de granulometria variável. Alguns cisalhamentos são responsáveis pela tectonização de faixas de massa rochosa sem que se verifique alteração substancial da coloração cinzento-azulada, notando-se, no entanto, ligeira caulinição

dos feldspatos. Algumas das principais estruturas, com particular relevo para as de orientação N 45° E e N 75° E, apresentam preenchimento centimétrico com material argiloso, por vezes caulínítico, e evidência de movimentação, provocando esmagamento dos bordos das fraturas e superfícies estriadas (Silva, 2014).

A Figura 13 apresenta o enquadramento geológico da pedraira “Curviã nº2”, bem como um esboço geológico do local.

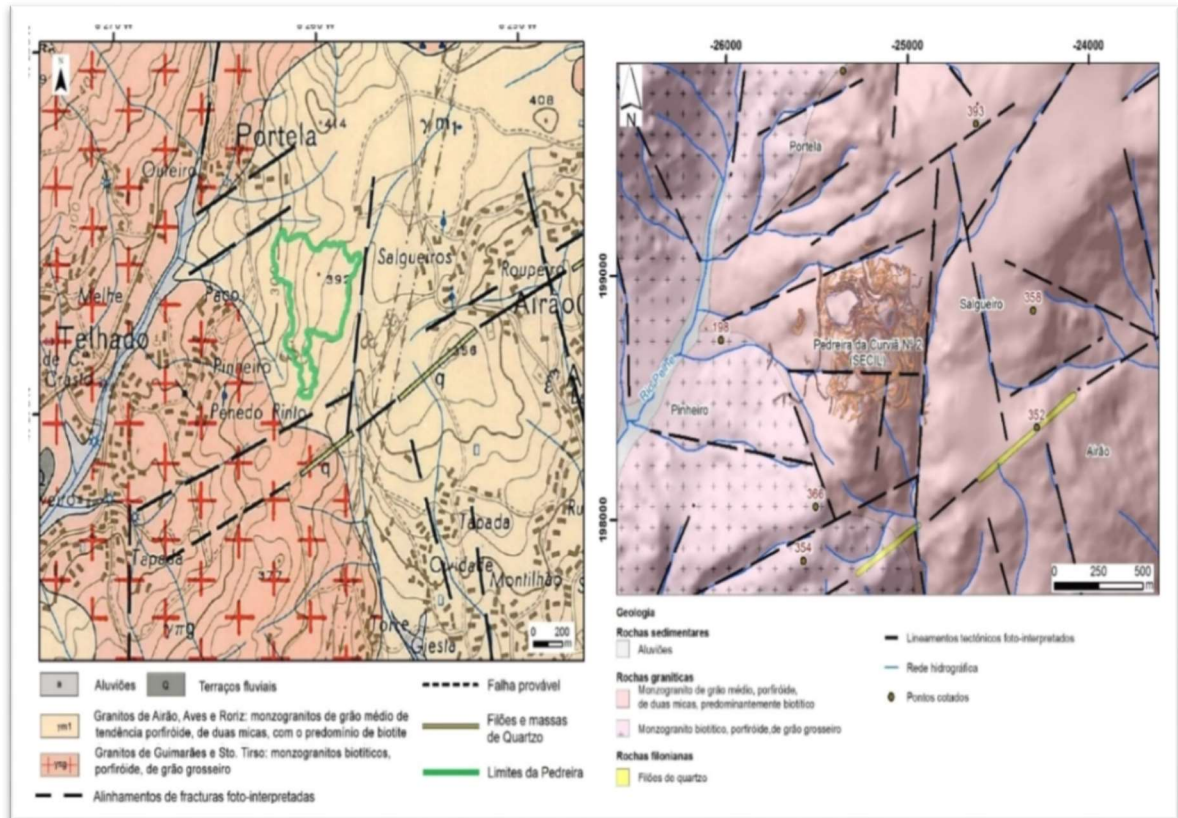


Figura 13 - Enquadramento geológico da pedraira “Curviã nº2” (esquerda) e esboço geológico local (direita) (Silva, 2014).

Na Figura 14 é apresentado um esboço geológico local da área da pedraira “Curviã nº2” e da sua envolvente.

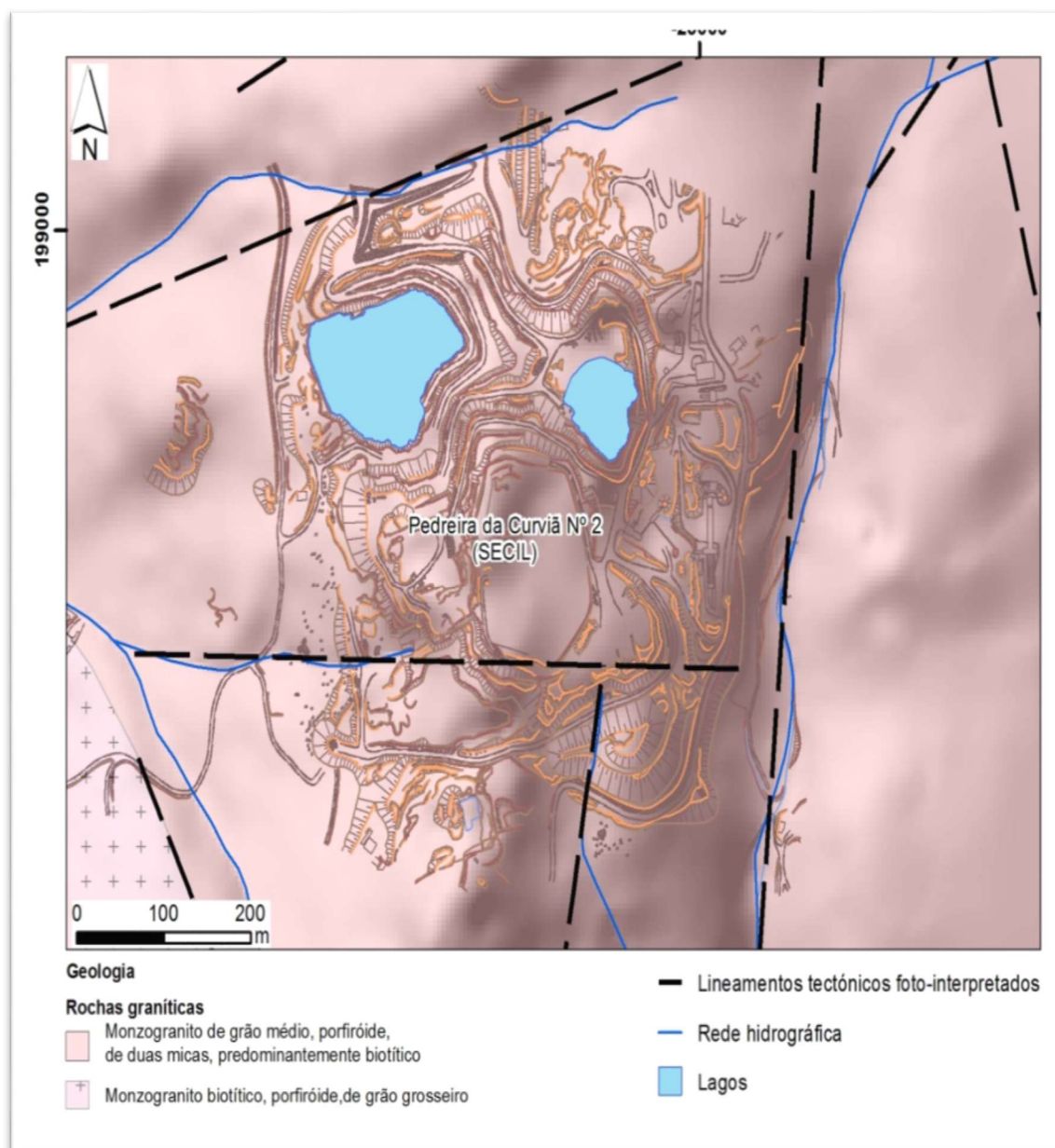


Figura 14 - Esboço geológico local da área da pedreira “Curviã nº 2” e envolvente (Silva, 2014).

Os dados recolhidos no terreno por Silva (2014) foram analisados estatisticamente recorrendo a diagramas geológico-estruturais (diagramas de contorno estrutural ou estereogramas, e diagramas de rosetas), os quais permitiram a definição das famílias de discontinuidades e a sua representatividade.

A análise dos diagramas geológico-estruturais da Figura 15, permite constatar que as discontinuidades dos seis patamares caracterizados se concentram em duas famílias principais, sendo: a mais importante (1) N40°-80°E, com inclinações que variam entre 60°-85° para SE e a segunda família (2) N120°-160°E, com pendores que oscilam entre 55°-80° para NE (Silva, 2014).

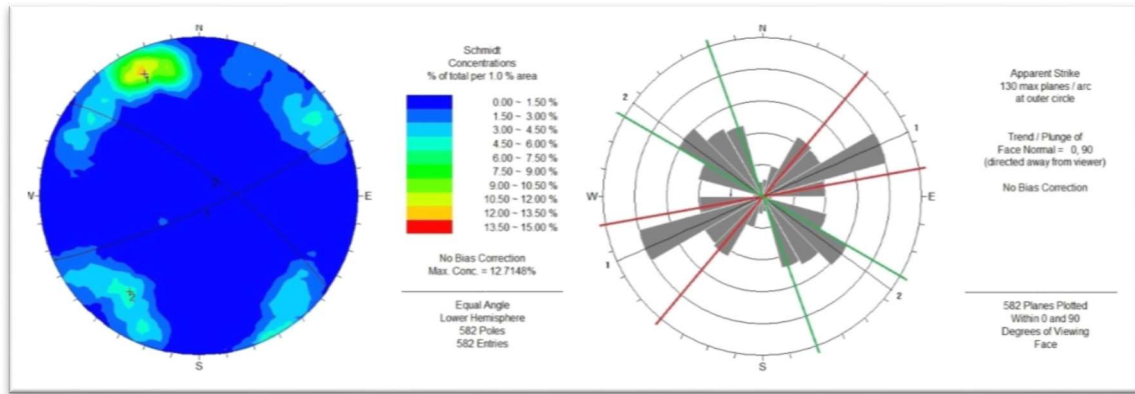


Figura 15 - Diagramas geológico-estruturais: diagrama de controlo estrutural (estereograma) e diagrama de rosetas relativos ao tratamento estatístico das descontinuidades (n=582) do maciço granítico do centro de exploração da Secil Britas (Vila Nova de Famalicão, Braga) projetados em intervalos (pétalas) com 15° de amplitude, sendo o primeiro intervalo [0°; 10° [. (Silva, 2014).

Na projeção e análise das descontinuidades em diagramas de rosetas, verificou-se para cada conjunto de pétalas todos os intervalos possíveis, com amplitudes variando nos 20°, 30° a 40°, de forma a garantir que o intervalo definido para cada uma das duas famílias delimitadas seja o que contém o maior número de descontinuidades contempladas, aumentando a representatividade de descontinuidades contidas em cada família principal. Definiu-se, inicialmente, uma amplitude de pétalas no diagrama de rosetas 15° a 20°, por ser um intervalo aceitável para a caracterização geral do maciço (Silva, 2014).

Quadro 6 - Síntese dos dados geológico-estruturais da fracturação (Silva, 2014).

Família	Atitude geológica	Diagramas geológico-estruturais		Atitude geológica média	Representatividade	
1ª F	N[40°/79°[E; [60°/85°]SE			N61 ° E; 80°SE	213	37%
2ª F	N[120°/159°[E; [55°/80°]NE			N131 ° E; 74°NE	184	32%
FP	Famílias principais			-	397	69%
A	Aleatórias			-	185	31%
G	Geral			-	582	100%
Amplitude das pétalas 15°						
Amplitude das famílias 40°						

A realização dos diagramas geológico-estruturais, evidência uma concentração de 69% do total das descontinuidades em duas famílias principais (Quadro 6) sendo: a mais importante (1) N61°E; 80°SE e a segunda família (2) N131°E; 74°NE.


Os parâmetros geológico-geotécnicos e geomecânicos foram caracterizados na generalidade do maciço rochoso estudado, de acordo com os critérios propostos pela ISRM (1981, 2007), entre outros.

3.4. Caracterização do material rochoso

O Quadro 7 apresenta um resumo do estudo petrográfico das amostras do granito do centro de exploração (desenvolvido por CICCOPN (2010): in Silva, 2014). esta caracterização permite evidenciar as principais características da composição do maciço, ajudando na procura de potenciais mercados alvo. Dá-se como exemplo os mercados que privilegiam as cores naturais a incluir na sua paisagem, como são os mercados do norte da Europa.

Quadro 7 - Resumo do estudo petrográfico das amostras do granito do centro de exploração (CICCOPN, 2010) in Silva (2014).

<i>Parâmetro</i>	<i>Breve Descrição</i>		
<i>Classificação geológica</i>	<i>Rocha ígnea plutónica</i>		
<i>Estrutura</i>	<i>Compacta - composta por minerais leucocratas (feldspato, quartzo e moscovite) e melanocratas (biotite).</i>		
<i>Textura</i>	<i>Holocristalina, fanerítica, com tendência porfiróide</i>		
<i>Superfície</i>	<i>Áspera</i>		
<i>Porosidade</i>	<i>Baixa</i>		
<i>Mineralogia</i>	<i>Quartzo</i>	<i>1 a 5 mm</i>	<i>30%</i>
	<i>Feldspatos</i>	<i>1 a 30 mm</i>	<i>60%</i>
	<i>Micas</i>	<i>0,5 a 2 mm</i>	<i>9%</i>
	<i>Outros</i>	<i>-</i>	<i>1%</i>

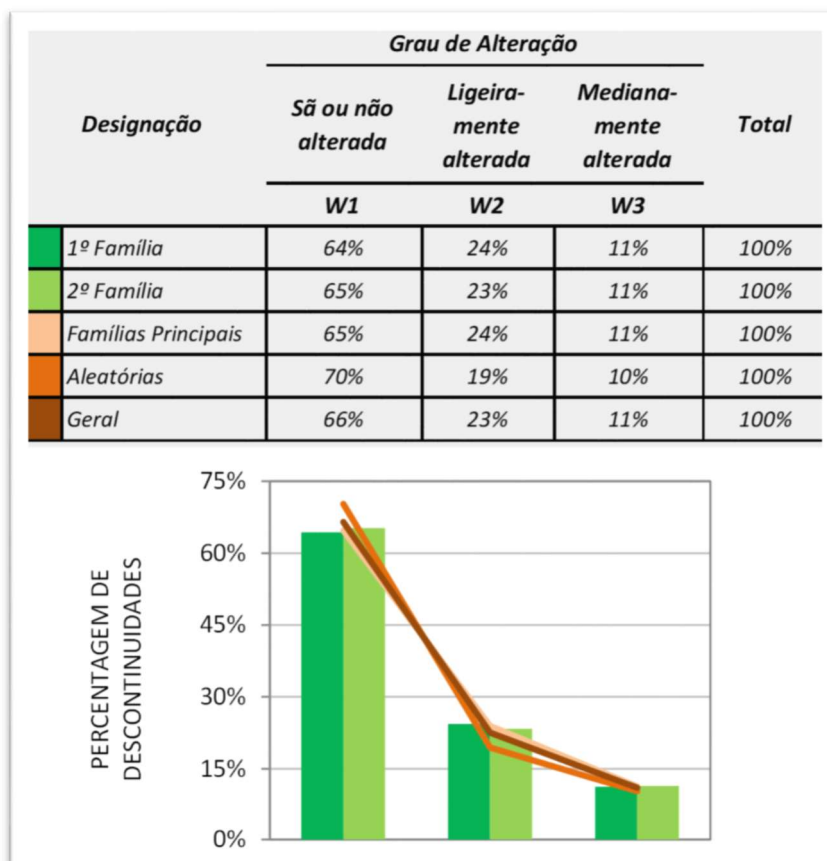


3.5. Grau de Alteração

Silva (2014) verificou que a rocha se apresenta, maioritariamente, são ou não alterada, W1 (66%), ocorrendo em percentagens, algo expressivas (23%) descontinuidades ligeiramente alteradas, W2, e pouco expressivas (11%) descontinuidades medianamente alteradas, W3. Devido ao maciço apresentar-se muito pouco alterado, o material-rocha apresenta globalmente uma tonalidade acinzentada. Da análise das principais famílias, constatou-se que não se verificam variações em relação à análise geral, ou seja, predomina um maciço são ou não alterado, W1, com algumas descontinuidades W2 e W3.

