

1 2 9 0



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Nelza Yolanda Filipe Fortunato da Silva

**EXPLORAÇÃO DE ANORTOSITO NA PEDREIRA DA
RODANG (MINA 2), PROVÍNCIA DA HUÍLA,
ANGOLA**

Dissertação de Mestrado em Recursos Geológicos, orientada pelo Professor Doutor Fernando Pedro Ortega Oliveira Figueiredo e Professor Doutor Pedro Gomes Cabral Santarém Andrade, apresentada ao Departamento de Ciências da Terra da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Setembro de 2019



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

Nelza Yolanda Filipe Fortunato da Silva

**EXPLORAÇÃO DE ANORTOSITO NA PEDREIRA
DA RODANG (MINA 2), PROVÍNCIA DA HUÍLA,
ANGOLA**

Dissertação de Mestrado em Recursos Geológicos

**Trabalho orientado pelo Professor Doutor Fernando Pedro Ortega Oliveira
Figueiredo e Professor Doutor Pedro Gomes Cabral Santarém Andrade da
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra**

Setembro de 2019

Resumo

A dissertação sob o tema “Exploração de Anortosito na Pedreira da Rodang (Mina 2), Província da Huíla, Angola”, visa a obtenção do grau de Mestre em Recursos Geológicos, de acordo com o estabelecido no regulamento para obtenção do título. O presente estudo é sobre rochas ornamentais e tem como objectivo principal a descrição e análise do processo de extração de anortosito para produção de rocha ornamental na pedreira “Mina 2” da empresa Rodang - Rochas Ornamentais de Angola Lda., localizada na comuna da Chibemba, município dos Gambos na província da Huíla, tendo igualmente em conta a caracterização das condicionantes geológicas e os aspetos ambientais relacionados com a actividade de extração.

A investigação é fundamentada em um único estudo de caso, a pedreira “Mina 2” da empresa Rodang – Rochas Ornamentais de Angola Lda. e, o desenvolvimento do processo investigativo baseou-se nas etapas de: (1) Pesquisa qualitativa da bibliografia existente sobre a caracterização geológico-estrutural, as melhores práticas de extração de rochas ornamentais que proporcionem sustentabilidade e recuperação ambiental, a legislação em vigor Angolana/Portuguesa e consulta cartográfica, informação acedida através de visitas á órgãos públicos na República de Angola (nas províncias de Luanda e Huíla) e a biblioteca da Universidade de Coimbra; (2) Visita de campo a pedreira “Mina 2” em duas fases, nos meses de Janeiro e Junho de 2019 respetivamente para análise e descrição das características gerais e discontinuidades do maciço rochoso via zonamento da área em atividade bem como a captação de fotografias para melhor sustentabilidade investigativa; (3) entrevista aos trabalhadores com aplicação de inquéritos para melhor identificar, verificar e analisar os processos inerentes a atividade da pedreira, (4) Caracterização do anortosito da pedreira por meio de ensaios de laboratório e, (5) Análise, avaliação e integração dos dados obtidos.

Os ensaios realizados em laboratório permitiram a determinação da porosidade aberta e massa volúmica do anortosito da pedreira “Mina 2” retirado da frente de trabalho 8 (piso 2) tendo sido obtidos como resultados da porosidade aberta de 0,51% e massa volúmica de 2731,55 Kg/m³ que de acordo com a classificação da *International Association for Engineering and the Environment* (IAEG), confirmam o bom comportamento como rocha ornamental influenciando assim na qualidade do maciço rochoso.

A caracterização das condicionantes geológicas como bandas e fraturas presentes no maciço rochoso na frente 8 (pisos 2) pela classificação *Rock Mass Rating* (RMR) considerando parâmetros como *Rock Quality Designation* (RQD), resistência do material e características das descontinuidades permitiu definir o maciço rochoso como sendo de “muito boa qualidade”, pelo cálculo do índice RMR e “dimensão dos blocos elevada” pelo cálculo do índice RQD com recurso a definição do índice volumétrico obtido a partir da equação de Palmstron atendendo a norma da *International Society for Rock Mechanics* (1978).

Palavras-Chave: Descontinuidades, anortosito, mina 2, Rodang, rochas ornamentais.

Abstract

This dissertation on the theme "Anorthosite Exploration in Quarry Rodang, Huila Province, Angola", aims to obtain the degree of Master of Geological Resources, in accordance with the provisions of the regulation to obtain the title. The present study is about ornamental rocks and its main objective is the description and analysis of the anorthosite extraction process for ornamental rock production in the "Mina 2" quarry of Rodang - Rochas Ornamental de Angola Lda., located in Chibemba commune, Gambos municipality in Huíla province, also considering the characterization of the geological constraints and the environmental aspects related to the extraction activity.