O Quadro 8 apresenta os resultados do estudo do grau de alteração principal da rocha sendo que 2/3 da rocha é são ou não alterada.

Quadro 8 - Grau de alteração do maciço do centro de exploração da Secil Britas em Vila Nova de Famalicão, Braga (Silva,2014).

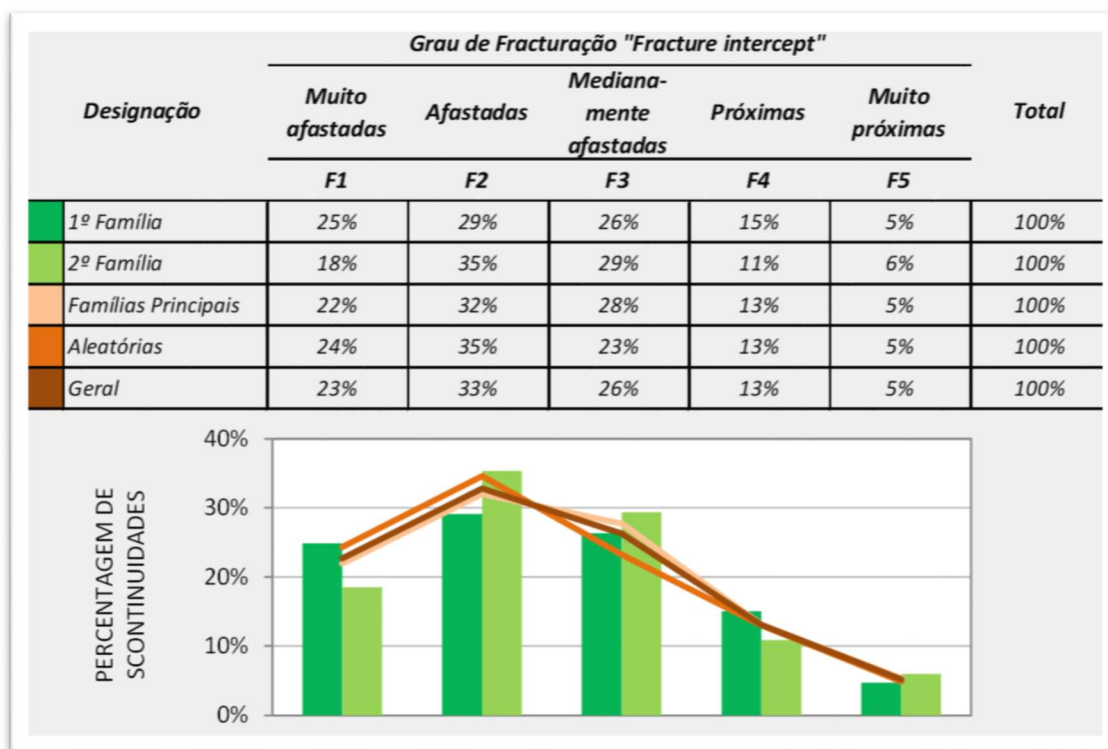


3.6. Grau de fracturação

O espaçamento é caracterizado pela intensidade da fracturação num determinado volume de maciço rochoso. É um fator condicionante na determinação do tamanho do bloco (ISRM, 1981).

A análise global do grau de fracturação conforme se apresenta no Quadro 9, utilizando os critérios da ISRM (1981) permitiu verificar a Silva (2014) que a intensidade da fraturação é distribuída pelas cinco classes definidas com uma maior expressão, 33% são descontinuidades afastadas (F2). A estas seguem-se, com 26% as descontinuidades medianamente afastadas (F3), com 23%, as descontinuidades muito afastadas (F1), com 13% as descontinuidades próximas (F4) e ainda com alguma expressão, 5% de descontinuidades muito próximas (F5). Relativamente às principais famílias, verifica-se, maior representatividade de descontinuidades afastadas (F2), seguidas das descontinuidades medianamente afastadas (F3), muito afastadas (F1), próximas (F4) e muito próximas (F5).

Quadro 9 - Grau de Fracturação ("Fracture Intercept") no maciço do centro de exploração da Secil Britas em Vila Nova de Famalicão, Braga (Silva, 2014).



Devido à anisotropia inerente ao maciço rochoso, a natureza dos dados que daí advêm, apresentam normalmente um elevado coeficiente de variação. É fundamental uma análise meticulosa dos dados recolhidos.

A inclinação das descontinuidades representativas neste maciço levou, tal como preconizado pela ISRM (1981), a uma correção do espaçamento médio das descontinuidades, como evidencia o Quadro . Os valores do espaçamento médio corrigido dão a ordem de grandeza em que o maciço rochoso se encontra compartimentado, tendo esses valores alguma variação significativa atendendo à anisotropia do maciço rochoso e devendo-se ter sempre presente que, estes espaçamentos são valores médios (Silva, 2014).

Quadro 10 - Espaçamento médio das descontinuidades para o maciço do centro de exploração da Secil Britas em Vila Nova de Famalicão, Braga (Silva, 2014).

Familia	Direcção	Espaçamento médio	Correcção do espaçamento (ISRM, 1981; Priest, 1993)	Espaçamento médio corrigido
		cm		$S_1 = d_1 \cdot \text{sen}(\alpha_1)$
1ª F	N61°E; 80°SE	150		115
2ª F	N131°E; 74°NE	174		126
FP	Famílias Principais	81		52
A	Aleatórias	183		167
G	Geral	58		48

3.7. Resumo do estudo de Silva (2014)

No Quadro 11, apresenta-se a síntese dos parâmetros geológico-geotécnicos investigados por Silva (2014), das descontinuidades presentes nos patamares estudados do maciço rochoso do centro de exploração da Secil Britas (Vila Nova de Famalicão, Braga).

Quadro 11 - Síntese dos parâmetros geológico-geotécnicos (ISRM, 1978, 1981 e 2007) das descontinuidades presentes nos 6 patamares estudados (n=582) do maciço rochoso do centro de exploração da Secil Britas em Vila Nova de Famalicão, Braga (Silva, 2014).

<i>Parâmetros geológico-geotécnicos e geomecânicos</i>	<i>Classe</i>	<i>Gráfico</i>	<i>Representatividade</i>
Grau de alteração	<i>Sã ou não alterada</i>	W1	66%
	<i>Ligeiramente alterada</i>	W2	23%
	<i>Moderadamente alterada</i>	W3	11%
Tipo de descontinuidade	<i>Falha</i>	F	8%
	<i>Diaclase</i>	D	92%
Grau de Fracturação "fracture intercept"	<i>Muito afastadas</i>	F1	23%
	<i>Afastadas</i>	F2	33%
	<i>Medianamente afastadas</i>	F3	26%
	<i>Próximas</i>	F4	13%
	<i>Muito próximas</i>	F5	5%
Abertura	<i>Fechada</i>	F	58,8%
	<i>Aberta</i>	A	40,9%
	<i>Muito Aberta</i>	MA	0,3%
Continuidade	<i>Muito pouco contínua</i>	MPC	31%
	<i>Pouco contínua</i>	PC	29%
	<i>Medianamente contínua</i>	MC	38%
	<i>Contínua</i>	C	2%
Terminação	<i>Rocha</i>	R	21%
	<i>Descontinuidade</i>	D	77%
	<i>Obscura</i>	O	2%
Curvatura	<i>Planas a ligeiramente curvas</i>	C1-2	73%
	<i>Curvas</i>	C3	26%
	<i>Muito Curvas</i>	C4-5	1%
Rugosidade	<i>Denteada</i>	D	11%
	<i>Ondulada</i>	O	74%
	<i>Plana</i>	P	15%
Enchimento ou Preenchimento	<i>Cataclasito/milonito</i>	CM	8%
	<i>Outro</i>	O	6%
	<i>Nenhum</i>	N	85%
Presença de água	<i>Seco</i>	S	89%
	<i>Húmido</i>	H	9%
	<i>Gotejante</i>	G	2%
Resistência à compressão uniaxial	<i>Muito elevada</i>	S1	3%
	<i>Elevada</i>	S2	91%
	<i>Média</i>	S3	6%

Em complemento à análise estatística das bancadas estudadas, Silva (2014) desenvolveu um estudo de análise interpretativa da informação geológico-geotécnica e geomecânica do maciço rochoso da Curviã nº2. O cruzamento e a análise de toda esta informação culminaram no esboço de cartografia de zonamento geotécnico do maciço rochoso da “Curviã nº 2” (Figura 16).

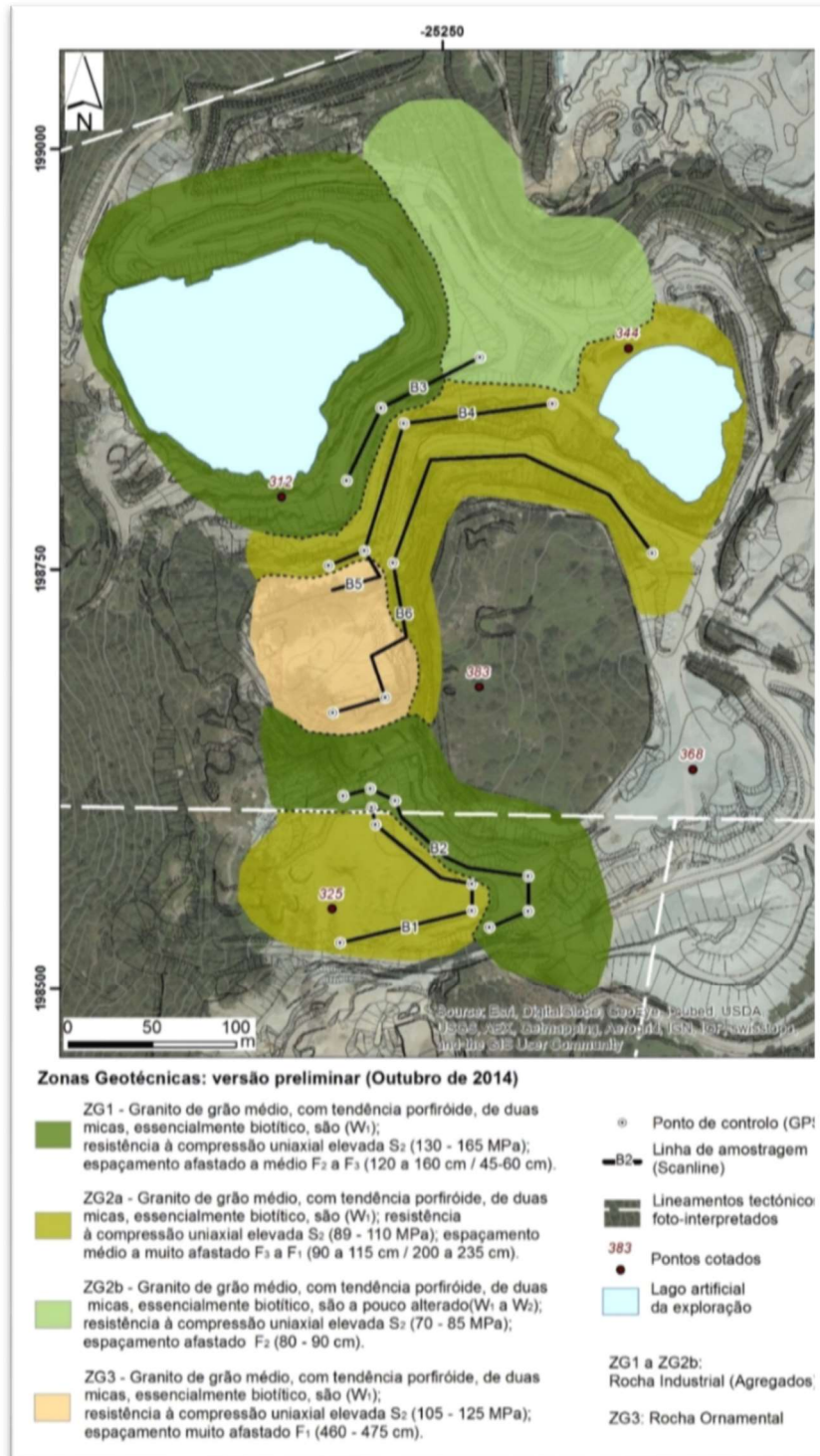


Figura 16 - Esboço cartográfico de zonamento geotécnico preliminar (Outubro de 2014): uma proposta (Silva, 2014).

Apesar das principais famílias de descontinuidades terem um papel importante na definição dos sistemas de fracturação regional do maciço (em termos do padrão tectónico), as restantes famílias ou sistemas de diaclasamento de menor representatividade não deverão ser desprezadas. Assim, algumas descontinuidades poderão individualmente assumir uma função específica ainda mais importante que as famílias mais representativas. Daqui se infere a importância do conhecimento de um parâmetro que caracterize o número de descontinuidades por metro cúbico de rocha, o índice volumétrico, que nos indica de uma forma geral, o tamanho de blocos expectável formado pelas descontinuidades, bem como a qualidade geotécnica do maciço (Silva, 2014).

Com o conhecimento da atitude geológica das descontinuidades aleatórias, foram englobadas na amplitude de definição das principais famílias, os espaçamentos médios entre famílias de descontinuidades. Remetem-nos para uma outra propriedade de classificação do maciço rochoso, o bloco unitário tipo, formado através da intersecção das diferentes famílias de descontinuidades presentes no maciço rochoso, expresso, em volume, mediante as dimensões do bloco unitário tipo, ou em peso, obtido através da relação com a densidade da rocha. E, traduz o tamanho máximo de bloco que é expectável obter naquela delimitação de zona geotécnica em estudo (Silva, 2014). Toda a informação referida está sintetizada no Quadro 12.

Quadro 12 – Síntese dos valores de compartimentação do maciço rochoso com indicação da dimensão expectável do bloco unitário tipo para cada delimitação de zona geotécnica (Silva, 2014).