The research is based on a single case study, the "Mina 2" quarry of the company Rodang - Rochas Ornamentals of Angola Lda., and the development of the investigative process was based on the following steps: (1) Qualitative research of the existing literature on geological-structural characterization, best practices in ornamental rock extraction that provide sustainability and environmental recovery, current Angolan / Portuguese legislation and cartographic consultation, information accessed through visits to public bodies in the Republic of Angola (in the provinces of Luanda and Huíla) and the library of the University of Coimbra; (2) Field visit to the "Mine 2" quarry in two phases in January and June 2019 respectively for analysis and description of the general characteristics and discontinuities of the rock mass via zoning of the active area as well as the capture of photographs for better investigative sustainability; (3) interviewing workers with surveys to better identify, verify and analyze the processes inherent in quarry activity, (4) characterization of quarry anorthosite by laboratory testing, and (5) analysis, evaluation and integration of data obtained.

The laboratory tests allowed the determination of the open porosity and density of the "Mina 2" quarry anorthosite taken from the work front 8 (floor 2) and were obtained as a result of 0.51% for open porosity and 2731, 55 Kg / m³ for density which, according to the *International Association for Engineering and the Environment* classification (IAEG), confirms the good behavior as an ornamental rock thus influencing the quality of the rock mass.

The characterization of geological conditioning such as bands and fractures in the rock mass in front 8 (floor 2) by *Rock Mass Rating* (RMR) classification considering parameters such as *Rock Quality Designation* (RQD), material strength and discontinuity characteristics allowed the definition of the rock mass of "very good quality" by

calculating the RMR index and “high block size” by calculating the RQD index using the definition of the volumetric index obtained from the Palmstron equation meeting the International Society for Rock Mechanics norms (1978).

Keywords: Discontinuities, anorthosite, mine 2, Rodang, ornamental rocks

Agradecimentos

Á Deus, que com a sua mão invisível sempre trabalha em mim.

Aos orientadores, Dr. Fernando Pedro Ortega de Oliveira Figueiredo e Dr. Pedro Gomes Cabral Santarém Andrade pelo empenho, dedicação e paciência na orientação deste trabalho;

Aos meus Professores do mestrado da Universidade de Coimbra na Faculdade de Ciências e Tecnologia do Departamento de Ciências da Terra, pelas condições prestadas durante esta formação, em especial o Prof. Nelson Rodrigues.

Ao Ministério do Ensino Superior e da Ciência e Tecnologia, ao Instituto Nacional de Gestão de Bolsas de Angola, ao Setor de Estudantes no Consulado Geral de Angola em Lisboa – Portugal e, à Universidade Mandume Ya Ndemufayo na província da Huíla os meus agradecimentos pela abertura, disponibilidade e apoio.

Ao Instituto Superior Politécnico da Huíla – Angola, os meus agradecimentos pela oportunidade e confiança depositada em especial a Dra. Aida Jacinto, Brígida Morgado, aos Professores Eduardo Cai e José Fernandes pelo apoio prestado.

Á Direção da empresa Rodang - Rochas Ornamentais de Angola, Lda. em particular o Eng.º Marcelo Siku e aos operadores da pedreira “Mina 2” pela receção, dedicação, paciência e disponibilidade.

A minha Mãe Luísa Filipe e Tia Joana; aos meus filhos Perinelzio Silva e Luísa Silva; as minhas manas, manos, primas e sobrinhos que com amor, dedicação e paciência deram incentivo e encorajamento.

A todos aqueles que direta ou indiretamente deram o seu apoio, o meu muito obrigado.