Zona Geotécnica	Código da bancada	Extensão da bancada			Famílias de descontinuidades				Índice dimensional ("block size index"; ISRM, 1978)	Índice volumétrico ("volumetric joint count"; ISRM, 1978)	Índice de qualidade da rocha - RQD ("rock quality designation"; Deere, 1964).			Bloco unitário						
		d			Atitude geológica média	N.º de descont.	Nr	e			lb	Classificação	115 - 3.3.l _v para J _v > 4,5	RQD 100 para J _v ≤ 4,5	Qualidade do maciço rochoso	Volume m ³	Peso específico do Granito ton/m ³	Peso ton	Aproveitamento expectável para blocos de	
		Início	Fim	Extensão															4 a 8	9 a 12
ZG 1	2	0,00	170,50	170,50	1.º F	48	-	2,64	2,89	22	42,40	-	Fraco	7,29	19	X	X	-		
					2.º F	31	2,12													
					3.º F	15	0,50													
	3	0,00	88,15	88,15	1.º F	53	-	1,59	1,02	29	19,30	-	Muito fraco	0,76	2	-	-	-		
					2.º F	44	0,96													
					3.º F	25	0,50													
	1	0,00	174,55	174,55	1.º F	43	-	4,07	2,74	23	39,10	-	Fraco	7,41	20	X	X	-		
					2.º F	40	3,64													
					3.º F	15	0,50													
ZG 2 a	4	0,00	224,80	224,80	1.º F	38	-	5,07	3,58	19	52,30	-	Razoável	13,08	35	X	X	-		
					2.º F	19	5,16													
					3.º F	25	0,50													
	6	79,15	331,20	232,05	1.º F	49	-	4,62	2,74	23	39,10	-	Fraco	7,18	19	X	X	-		
					2.º F	30	3,11													
					3.º F	20	0,50													
ZG 2 b	3	88,16	110,40	22,24	1.º F	40	-	0,15	1,68	19	52,30	-	Razoável	0,41	1	-	-	-		
					2.º F	5	0,64													
					3.º F	4	4,25													
ZG 3	5	0,00	43,70	43,70	1.º F	6	-	2,70	3,97	3	-	100,00	Excelente	50,22	133	X	X	-		
					2.º F	2	6,20													
					3.º F	2	3,00													
	6	0,00	79,15	79,15	1.º F	12	-	4,93	3,70	6	95,20	-	Excelente	47,03	125	X	X	-		
					2.º F	8	3,18													
					3.º F	4	3,00													

Os espaçamentos médios das famílias de descontinuidades sub-horizontais variam entre 0,10 e 0,60 m. Os valores foram aferidos por inspeção visual das faces expostas dos taludes cartografados e pela Figura 17 que representa a marcação das descontinuidades nos taludes de algumas bancadas (a vermelho são descontinuidades sub-verticais e a verde as descontinuidades sub-horizontais), pormenores em Silva (2014).

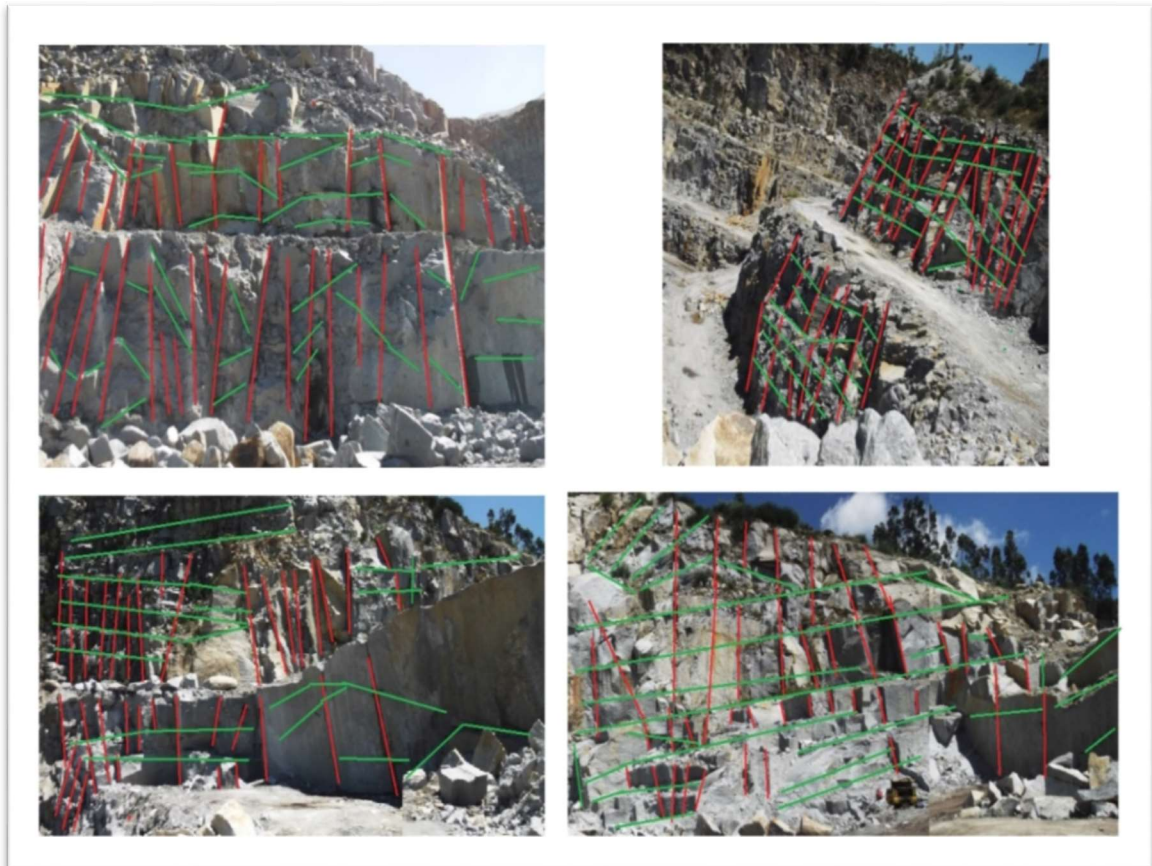


Figura 17 – Identificação esquemática das descontinuidades sub-verticais (a vermelho) e sub-horizontais (a verde) (Silva, 2014).

No final do Quadro 12 estão representados o peso com aproveitamento comercial expectável para a empresa (4 a 8 ton e 9 a 12 ton), e o volume e peso expectável para a sua obtenção por zona geotécnica.

Silva (2014) verificou também, que na delimitação das zonas geotécnicas, predominam os aqui designados “corredores de fracturação” (em termos de densidade do grau de fracturação derivada da história geotectónica do maciço) em diversas zonas das bancadas. Duas das bancadas estão representadas na Figura 18.

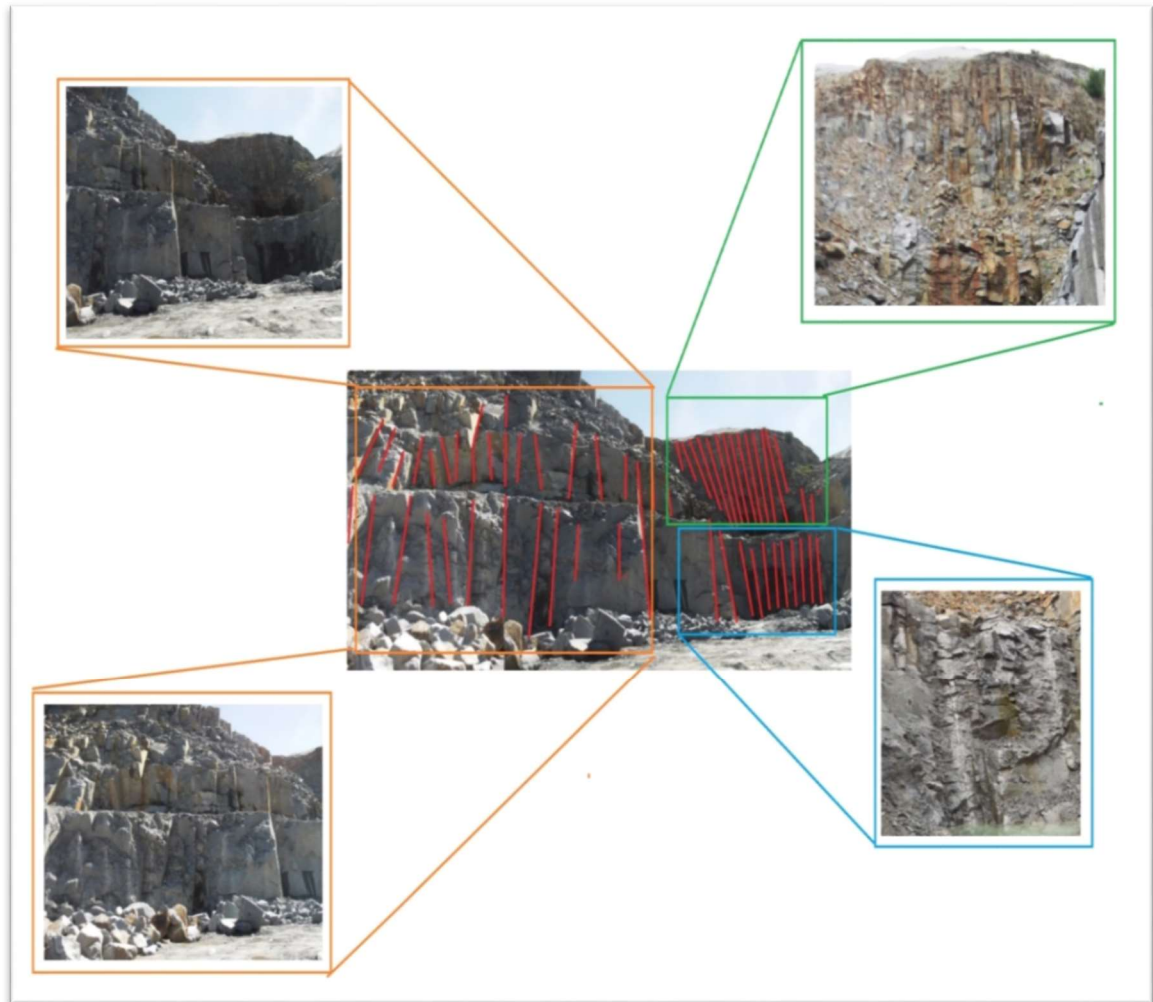


Figura 18 - Corredores de fracturação presentes nas bancadas 1 e 2 (Silva, 2014).

A cartografia apresentada na Figura 19 de Silva (2014) define a localização onde é expectável a ocorrência de “corredores de fracturação”, com a descrição dos espaçamentos médios característicos, em cada delimitação de zona geotécnica do maciço rochoso da Curviã n.º 2 e o peso dos blocos de obtenção expectável.

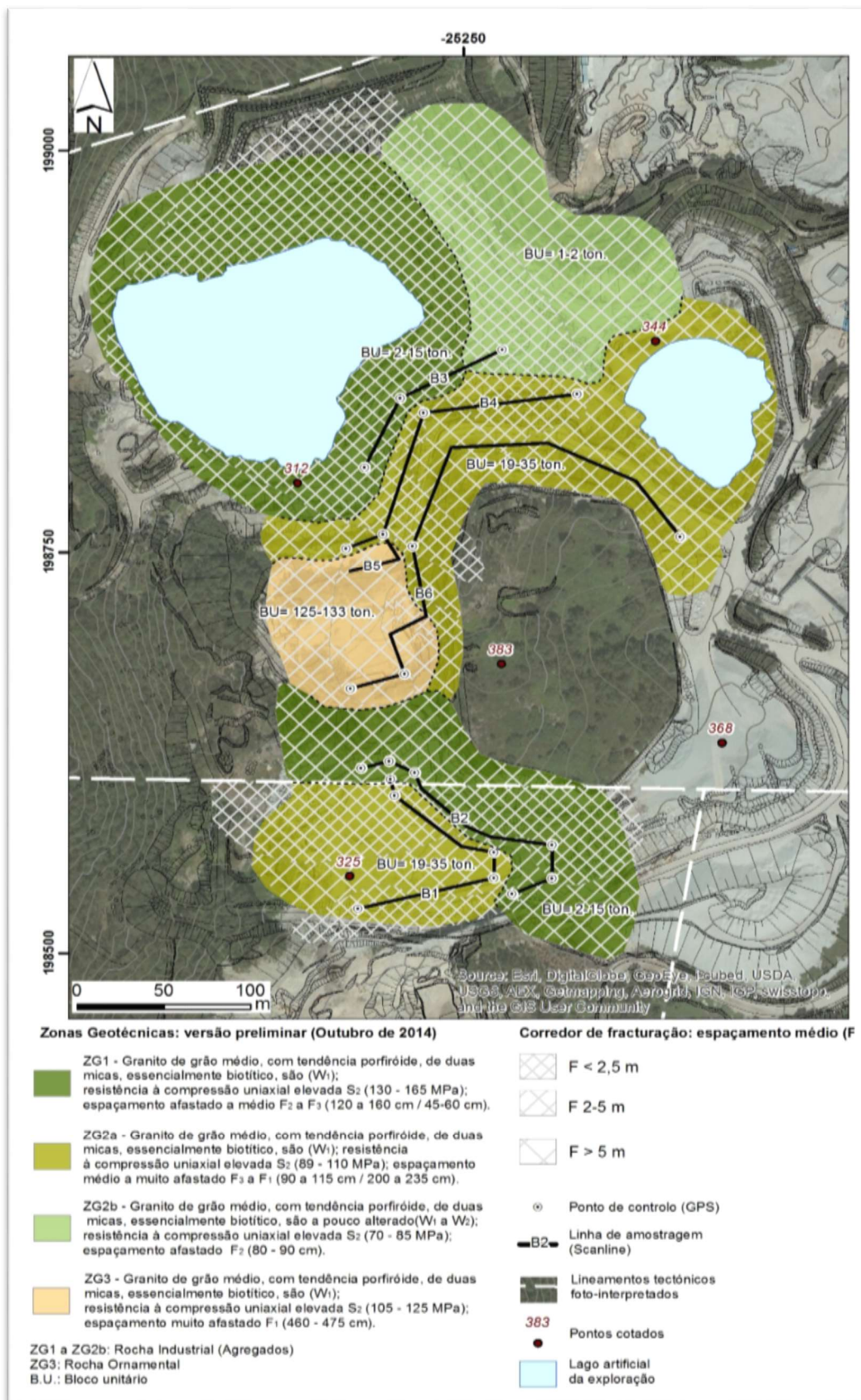


Figura 19 – Esboço cartográfico preliminar de aptidão do maciço rochoso em função da ocorrência de “corredores de fracturação” com indicação na delimitação das zonas geotécnicas do peso do bloco unitário expectável (Silva, 2014).

3.8.Principais conclusões do estudo realizado

Do estudo geológico-geotécnico e geomecânico efetuado, por Silva (2014), resultam os seguintes aspetos a considerar:

- O material rochoso em estudo corresponde a um monzogranito de grão médio, de tendência porfiroide, de duas micas, com predomínio de biotite. Possui cor geralmente cinzenta e textura bastante uniforme. A análise dos dados do grau de alteração do material-rocha permitiu classificar como maioritariamente, são a pouco alterado, W_1 , ocorrendo em percentagens, algo expressivas descontinuidades ligeiramente alteradas, W_2 , e pouco expressivas descontinuidades medianamente alteradas, W_3 .
- A fácies granítica, em termos de qualidade geotécnica apresenta com maior expressão, as descontinuidades afastadas (F_2). A estas seguem-se, as descontinuidades medianamente afastadas (F_3), as descontinuidades muito afastadas (F_1), as descontinuidades próximas (F_4) e ainda com alguma expressão, descontinuidades muito próximas (F_5).
- O maciço em termos de resistência à compressão uniaxial, classifica-se na sua maioria, como sendo do tipo S_2 , resistência elevada, sendo o valor médio da resistência, nesta classe de 108 MPa, seguindo-se, com menor expressão, descontinuidades com grau de resistência média, S_3 e resistência muito elevada, S_1 , com valores médios de 55 e 219 MPa, respetivamente. Globalmente, o valor médio da resistência à compressão avaliado situa-se no intervalo 100-110 MPa (S_2).

O zonamento foi sistematizado conforme a finalidade expectável que as faces expostas do maciço indicavam, ou seja, produção de rocha ornamental (ZG3) e/ou rocha industrial para agregados (ZG1 a ZG2b) e reunidos os seguintes atributos das zonas geotécnicas (Silva, 2014):

- ZG1: Granito de grão médio, com tendência porfiroide, de duas micas, essencialmente biotítico, são (W_1) de resistência à compressão uniaxial elevada S_2 (130 – 165 MPa) e espaçamento afastado a médio F_2 a F_3 (120 a 160 cm / 45 a 60 cm);
- ZG2a: Granito de grão médio, com tendência porfiroide, de duas micas, essencialmente biotítico, são (W_1) de resistência à compressão uniaxial elevada S_2 (89 – 110 MPa) e espaçamento médio a muito afastado F_3 a F_1 (90 a 115 cm / 200 a 235 cm);
- ZG2b: Granito de grão médio, com tendência porfiroide, de duas micas, essencialmente biotítico, são a pouco alterado (W_1 a W_2) e resistência à compressão uniaxial elevada S_2 (70 a 85 MPa) com espaçamento afastado F_2 (80 – 90 cm);

- ZG3: Granito de grão médio, com tendência porfiroide, de duas micas, essencialmente biotítico, são (W_1) de resistência à compressão uniaxial elevada S_2 (105 – 125 MPa) e espaçamento muito afastado F_1 (460 – 475 cm).

O zonamento geotécnico definiu o maciço rochoso com idênticas respostas geotécnicas a curto e a longo prazo. A partir do mapa de cartografia com a delimitação das zonas geotécnicas (Silva, 2014), foi possível o estudo do grau de fracturação para verificação do tamanho dos blocos que são expectáveis obter de acordo com a investigação da compartimentação do maciço rochoso. Assim, para cada uma das quatro zonas geotécnicas, ZG1, ZG2a, ZG2b e ZG3, é propícia a obtenção de blocos com, respetivamente, 2 a 15 ton, 19 a 35 ton, 1 a 2 ton e 125 a 133 ton.

4 - Caracterização dos diferentes métodos de exploração e suas aplicações

(página propositadamente em branco)

4. CARACTERIZAÇÃO DOS DIFERENTES MÉTODOS DE EXPLORAÇÃO E SUAS APLICAÇÕES

O processo de exploração de um maciço depende da finalidade da utilização da matéria prima que este nos fornece. No caso de estudo, inicialmente a sua origem previa a sua utilização na construção civil, em obras de dimensão, e com necessidades específicas de qualidade dos produtos.

Os diferentes processos industriais utilizados são condicionados inicialmente pela definição do método de exploração, podendo ser utilizados meios mecânicos ou manuais para a extração. O objetivo nesta fase é a de definir se temos um maciço com características que permitam usar metodologias que façam com que o processo se torne mais económico, neste caso sendo uma exploração em flanco de encosta numa rocha granítica, a sua extração depende do uso de explosivos. Este pormenor vai, conforme teremos oportunidade de descrever, ser de extrema importância para a evolução dos métodos usados.

Sucintamente as fases de um processo extrativo são as seguintes (Galiza et al., 2008, 2011; Góis et al., 2012):

- **Desmorte do maciço (Fase 1)**

Esta é a fase onde se destaca o maciço com recurso a técnicas de desmorte, para posteriormente serem trabalhados. Normalmente para explorações de granito nesta fase são utilizados explosivos, embora possam existir outras técnicas que serão trabalhadas futuramente neste trabalho.

- **Carga e Transporte (Fase 2)**

Fase da carga e transporte de blocos resultantes da fase de desmorte até às centrais de britagem que os irão transformar em blocos de menores dimensões.

- **Transformação (Fase 3)**

Fase em que o processo atua de forma a selecionar, quebrar e classificar os agregados em função das suas características físicas e químicas, da aplicação que daí advém.

- **Comercialização (Fase 4)**

Fase de venda e transporte dos produtos acabados para as zonas de necessidade.

4.1. Agregados Industriais

O processo de produção de agregados industriais tem a particularidade da sua definição ser feita em função da aplicação final do produto. Pode apontar-se como exemplo os agregados para utilização em misturas betuminosas. Devemos ter em conta que todo o processo estará suportado em materiais finos (diferentes granulometrias entre 1mm e 20 mm). Quando as aplicações se destinam para obras marítimas, já é necessário ter um processo produtivo que permita a obtenção de materiais graúdos (entre 250mm a 1m).

A Figura 20 pretende ajudar a identificar na exploração as zonas onde decorrem as diferentes fases do processo.

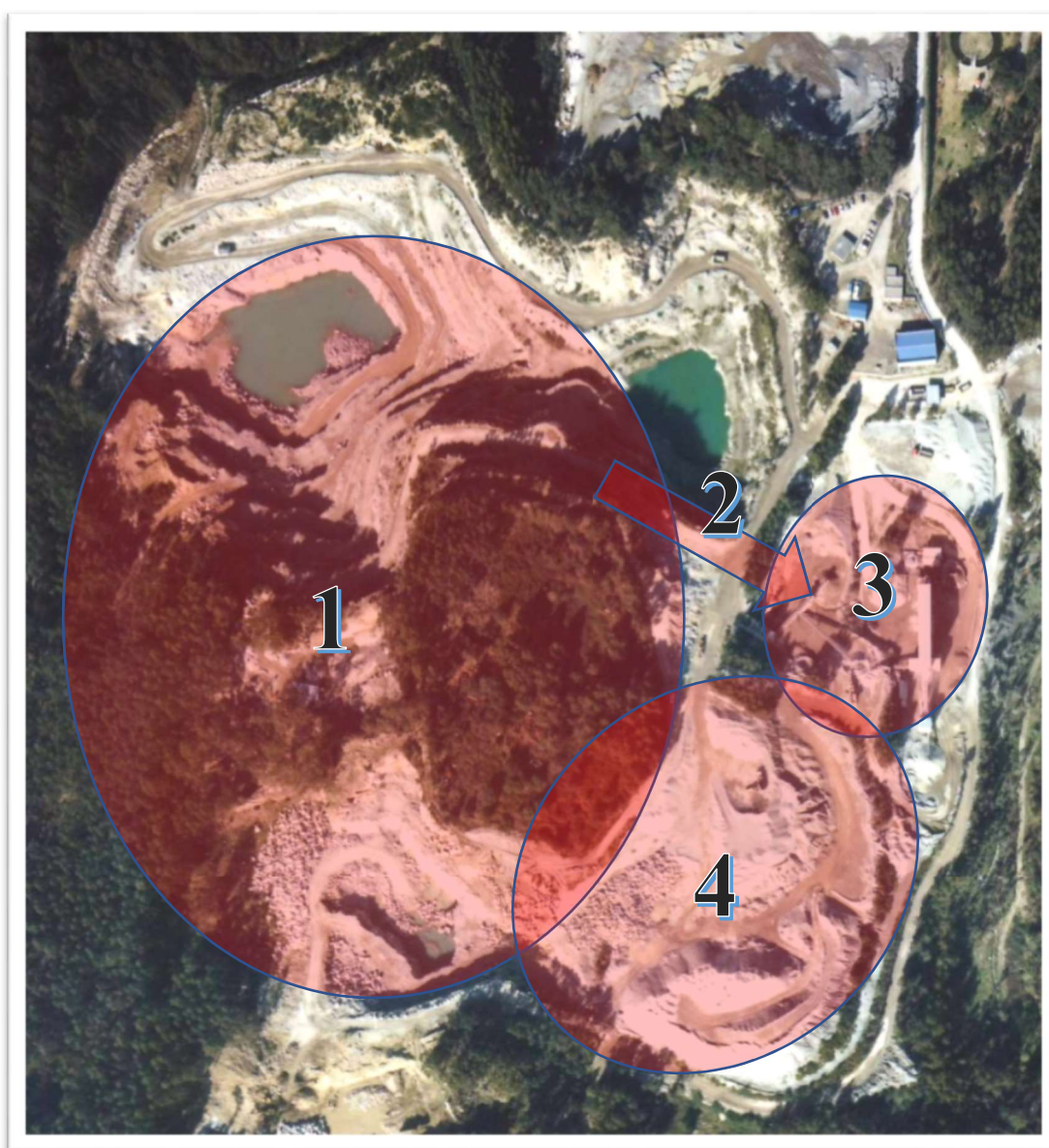


Figura 20 - Identificação das localizações das diferentes fases na exploração estudada para a produção de agregados industriais (imagem do ortofotomapa da exploração) (Secil,2011).

Como podemos verificar, na Figura 21 estão representadas as fases do processo. Neste método de exploração são percorridas todas as fases de um processo normal de extração desde a fase de desmonte até á fase da expedição.

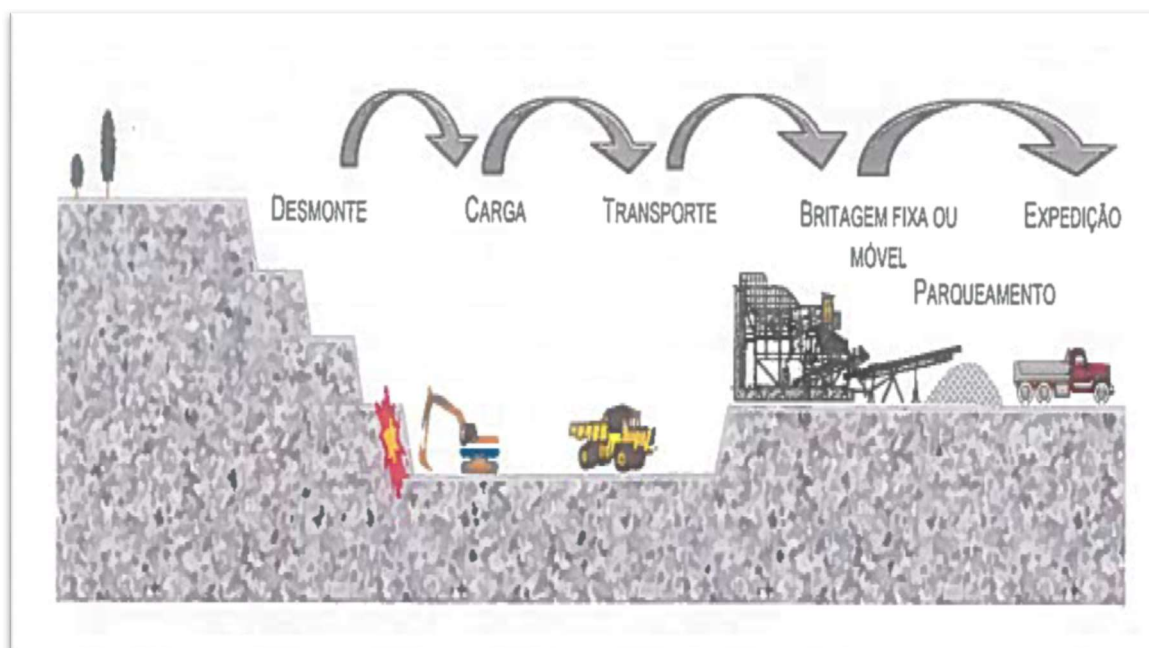


Figura 21 - Esquema de extração utilizado na pedra da “Curviã nº2” (EIA, 2007).

Desmonte (Fase 1)

Através da utilização de explosivos industriais é feita a desagregação do maciço, transformando-o em blocos até 1m de largura máxima. Esta operação obedece ao plano de lavra apresentado pelo técnico responsável pela exploração e deve-se ter sempre em conta as condições do maciço, da proximidade das populações e quais os resultados pretendidos.

Carga e Transporte (Fase 2)

Carregamento do material desmontado na frente de pedra e de seguida transportá-lo até à central de britagem para posterior transformação.

Transformação (Fase 3)

A transformação consiste na quebra e classificação dos blocos resultantes do desmonte em dimensões que sejam utilizadas nas aplicações que os clientes pretendem, neste caso reduzir de uma relação de 0mm-1000mm para 0mm-40mm.

Conforme se pode constatar o ciclo produtivo está bem espelhado no diagrama pictural apresentado na Figura 22.

O caso de estudo tem o seguinte fluxograma produtivo, com a utilização de dois fragmentadores terciários eu promovem o tratamento de materiais mais finos, sendo que os produtos realizados na central de britagem são utilizados principalmente na produção de betão, misturas betuminosas, balastros e sub-balastros para a via-férrea e fornecimento de produtos específicos para obras marítimas e aeroportuárias.

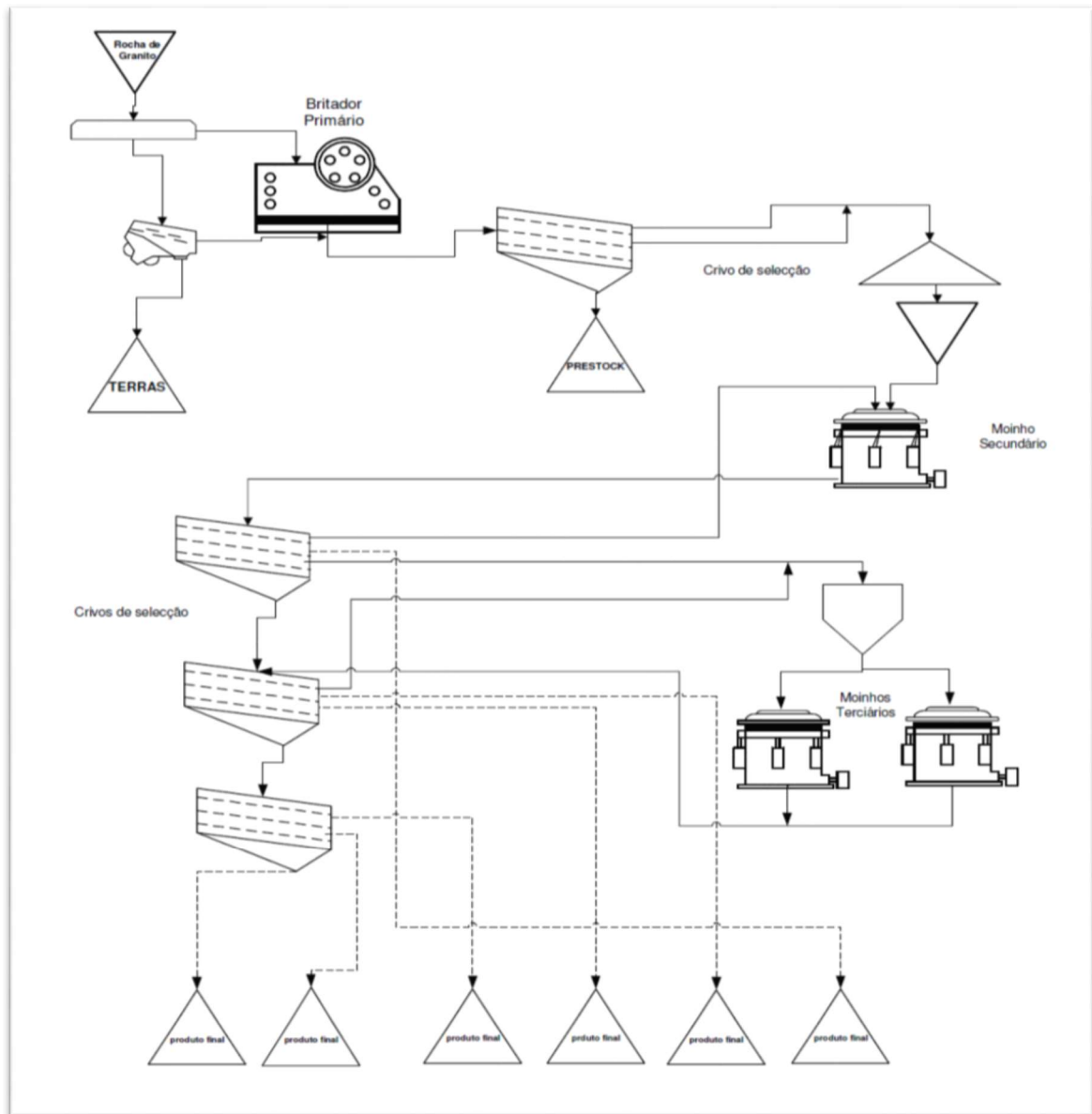


Figura 22 - Fluxograma produtivo da central de britagem usada na pedraira “Curviã nº2” (EIA, 2007).

Comercialização (Fase 4)

Fase em que se realiza a venda propriamente dita dos produtos finais realizados.

4.2. Rochas Ornamentais

O processo produtivo de rochas ornamentais é um processo mais simples, pois apenas utiliza as fases 1 e 4, ou seja, uma fase de desmonte mais técnica e de seguida a venda do produto final (Figuras 23 e 24).



Figura 23 – Frente de exploração de rochas ornamentais na pedreira da “Curviã nº2”.



Figura 24 – Blocos extraídos na pedreira da “Curviã nº2”.

O desmonte (Fase 1) é feito inicialmente com recurso a explosivos e/ou meios mecânicos em áreas grandes que dão origem a blocos de grandes dimensões. Estas áreas podem ser trabalhadas de uma só vez e podem ir até aos 5.000m³ para de seguida submeter os blocos a uma nova fragmentação para blocos mais pequenos de forma a serem transportados e valorizados em função da aplicação final que o consumidor final quer dar, quer seja para a produção de materiais serrados (Figura25) ou para a produção de materiais rachados (Figura 26).



Figura 25 – Imagem de um exemplo de aplicação de blocos em serras industriais.



Figura 26 – Imagem de um exemplo de aplicação de pedra rachada (cubo).

Na Figura 27 são identificadas as zonas de exploração e de processamento de blocos no caso de estudo. Estas zonas estão localizadas numa zona central da extração conforme se pode identificar.



Figura 27 - Identificação das localizações das diferentes fases na exploração estudada para a produção de rochas ornamentais (imagem do início da exploração 2014).

Em síntese, o que se deve identificar no processo e já depois de analisado o maciço e se conseguir identificar os espaçamentos entre as diáclases e principalmente como se desenvolvem as fracturações, são feitos cortes com recurso a equipamento mecânicos para posteriormente se realizar uma fragmentação secundária que dará origem ao produto final para posterior venda.

4.3. Matriz de exploração mista

Os projetos de lavra mista são projetos que visam integrar os dois métodos de exploração num só, ou seja tornar capaz em função da morfologia da exploração extrair agregados industriais e rochas ornamentais num processo harmonioso, tornando viável uma maior valorização do maciço em termos económicos e explorando as reservas da forma mais adequada, pois este é um recurso que não se regenera nas próximas gerações, logo devemos valorizar ao máximo esse bem.

Esta obrigação faz com que se deva sempre estudar a possibilidade de utilização e transformação da matéria prima extraída em produtos finais comercializáveis a 100%.

No caso de estudo e conforme se pode verificar na Figura 28 a opção técnica foi a de incorporar o processo inicial (Fase 1 – Desmonte) num processo único. Essa opção pode acarretar mais riscos de segurança, pois na mesma zona de trabalho vão estar mais equipamentos móveis e mais meios humanos, mas desta forma a seleção dos materiais a enviar para a fase posterior é mais eficaz reduzindo o desperdício de blocos para a transformação em agregados industriais.



Figura 28 – Identificação das várias fases do processo na exploração em estudo (imagem da exploração em 2014).

Os processos comuns são tratados da mesma forma, a fase 1 e fase 4 mais concretamente, e consequentemente permitem ter um desempenho regular na decisão da qualidade do maciço e dos meios distribuídos.

Devemos ter em conta que na fase 1 é definido qual o caminho a seguir no processo de forma a decidir o material que segue para transformação em agregados industriais e qual o material que segue para produto final para a venda de rocha ornamental.

A ideia de simplificar é o que deve prevalecer na gestão do recurso natural de tal forma que podemos afirmar que os produtos mais valorizados não são aqueles que custam mais a produzir, mas sim aqueles que encontram uma maior sintonia com o consumidor final.

Na Figura 29 apresenta-se o fluxograma de decisão a tomar atualmente na exploração em estudo.

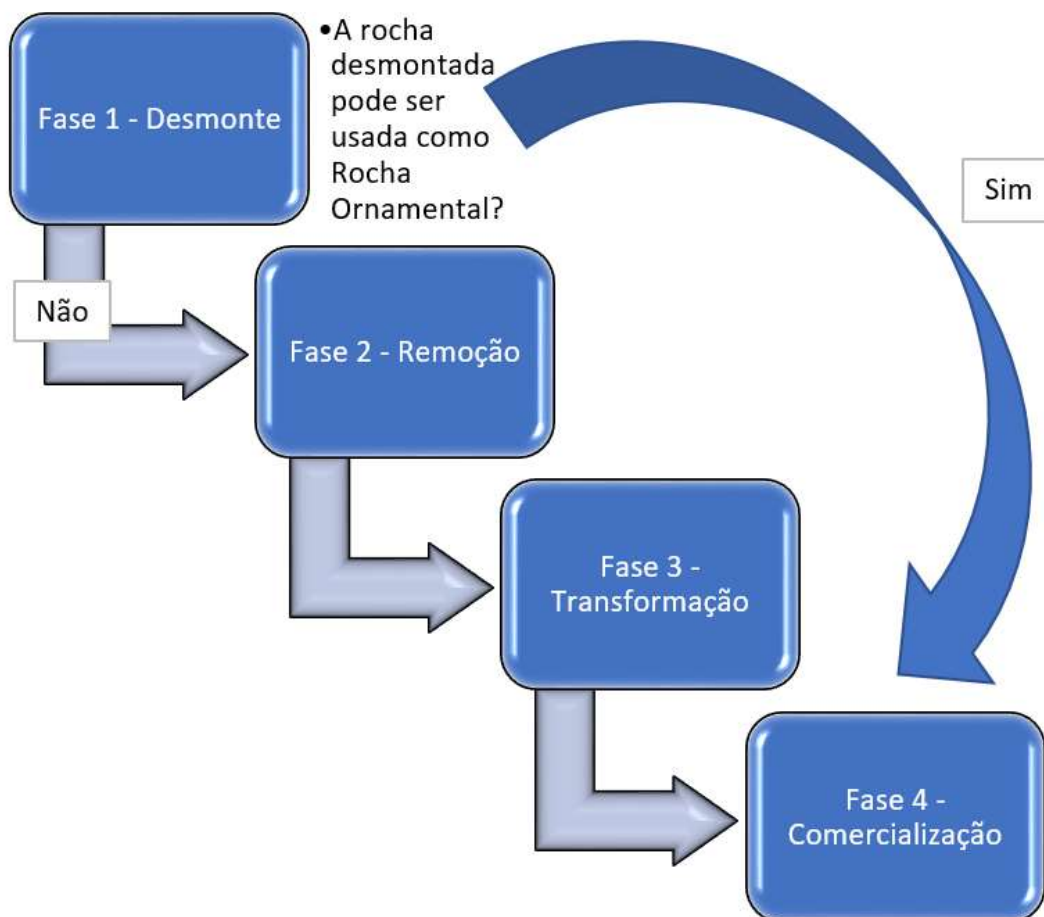


Figura 29 – Fluxograma de tomada de decisão.

(página propositadamente em branco)

5 - Caso de estudo

(página propositadamente em branco)

5. CASO DE ESTUDO

5.1. Problema

Entre 2010 e 2012 a pedraira “Curviã nº2” estava a passar economicamente a fase mais difícil desde o início da sua exploração, pois conforme verificamos anteriormente o mercado da construção em Portugal estava estagnado e não evidenciava melhorias. Em dois anos perdeu cerca de 35% das quantidades que vendia e cerca de 30% do seu volume de negócios. A Figura 30 demonstra a degradação muito rápida das suas vendas, e não menos importante o valor acrescentado bruto (VAB) estava também em declínio conforme se comprova na Figura 31.

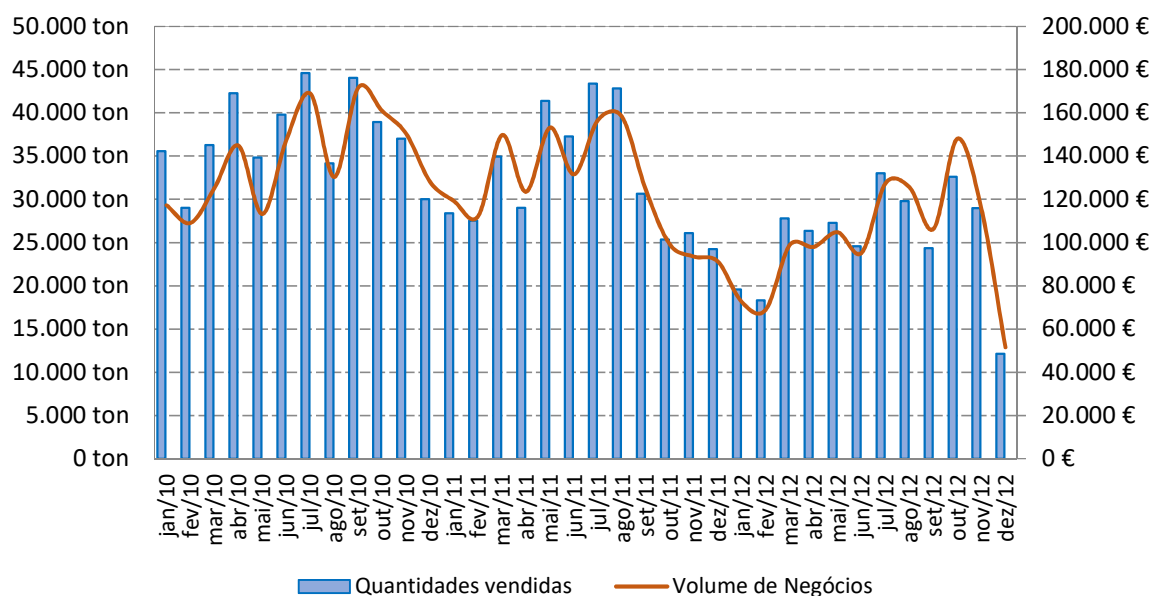


Figura 30 – Evolução das vendas 2010-2012.

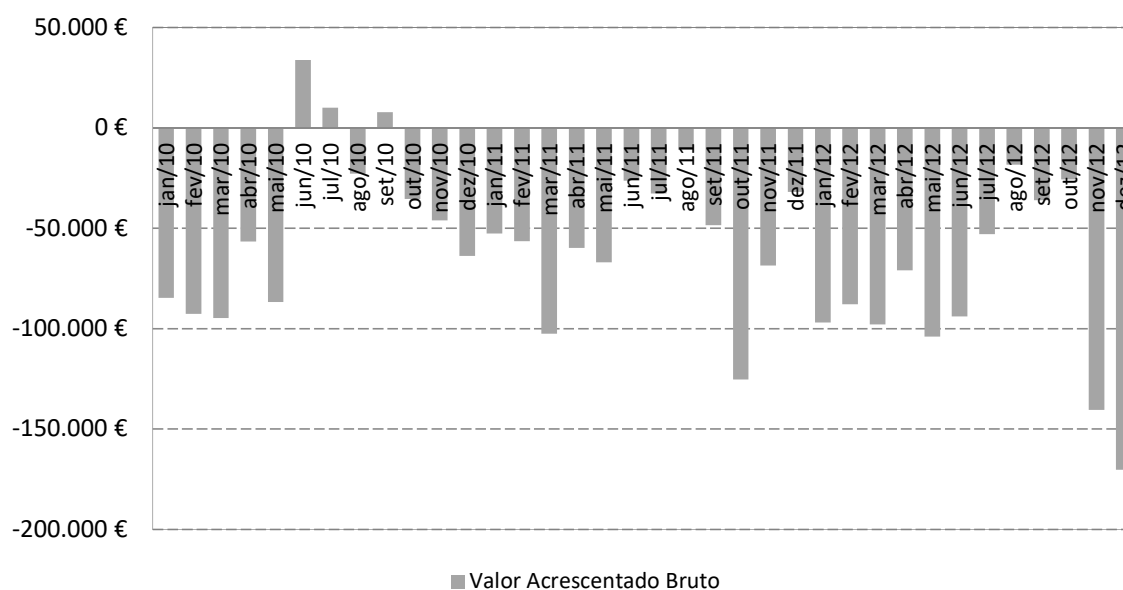


Figura 31 – Evolução do Valor Acrescentado Bruto 2010-2012.

5.2. Estratégia

A estratégia consistiu em elaborar um estudo pormenorizado das qualidades que o maciço possui e realizar também um estudo económico do setor das rochas ornamentais e quais as suas tendências futuras. Estes estudos permitiram identificar mercados alvo e também qual a capacidade inovadora do processo, de forma a aproveitar o conhecimento do maciço e a penetração que os produtos dele resultantes podem ter no mercado.

O plano delineado e os estudos realizados conduziram às seguintes conclusões:

Quanto à caracterização geotécnica do maciço (pormenores em Silva, 2014):

- Granito com estrutura compacta formado por 30% de quartzo, 60% de feldspatos, 9% de micas e 1% de outros minerais;
- Com um grau de alteração com a seguinte matriz: 66% de rocha sã, 23% de rocha ligeiramente alterada e 11% moderadamente alterada;
- E a sua fracturação é essencialmente afastada 33%, com 26% de afastamento mediano e 23% de muito afastamento.

Quanto à viabilidade económica:

- Exclusividade do maciço.
- Tecnologia existente avançada.
- Reconhecimento do setor no exterior.
- Conciliação de produção de rochas ornamentais.
- Possibilidade de exportação.
- Tecido empresarial no setor das rochas ornamentais constituído por pequenas empresas.

De acordo com o exposto, os resultados apresentados permitiram concluir que com o maciço existente a probabilidade de conciliar a extração e evoluir o método para uma lavra mista iria potenciar a pedreira e criar uma condição de viabilidade que não possuía, logo o passo seguinte foi estudar o melhor enquadramento técnico para os dois tipos de exploração. Definiu-se a área a explorar e de seguida o método a utilizar.

Inicialmente definiu-se quais os indicadores que iriam ser monitorizados para que se possa comparar a execução (Figura 32), designadamente:

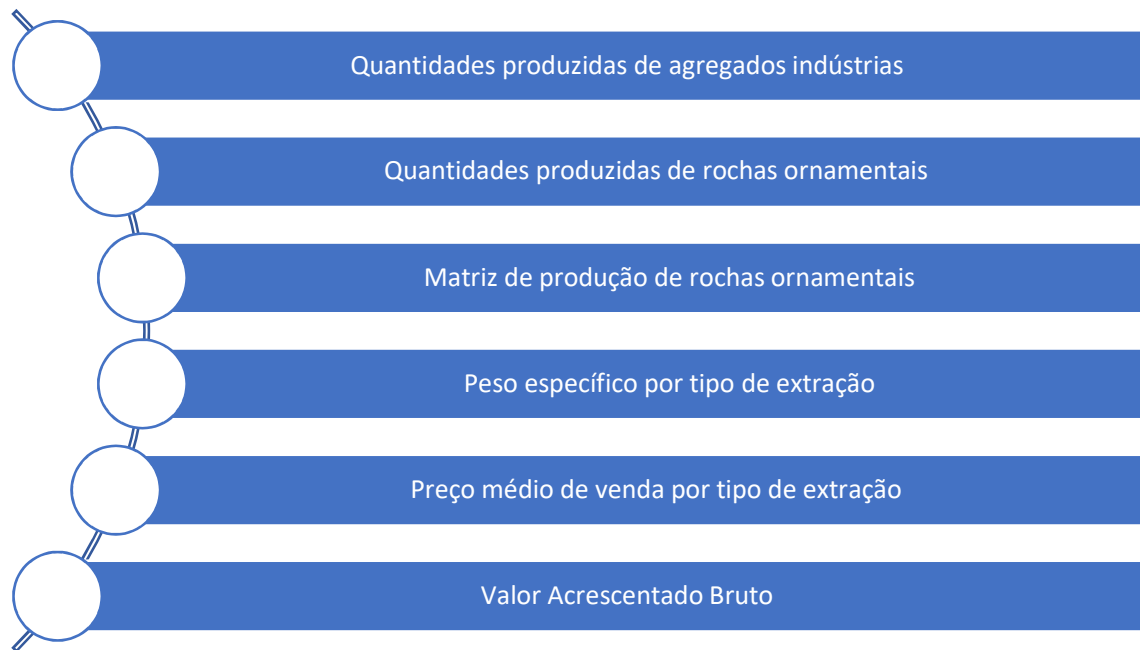


Figura 32 – Indicadores a monitorizar para que se possa comparar a execução.

Foram estudadas possíveis novas soluções técnicas em três áreas (Figura 33):

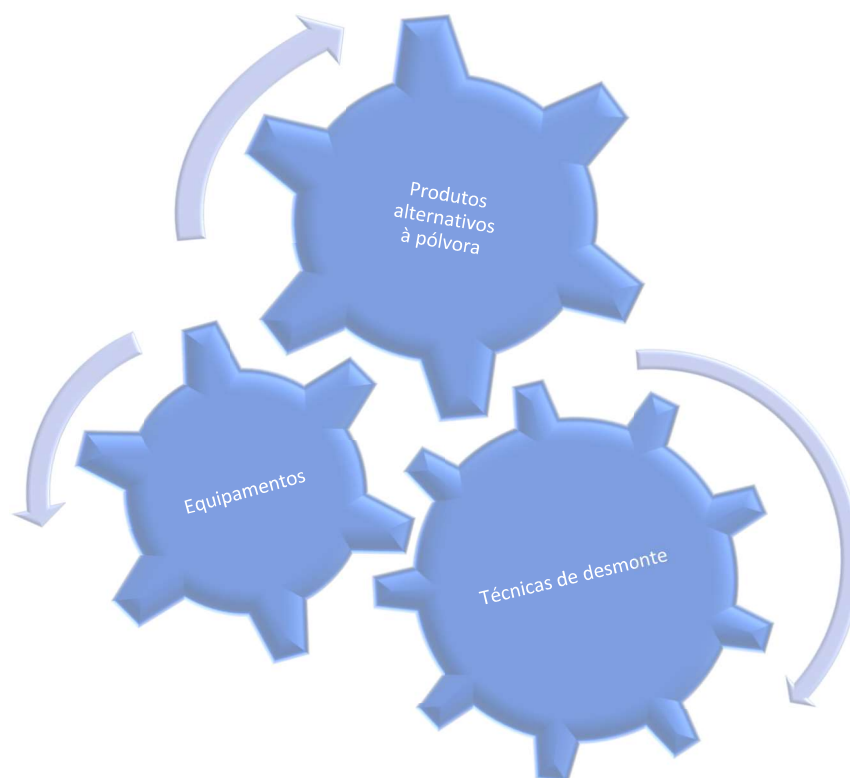


Figura 33 – Áreas em estudo para evoluções das diferentes técnicas.

5.3. Condicionantes ao modelo proposto

Com base na estratégia definida foram levantadas as principais condicionantes à evolução, pelo que primeiramente foram identificadas as reservas existentes para cada tipo de produção (industrial e ornamental). De seguida as condições de trabalho existentes nas diferentes áreas, nomeadamente a segurança e a produtividade e, finalmente, os recursos financeiros necessários para a implementação do projeto.

5.3.1. Condicionantes identificadas para uma real evolução

Área de produção de agregados industriais

- Utilizar no desmonte com recurso a explosivos industriais uma tecnologia de iniciação mais seguro e mais eficaz utilizando sempre detonadores eletrónicos que promovem menor vibração e uma sequência mais eficaz para a quebra da rocha no processo (Figura 34);
- Validar a frota de transporte dentro da exploração;
- Formar os recursos humanos para esta nova realidade, com um maior enfoque nas questões de segurança.

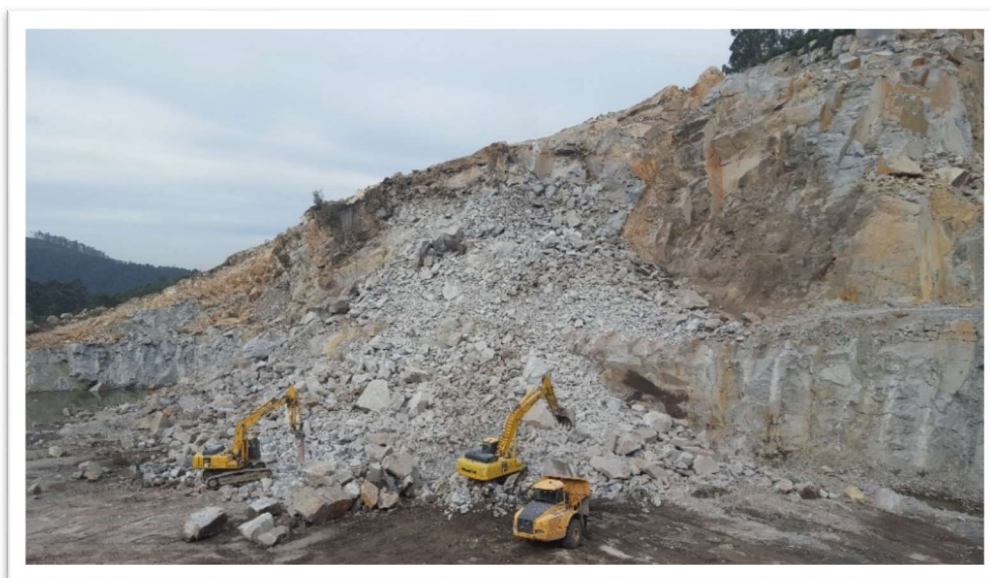


Figura 34 – Imagem da operação de desmonte no processo da rocha industrial.

Área de produção de rochas ornamentais

- Identificar qual o método mais eficaz e seguro na operação de desmonte. Inicialmente eram usadas apenas pólvoras nas duas fases de desmonte, o que tornava muito perigoso o processo e por isso foram trabalhadas as frentes de forma a podermos utilizar equipamentos mecânicos de corte (Figura 35).



Figura 35 – Imagens da operação de desmonte na rocha ornamental.

Este processo foi realizado respeitando o processo histórico, que era essencialmente com recurso a mão de obra especializada e pólvora. Foi inicialmente identificada a matriz de produção e identificada a qualidade dos blocos extraídos, e de seguida estudada a solução de execução que retirava na totalidade o uso de explosivos do processo inicial de desmonte, e daí conclui-se que a utilização de fio de corte diamantado neste maciço não só era possível como era desejável, pois permitia a melhoria da dimensão inicial dos blocos e o seu corte secundário com maior aproveitamento, já para não referir a melhoria das condições de segurança.

Assim conseguiu-se combater a falta de mão de obra qualificada, dando mais formação a elementos mais novos, investir em equipamentos com tecnologia mais recente e estruturar a força de vendas e identificar os potenciais clientes, de forma a tirar o máximo proveito em função das necessidades dos clientes.

Estas condicionantes permitiram realizar as seguintes evoluções no processo:

- a) No início do projeto eram usados equipamentos de grande porte com grandes consumos energéticos. Com a mudança para uma lavra mista a adequação da dimensão dos equipamentos levou a consumos menores levando a poupanças nos consumos;
- b) Uso apenas de mão de obra qualificada;

- c) Mudança no método de desmonte do maciço para a utilização de um menor diâmetro e a utilização de detonadores eletrônicos, que levaram a uma diminuição de vibrações e uma melhoria na fragmentação;
- d) Possibilidade de uma menor dependência da utilização de reservas em processos de menor valorização, passando atualmente para 92% no processo de exploração de agregados industriais e os restantes 8% no processo de rochas ornamentais;
- e) Deixar de usar explosivos no desmonte inicial de blocos, passando a usar o fio diamantado.
- f) Redução da exposição ao perigo através da utilização de pólvoras a qual diminuiu para menos de metade;
- g) Os patamares de segurança evoluíram para indicadores europeus;
- h) Os recursos mineralógicos disponíveis são selecionados em função de parâmetros de utilização e da aplicação e não em função única e exclusivamente em parâmetros físicos do maciço;
- i) Todas estas condições melhoraram a possibilidade de venda dos produtos obtidos, permitindo assim preços mais elevados e, conseqüentemente, uma melhoria dos resultados económicos.

5.4. Resultados do caso de estudo

Para que se possa enquadrar melhor a evolução do processo e os resultados obtidos apresenta-se de seguida (Figura 36) a linha temporal do projeto.



Figura 36 – Linha temporal do projeto.

Em 2012 teve o seu início o projeto com a monitorização do processo à data e definição das metas a alcançar, que deveriam potenciar a melhoria da utilização do recurso natural associado a melhorias em diferentes áreas como a produtividade, a segurança e os resultados financeiros.

Em 2013 a decisão de estudar qual o método a usar e quais os estudos que seriam necessários para o apoio à decisão ajudaram a identificar qual a fracturação e qual o diaclasamento do maciço, quais as técnicas a usar no desmonte na área das rochas ornamentais, e se seriam usados explosivos industriais ou polvórolentos, bem como quais os recursos humanos envolvidos e as suas habilitações.

No início do ano de 2014 começou a produção de uma forma integrada, com a implementação do método seletivo de frentes de desmonte, com a classificação dos blocos extraídos de forma a seleccionar quais os que iriam ser tratados como rocha ornamental e quais os que iriam ser incorporados no processo de transformação de agregados industriais.

Durante todo este processo estudou-se qual a interferência dos explosivos no processo de extração de rochas ornamentais e depois de validar novas tecnologias decidiu-se, em 2016, incluir uma grande mudança no desmonte na área das rochas ornamentais. Abandonou-se o uso de pólvora para realizar o desmonte inicial para um desmonte 100% mecânico, com o recurso de equipamentos de corte de fio diamantado, salvaguardando as características e as limitações morfológicas do maciço.

O último ano da linha temporal é o de 2018 pois já estão plenamente integradas as técnicas e as práticas envolvidas e estão a ser validadas práticas comerciais para a correta valorização do recurso natural, através da venda ao preço justo, quer dos agregados industriais, quer das rochas ornamentais.

5.4.1. Análise da evolução da produção

Neste período de mudança da tipologia de produção passou-se de uma realidade de produção exclusiva de agregados industriais para uma produção repartida entre agregados industriais e rochas ornamentais. Na Figura 37 e no Quadro 13 validamos a sua evolução.

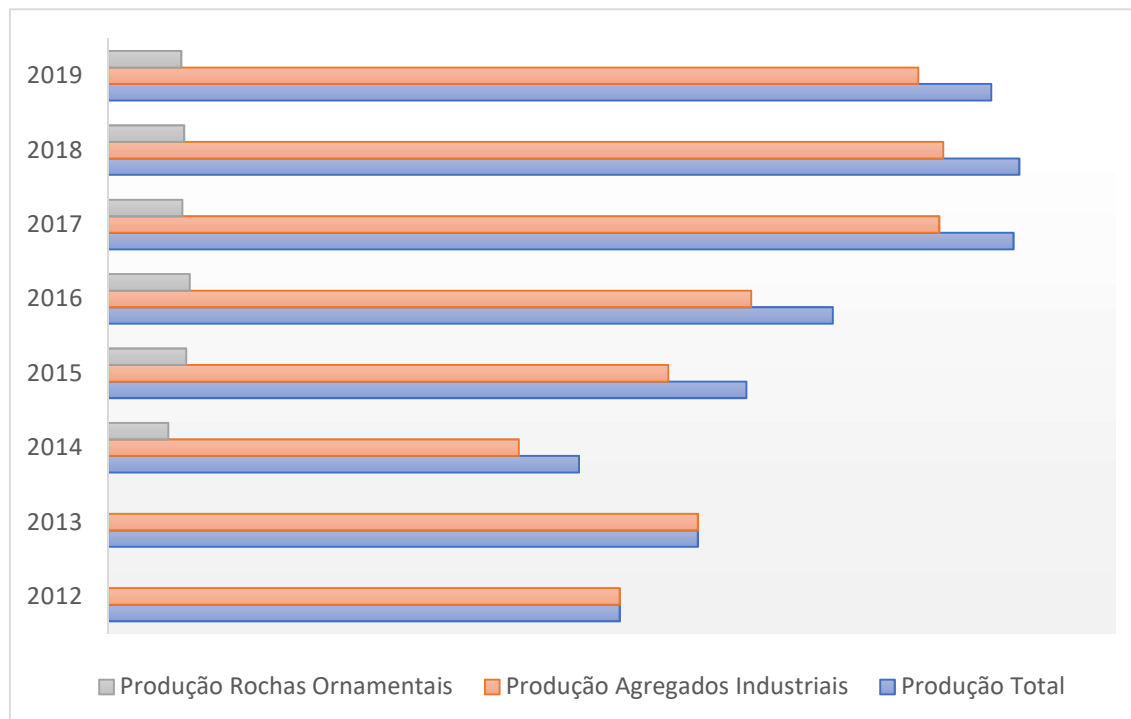


Figura 37 – Evolução da produção por tipologia entre 2012-2019.

Quadro 13 – Evolução da produção por tipologia entre 2012-2019.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Produção Total (ton)	304.885	351.427	280.557	380.353	431.834	539.478	542.920	526.299
Produção Agregados Industriais (ton)	304.885	351.427	244.702	333.802	383.204	495.239	497.605	482.711
Produção Rochas Ornamentais (ton)	0	0	35.855	46.551	48.630	44.239	45.315	43.588

Em 2012 a produção era exclusivamente para a realização de agregados industriais, apenas em 2014 deu-se o início da produção de rochas ornamentais de uma forma autónoma, mas sempre com a ideia de rapidamente integrar os dois modelos de extração.

Como se pode verificar pelos valores apresentados, a integração potenciou a produção conjunta. Com o aumento da disponibilidade de materiais resultantes da extração de rochas ornamentais que não podem ser classificadas como tais e reincorporadas no processo de transformação de agregados industriais, como se pode verificar no Quadro 14.

Quadro 14 – Evolução da produção por tipologia entre 2013-2019 – crescimentos anuais.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Produção Total (%)	15	-20	36	14	25	1	-3
Produção Agregados Industriais (%)	15	-30	36	15	29	0	-3
Produção Rochas Ornamentais (%)	0	0	30	4	-9	2	-4

Em dois anos, entre 2014 e 2015, foi possível atingir a produção máxima no processo de extração de rochas ornamentais com os meios disponíveis, sendo este o primeiro indicador para a necessária evolução do método de desmonte. A implementação do novo método em 2017 levou inclusive a uma diminuição nas quantidades para que os recursos humanos envolvidos se adaptassem à mecanização do processo e à melhoria na seleção dos blocos. Desta forma as quantidades de blocos estabilizaram, embora como se pode verificar a quantidade de material que passa para a produção de agregados industriais aumentou em cerca de 100.000t por ano.

5.4.2. Análise da evolução da distribuição do tipo de exploração

A análise do peso específico é também uma componente da equação importante, pois a estratégia da decisão não pode depender exclusivamente da componente técnica, pois a ideia pode ser brilhante, mas economicamente não ter qualquer tipo de viabilidade.

Então foi estudado qual a relação ideal para o compromisso entre a visão técnica e a visão do negócio. Na Figura 38 e o no Quadro 15 validam-se os resultados obtidos na vertente produção e vertente venda.

A análise deve ser feita de forma conjunta com a evolução do negócio e não separadamente. Irá ser feita a necessária interpretação dos resultados após a apresentação do ponto 6.4.3.

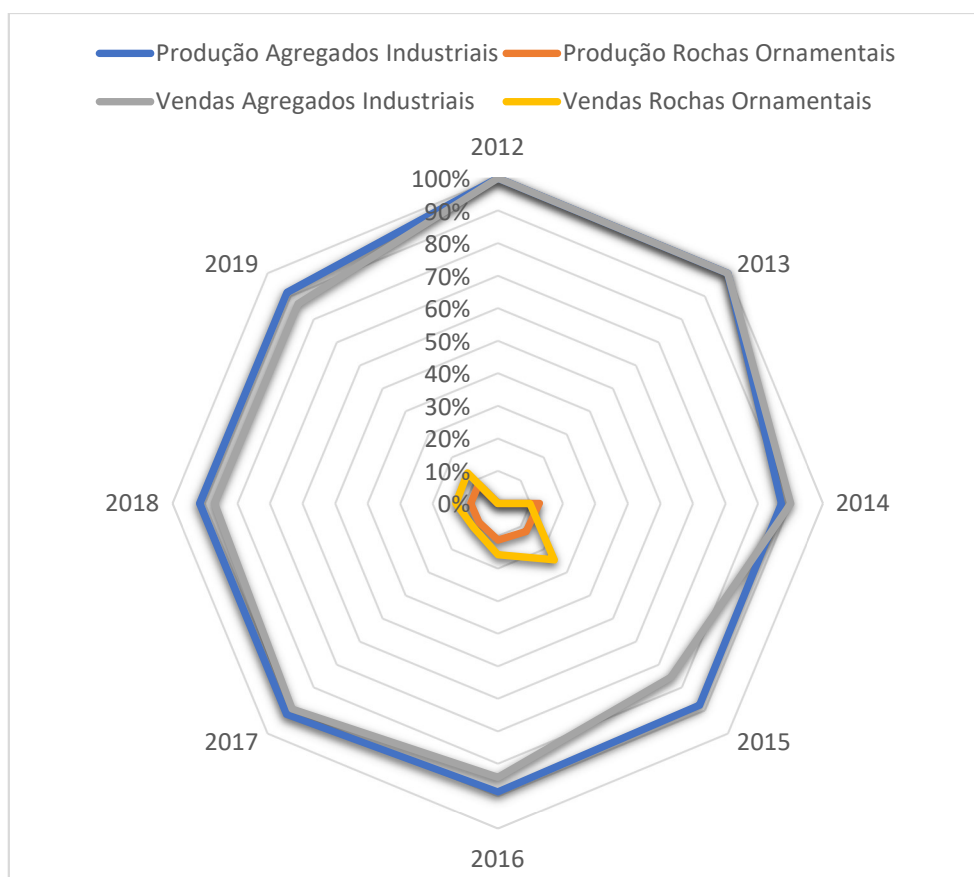


Figura 38 – Evolução do peso específico por tipologia entre a produção e as vendas entre 2012-2019.

Quadro 15 – Evolução do peso específico por tipologia entre a produção e as vendas entre 2012-2019.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Produção Agregados Industriais (%)	100	100	87	88	89	92	92	92
Produção Rochas Ornamentais (%)	0	0	13	12	11	8	8	8
Vendas Agregados Industriais (%)	100	100	90	75	84	89	87	87
Vendas Rochas Ornamentais (%)	0	0	10	25	16	11	13	13

5.4.3. Análise da evolução da atividade comercial

É necessário começar a análise da evolução da atividade comercial através da integração da evolução da distribuição por tipo de exploração. Como se pode verificar no ponto 6.4.2. o peso foi variando em função das mudanças introduzidas no processo, começando por ter maior expressão com uma maior quantidade de produção, que com a melhoria do processo de seleção estabilizou, sendo que hoje a relação do centro de exploração é de 92% de rocha extraída para a transformação em agregados industriais e 8% para a produção de rochas ornamentais. A mesma ideia pode-se tirar

em relação à sua valorização com uma relação ligeiramente diferente, 87% de vendas de agregados industriais e 13% de rochas ornamentais.

Através da análise da Figura 39 e do Quadro 16, podemos verificar que depois de encontrada a distribuição de pesos na relação entre os dois métodos de exploração, verificamos a melhoria dos volumes de negócios com um crescimento acumulado de 89% na visão integrada do período do projeto, ou seja, se compararmos os volumes de negócio à data de início da comercialização de rocha ornamental (ano de 2014) com a data do último ano completo (ano de 2019), o aumento do volume de negócios foi de 89% distribuídos da seguinte forma: 77% nos agregados industriais e 232% nas rochas ornamentais.

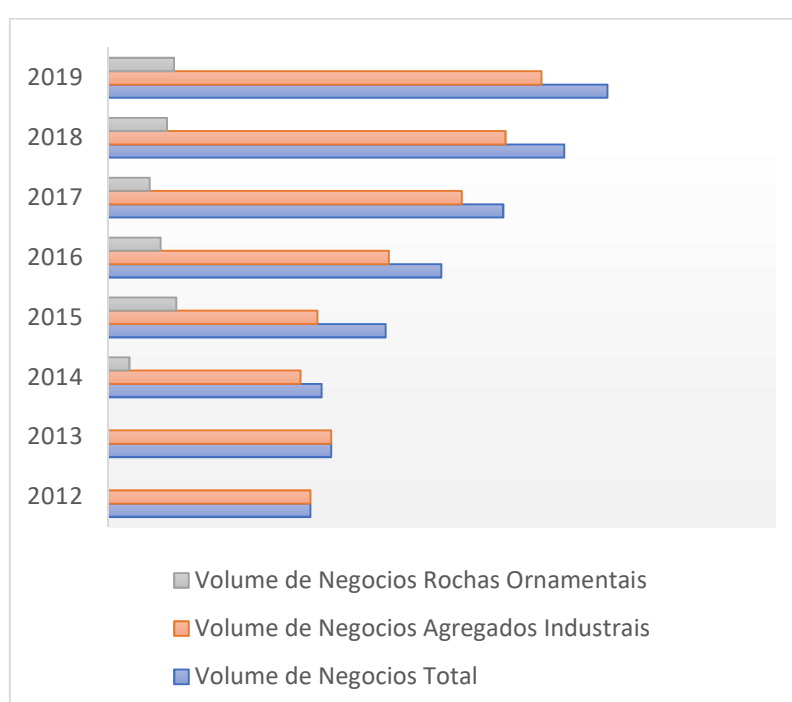


Figura 39 – Evolução do volume de negócios por tipologia entre 2012-2019.

Quadro 16 – Evolução anual do volume de negócios por tipologia entre 2014-2019.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Volume de Negócios Total (%)	-4	30	20	19	15	9	89%
Volume de Negócios Agregados indústrias (%)	-14	9	34	26	12	9	77%
Volume de Negócios Rochas Ornamentais (%)	0	222	-23	-21	41	12	232%

Para poder ser mais entendível o valor das decisões técnicas tomadas e do profundo conhecimento que este projeto trouxe do maciço explorado devemos verificar a evolução dos preços médios de venda. A esta análise pode ser feita na Figura 40 e nos Quadros 17 e 18. O consumidor final destes produtos é um consumidor exigente na qualidade do produto, mas também muito exigente em

relação á trabalhabilidade que os blocos extraídos proporcionam, e só está disponível a pagar valores mais elevados, se realisticamente os produtos assim o valerem.

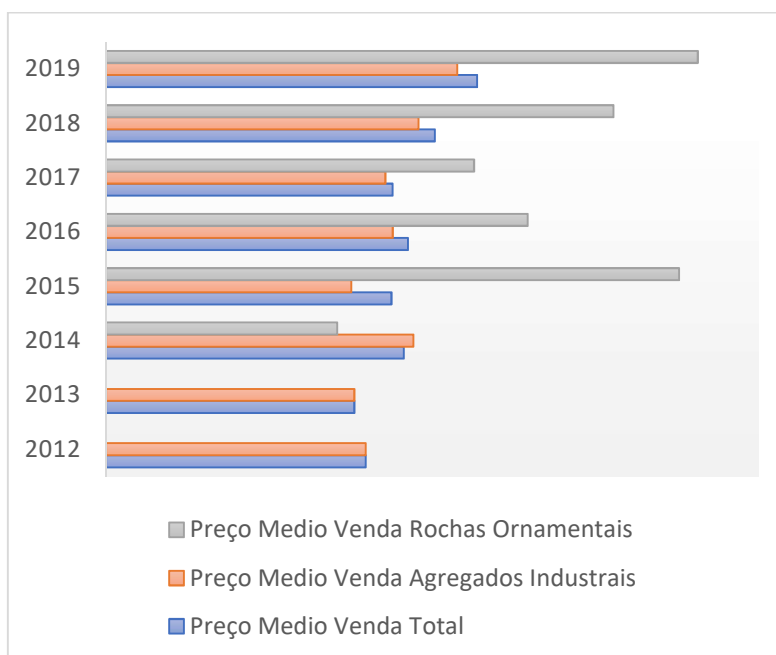


Figura 40 – Evolução dos preços médios de venda por tipologia entre 2012-2019.

Quadro 17 – Evolução dos preços médios de venda por tipologia entre 2012-2019.

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Preço Medio Venda Total (€)	3,98	3,80	4,56	4,37	4,63	4,39	5,04 €	5,69
Preço Medio Venda Agregados industriais (€)	3,98	3,80	4,71	3,76	4,39	4,28	4,79 €	5,38
Preço Medio Venda Rochas Ornamentais (€)	0	0	3,54	8,78	6,46	5,64	7,78 €	9,07

Quadro 18 – Evolução anual dos preços médios de venda por tipologia entre 2014-2019.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Preço Medio Venda Total (%)	20	-4	6	-5	15	13	44%
Preço Medio Venda Agregados industriais (%)	24	-20	17	-3	12	12	42%
Preço Medio Venda Rochas Ornamentais (%)	0	148	-26	-13	38	17	163%

O impacto da evolução sentida nos preços entre 2014 e 2019 foi de 44%, sendo muito mais impactante na extração de rochas ornamentais, pois com o projeto consegue-se uma melhoria de 163% entre igual período.

Resumindo a evolução obtida, temos uma distribuição de 87% do negócio em agregados industriais e 13% em rochas ornamentais, com um aumento do volume de negócios de 89% entre os anos de 2014 e 2019, e um aumento de preços de 44% em igual período.

5.4.4. Análise da evolução dos resultados operacionais obtidos

Neste ponto foi monitorizada relação das mais valias atingidas com os custos do processo. Na Figura 41 e no Quadro 19 apresenta-se os resultados obtidos. Conforme se pode comprovar é evidente uma evolução dos resultados em 794% entre os anos de 2012 e 2019, sendo de realçar o facto de serem positivos consecutivamente desde 2015, a atingir em 2015 18.000€ anuais e em 2019 conseguir 300.000€ anuais.

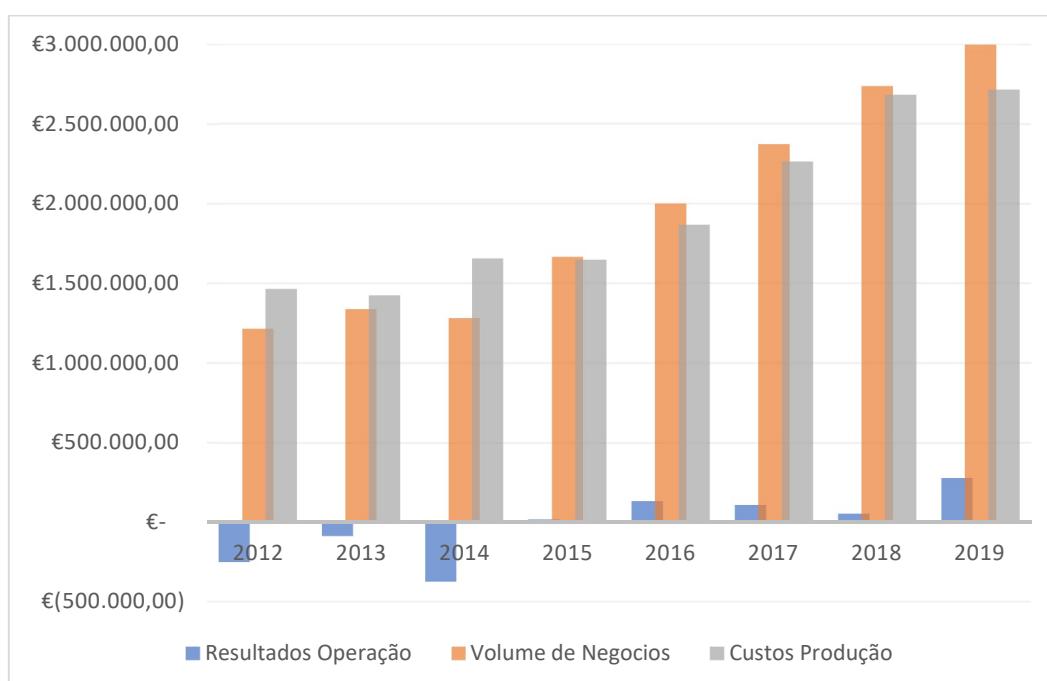


Figura 41 – Evolução dos resultados obtidos, dos custos e do volume de negócios entre 2012-2019.

Quadro 19 – Evolução anual dos resultados obtidos, dos custos e do volume de negócios entre 2014-2019.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Resultados Operação (%)	332	-105	634	-18	-49	410	1203%
Volume de Negócios (%)	-4	30	20	19	15	9	89%
Custos Produção (%)	16	0	13	21	19	1	70%

Como seria de esperar, ao mudar o processo produtivo e incluir inovação, os custos iriam aumentar e conforme se pode verificar o seu aumento em 70% ao longo do projeto potenciou o aumento de

89% do volume de negócios e consequentemente o resultado das operações, que se pode assumir como sendo muito revelador da necessária consciencialização da verdadeira mais valia que é explorar um recurso natural.

5.4.5. Análise da evolução da matriz de extração de rochas ornamentais

Para que se entenda a verdadeira necessidade de conhecer o maciço que estamos a explorar e os necessários avanços e recuos que um processo deste tipo origina devemos sempre monitorizar a matriz de extração do negócio potenciador de maior valia, que neste caso é o da rocha ornamental. Com a ajuda da Figura 42 e do Quadro 20, comprova-se a dificuldade que este processo tem em estabilizar, e qual, o futuro a percorrer.

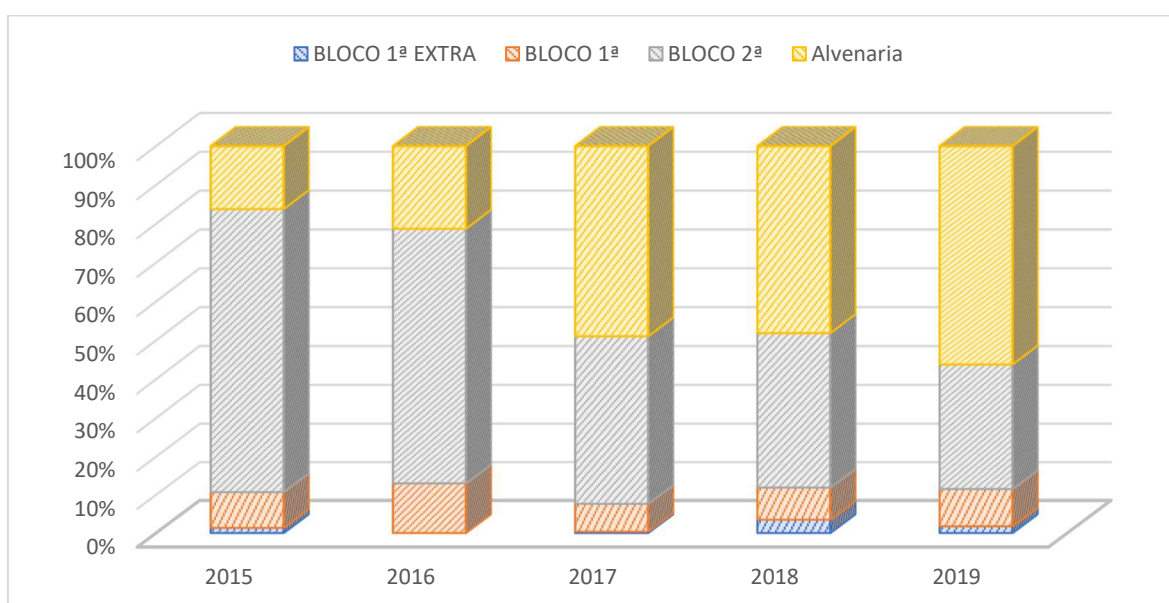


Figura 42 – Evolução da matriz de produção de rochas ornamentais entre 2015-2019.

Quadro 20 – Evolução da matriz de produção de rochas ornamentais entre 2015-2019.

	2015	2016	2017	2018	2019
BLOCO 1ª EXTRA (%)	1	0	0	3	2
BLOCO 1ª (%)	9	13	7	8	10
BLOCO 2ª (%)	73	66	43	40	32
Alvenaria (%)	16	21	49	48	56

Conseguir encontrar o equilíbrio na produção de blocos de qualidade inferior, bloco de 2ª e alvenarias, com blocos de qualidade superior, bloco de 1ª extra e bloco de 1ª, são o maior desafio

pois os resultados obtidos mesmo com a inclusão de novas tecnologias ainda não se consegue tirar um padrão equilibrado. O que podemos constatar é que com uma relação de 88% de blocos de qualidade inferior e de 12% de blocos de qualidade superior, se consiga encontrar o equilíbrio para a evolução do processo. No Quadro 21 valida-se a evolução desde o início do processo e efetivamente não é possível por si só, através das melhorias apresentadas evoluir a quantidade explorada anualmente.

Quadro 21 – Evolução da matriz de extração de rochas ornamentais entre 2015-2019.

	2015	2016	2017	2018	2019
BLOCOS de 1ª qualidade (%)	11	13	8	12	12
BLOCOS de 2ª qualidade (%)	89	87	92	88	88

Mas pelo peso que este segmento obteve, junto da totalidade do negócio, devemos sempre ter a procura da melhoria da matriz como base da diferenciação. No Quadro 22 temos os pesos por volume de negócios.

Quadro 22 – Evolução da matriz de vendas de rochas ornamentais entre 2015-2019.

	2015	2016	2017	2018	2019
BLOCOS de 1ª qualidade (%)	20	23	14	24	22
BLOCO de 2ª qualidade (%)	80	77	86	76	78

Concluindo esta análise da matriz o objetivo seguinte é estabilizar numa relação que conduza obrigatoriamente à satisfação das necessidades dos consumidores finais, que se estima que seja cerca de 30% de blocos de 1ª qualidade (Bloco de 1ªextra mais Bloco de 1ª) e de 70% de blocos de 2ª qualidade (Bloco de 2ª e Alvenaria).

5.5. Tendências futuras

Depois de analisados os resultados e os indicadores monitorizados no processo, pode-se interpretar que a mudança de rumo resultou em ganhos substanciais. Deve-se ter em conta que:

- a) Todo o processo cresceu, inclusive o negócio dos agregados industriais. Cresceu em quantidades, e mais acentuadamente na sua valorização, sinal de melhoria do mercado.
- b) As rochas ornamentais, são já um negócio consistente.
- c) Os resultados operacionais conjugados com as alterações processuais elevaram-se a um nível tal que não seria possível atingir se a pedra em estudo trabalhasse as diferentes áreas separadas.

De futuro prevê-se a evolução dos processos de extração para níveis de segurança elevados, e este fator vai continuar a impor a necessidade de melhorar a execução da produção para meios mais mecânicos e amigos do ambiente, com menos consumos energéticos e substituíveis com maior longevidade.

Pretende-se uma maior eficácia em todas as fases do processo, com a utilização de explosivos industriais e meios de detonação que evitem vibrações e projeções, substituição dos explosivos na fase de desmonte de rochas ornamentais para meios mecânicos, maior formação dos recursos humanos envolvidos, equipamentos com baixo consumo energético que utilizam combustíveis alternativos como o hidrogénio.

A ideia de separar os métodos extrativos não irá ser a melhor opção, pois se não for pensada a extração como um processo de valorização máxima do maciço nunca será possível otimizar os resultados, por isso será muito importante olhar para o maciço com uma visão de explorador e não com uma visão de utilizador. A ideia de ter extrações para autoabastecimento só provoca o desaproveitamento das reservas.

Os licenciamentos terão sempre em conta a existência inicial da exploração, logo será sempre difícil não ter em conta, principalmente em exploração de granito, a génese das explorações que são maioritariamente extrações de rocha ornamental.

6 - Conclusões

(página propositadamente em branco)

6. CONCLUSÕES

Inicialmente é muito importante que se consiga localizar o objetivo deste trabalho e da dimensão que foi incorporada, baseada não só em componentes técnicas, mas também utilizando a experiência de muitos anos de trabalho no setor, através de uma visão de gestão.

Para isso é muito importante deixar claro que a principal mensagem que este trabalho pretende transmitir é a ideia de que é possível respeitar os recursos naturais pétreos e endógenos sem sermos continuamente desperdiçadores das suas mais valias.

A procura de uma base técnica de trabalho ajudou a definir qual a equação que se poderá usar para validar mais evoluções e principalmente ajudar a monitorizar todo o processo de forma a gerir toda a exploração sem recurso ao improvisado e assente numa lógica de sustentabilidade ambiental.

O risco assumido de usar um método que nas explorações no norte de Portugal não é usado, pois estamos a falar de zonas comuns de extração, bem como o uso de equipamentos de corte em maciços com diaclasamento e fracturação relativamente acentuados, foi um risco inicialmente, mas que nesta data se pode assumir como sendo a visão de futuro das explorações de pedreiras.

As principais conclusões verificadas foram as seguintes:

- Em maciços cuja competência comprovada na extração de rochas ornamentais se verifica, deve-se sempre equacionar a possibilidade de enquadrar a produção de agregados industriais, de forma a que a mais valia criada seja sempre definida pela sequência rocha ornamental, agregados industriais.
- O uso de explosivos industriais na produção de agregados industriais deve sempre ter em conta a utilização de tecnologia que evita a propagação das vibrações ao longo do maciço, como por exemplo detonadores eletrónicos.
- A utilização de equipamentos mecânicos de corte da área da rocha ornamental proporciona o aumento da quantidade de produtos finais mais valorizados, logo deve-se sempre equacionar a substituição de explosivos por estes equipamentos.
- A necessária valorização da mão de obra deve ser feita pela transmissão do conhecimento, pois mesmo com estudos realizados sobre o maciço é muito importante que quem está a decidir os

métodos e os locais de extração consiga analisar e tomar decisões em tempo real, para que nunca sejam desperdiçados recursos naturais.

– Quanto maior o conhecimento das principais famílias de diáclases bem como das falhas existentes no maciço, maior é a sensibilidade para a perfeita localização das zonas a definir como sendo para rocha ornamental ou para agregados industriais, nunca perdendo o foco que o incentivo é explorar da melhor forma o mesmo local de extração.

– Em extrações de lavra mista a redução da dimensão dos equipamentos é um fator preponderante para a eficácia do processo. Esta diminuição é uma relação direta do perfeito conhecimento das dimensões dos materiais a trabalhar através da maior eficácia da sua classificação.

– Este tipo de atitude potencia a procura de novos negócios e a melhoria contínua do processo até que se consiga valorizar ao máximo os produtos finais.

– Neste estudo de caso conclui-se que incorporar 10% da produção em rochas ornamentais potenciou os resultados ao longo do estudo em mais do dobro do que se conseguia atingir anteriormente com a exclusividade de extração para agregados industriais.

- Através das mudanças implementadas, estas, dão origem à melhoria de todo o processo, inclusive no processo de realização de agregados industriais. Obtendo-se ganhos no planeamento, na utilização de meios mecânicos e humanos, que levam a uma diminuição de gastos e de desperdício de recursos naturais.

- No futuro levará os consumidores finais a serem mais seletivos no tipo de materiais que consomem, o que originará, uma mudança na atitude comercial nas organizações. Sendo que a visão de menos produtos e mais quantidade, esta completamente ultrapassada, e será substituída por mais oferta de produtos, em menos quantidades e com valores mais consentâneos com a valorização que um recurso natural deve ter.

Em síntese, pode-se afirmar que é possível fazer a exploração integrada de um maciço relativamente competente, melhorando os resultados e adaptar a realidade prevista á realidade do setor para o qual a reserva esta direcionada.

7 - Referências Bibliográficas

(página propositadamente em branco)

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caetano, L., Chambel, L. (2012). Luzes e sombras da pedra natural em Portugal. Sinesse. 23 pp.
- Carvalho, J. (2010). Recursos Minerais: o potencial de Portugal. 29 pp.
- Chaminé, H.I. (2016). Técnicas de amostragem em estudos de maciços rochosos fracturados: importância na prática da geologia estrutural, geociências de engenharia e mecânica das rochas. In: H.I. Chaminé, M.J. Afonso, A.C. Galiza (eds.), Eduardo Gomes (1931-2008): Engenheiro, Docente, Empreendedor - Uma Homenagem. Coleção LABCARGA-Geo|2, Laboratório de Cartografia e Geologia Aplicada & Departamento de Engenharia Geotécnica, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto. p. 297-343.
- Chaminé, H.I., Afonso, M.J., Ramos, L., Pinheiro, R. (2015). Scanline sampling techniques for rock engineering surveys: insights from intrinsic geologic variability and uncertainty. In: Giordan D., Thuro K., Carranza-Torres C., Wu F., Marinos P., Delgado C. (eds.), Engineering Geology for Society and Territory – Applied Geology for Major Engineering Projects, IAEG, Springer, 6:357-361.
- Chaminé, H.I., Afonso, M.J., Teixeira, J., Ramos, L., Fonseca, L., Pinheiro, R., Galiza, A.C. (2013). Using engineering geosciences mapping and GIS-based tools for georesources management: lessons learned from rock quarrying. *European Geologist Journal*, 36:27-33.
- Daniel, F., Matos, M. (2004). Análise de risco e medidas preventivas em explorações a céu aberto.
- Dinis da Gama, C. (1995). Aspectos geotécnicos y de fracturación de las rocas ornamentales. In: López Jimeno, C. (Ed.). Cap. 10 del Manual de Rocas Ornamentales. Entorno Gráfico. S.L., Madrid, p. 231-246.
- Dinis da Gama, C. (1996). The concept of rock mass fragmentability. In: Franklin & Katsabanis, (Eds.), Measurement of Blast Fragmentation, Balkema, Rotterdam, p. 209-214.
- Dinis da Gama, C. (2013). Easy profit maximization method for open-pit mining. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 5(5):350-353.
- Duhigg, C. (2013). A força do hábito. D.Quixote, Leya. 425 pp.
- Espírito Santo Research (2014). Estudo Produção de rochas ornamentais. Análise sectorial. 45 pp. [<https://www.novobanco.pt/site/cms.aspx?plg=bce069e9-8e48-439b-bf21-406dd37b7750>] (consultado em Março de 2020)
- Euroconstruct (2013). A construção na Europa – principais conclusões do Euroconstruct. Instituto Técnico para a Indústria da Construção. 2pp. [http://www.jornaldaconstrucao.pt/downloads/file128_pt.pdf] (consultado em Abril de 2020)
- Galiza, A.C., Ramos, L., Chaminé, H.I. (2008). Controlo da qualidade geotécnica do desmonte do maciço rochoso através de uma perfuração alinhada. In: Actas do 11º Congresso Nacional de Geotecnia. Sociedade Portuguesa de Geotecnia, Coimbra. 1:243-250.
- Galiza, A.C., Ramos, L., Fonseca, L., Teixeira, J., Chaminé, H.I. (2011). O papel da geotecnia mineira na otimização do desmonte de maciços rochosos fraturados. *Boletim de Minas, DGEG, Lisboa*, 46(2):103-120.
- Góis J.C., Vieira A., Galiza A.C., Bernardo P., Gomes C. & Chaminé H.I., 2012. Manual do operador de produtos explosivos: um guia de apoio à formação. Editores Associação Portuguesa de Estudos e Engenharia de Explosivos / Associação Nacional da Indústria Extractiva e Transformadora. 169 p.
- González de Vallejo, L.I., Ferrer M. (2011). Geological engineering. CRC Press, Taylor-Francis group, 725 pp.
- Hoek, E. (2007). Practical rock engineering. RocScience: Hoek's Corner, 342 p.

- Ismail, S. (2014). Exponential Organizations. Diversion Books. 320 pp.
- ISRM – International Society for Rock Mechanics (1981). Basic geotechnical description of rock masses. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, 18:85-110.
- ISRM – International Society for Rock Mechanics (2007). The complete ISRM suggested methods for characterization, testing and monitoring: 1974-2006. In: Ulusay, R. & Hudson, J.A. (eds.), suggested methods prepared by the Commission on Testing Methods, ISRM. Ankara, 628 p.
- Kotter, J. (2012). Leading change. Harvard Business Press. 195 pp.
- Leite, F., Pinheiro, L. (2005). O Estudo de Caso como delineamento metodológico: Aplicabilidade e Consistência. In Bauer, F.C., Vargas Junior, F.M. Produção e gestão agroindustrial. Campo Grande, MS Brasil: Editora Uniderp.
- Martins, L.P. (2012). Mineral resources of Portugal.
- Merriam, S. (1998). Qualitative research and case study applications in education. San Francisco, CA: Jossey-Bass. 308 pp.
- Metso Minerals Construction (2008). Crushing and screening handbook. Third Edition. 322 pp.
- Pereira, E. (1992). Notícia Explicativa da Carta Geológica de Portugal, escala 1/200.000, Folha 1. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- Ponte, J. (1994). Estudo de caso na investigação em educação matemática. Projeto JNICT O Saber dos Professores. Universidade de Lisboa [[http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/94-Ponte\(quadrante-estudo%20caso\).pdf](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/94-Ponte(quadrante-estudo%20caso).pdf)] (consultado em Novembro de 20219)
- Rocha, M. (2013). Mecânica das Rochas. Edição no âmbito das comemorações do centenário do nascimento do Engenheiro Manuel Rocha – 1913-2013. LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 436 p.
- Secil Britas (2006). Estudo de Impacto Ambiental: Projeto de fusão e ampliação das pedreiras nº5172, nº5417, nº6335, nº4633 e nº5386. Volume I/II. 337 pp.
- Secil Britas (2017). Levantamento Topográfico.
- Sharman, A. (2014). From accidents to zero. Maverik Eagles Press. 148 pp.
- Silva, D. (2014). Cartografia de zonamento geotécnico no apoio ao planeamento e valorização da exploração de georrecurso: o caso do maciço rochoso da Curviã (Joane). Dissertação de Mestrado, ISEP, Porto. 133 pp.
- Yin, R. (2003). Case study research: design and methods. 5 ed., Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc. 312 pp.