Índice

1.	Introdução	1
1.1.	A Rocha Ornamental e Sua Importância Socioeconómica	1
1.2.	Objetivo do Estudo	4
2.	Enquadramento Geográfico	6
2.1.	Enquadramento Geográfico.....	6
2.2.	Clima e Vegetação	8
2.3.	Aspetos Socioeconómicos.....	9
3.	Caracterização do Setor de Rochas Ornamentais.....	13
3.1.	Exploração de Rocha Ornamental em Angola	15
3.2.	Produção de Rochas Ornamentais	17
3.2.1.	Enquadramento Legal	17
4.	Metodologia	23
5.	Caracterização da Pedreira “Mina 2” da empresa Rodang.....	28
5.1.	Laboraço e Caracterização dos Trabalhadores e Equipamentos na Pedreira Rodang-Mina 2	28
5.2.	Características Geológicas da Área de Estudo.....	32
5.2.1.	Caracterização do Anortosito da Pedreira Rodang - Mina 2	33
5.3.	Pedreira Rodang - Mina 2 e o seu Circuito Produtivo	36
5.3.1.	Circuito Produtivo	38
5.3.2.	Decapagem e Desmatação do Maciço	38
5.3.3.	Operação de Perfuração para Delimitação da Massa Rochosa.....	39
5.3.4.	Corte do bloco	41
5.3.5.	Desmonte.....	42
5.3.6.	Esquadrejamento	42
5.3.7.	Remoção e Transporte.....	43
5.3.8.	Identificação dos perigos associados e medidas preventivas na extração de rochas ornamentais anortosíticas.....	44

5.4.	Caracterização das Condicionantes da Exploração na Pedreira Rodang-Mina	49
5.4.1.	Heterogeneidades	50
5.4.2.	Fracturação	53
5.5.	Impacto Ambiental.....	57
5.5.1.	Identificação dos Impactos Ambientais na Extração de Rochas Ornamentais Anortosíticas	58
5.5.2.	Medidas de Minimização dos Impactos Ambientais na Extração de Rochas Ornamentais Anortosíticas	63
6.	Considerações Finais.....	67
7.	Referências Bibliográficas.....	71
	Anexos I.....	77
	Anexos II.....	80

Índice de Figuras

Figura 1 Localização da Província da Huíla. A) Província da Huíla e respetiva divisão administrativa, B) República de Angola e C) Continente Africano. Retirado de GPH (2007).	7
Figura 2 Localização da Pedreira Rodang-Mina 2, município dos Gambos (Chiange) na província da Huíla. A) Comuna da Chibemba, B) Pedreira Rodang-Mina 2 e C) Município dos Gambos. Retirado de Google Earth (2019).	8
Figura 3 Carta de recursos minerais da Província da Huíla, retirada de INVEST HUÍLA (2015).	12
Figura 4 Localização das províncias do Namibe e Huíla, nas quais se localizam importantes recursos em rochas ornamentais em Angola.....	16
Figura 5 Produção de rochas ornamentais em Angola, de acordo com o Instituto Nacional de Estatística - INE (2019).	17
Figura 6 Fluxograma da metodologia implementada na realização do trabalho.	23
Figura 7 Reservatório de combustível na pedreira Rodang - Mina 2, Chibemba 2019.	31
Figura 8 Grupo de geradores na pedreira Rodang - Mina 2, Chibemba 2019.	32
Figura 9 Representação cartográfica. A) Localização do Complexo Gabro Anortosítico, B) Formações geológicas presentes na região do Chiange e área de estudo, retirado de LNICT - Laboratório Nacional de Investigação Científica Tropical, 1980).....	33
Figura 10 Amostra de mão de anortosito da pedreira Rodang-Mina 2.	34
Figura 11 Produção do designado “granito marrom cohiba” na Pedreira Rodang-Mina 2, de acordo com a Empresa Rodang, (2019).	37
Figura 12 Circuito do processo de extração da Empresa Rodang-mina 2, no município dos Gambos província da Huíla.	38
Figura 13 A) Limpeza do local de interesse e B) Abertura de caixa e canal para a abertura de nova frente de trabalho.	39
Figura 14 A) Martelo pneumático e B) Barrenas para a execução de furos verticais... ..	40
Figura 15 Máquina de monofio diamantado com poleias direcionais a executar o corte vertical.	41
Figura 16 Talhada derrubada sobre acamamento, na frente de trabalho 8 da Pedreira Rodang-Mina 2.	42
Figura 17 A) Martelo pneumático e B) perfuratriz hidráulica na atividade de esquadreamento de talhada para obtenção de blocos com dimensões comerciais. ..	43

Figura 18 A) Máquina de monofio diamantado efetuando o redimensionamento do bloco, B) Transporte de bloco pela pá carregadeira com ripper e C) Ripper desacoplado e talhada para transporte.....	44
Figura 19 A) Área de pedreira, B) Escombreira, C) Área desativada e, D) Parque de blocos.....	49
Figura 20 Vista panorâmica da frente de trabalho 8, piso 2 de altura de 14,0 m, presença de falha, fraturas e nódulos na face do talude.....	50
Figura 21 Heterogeneidade cromática na face B da frente de exploração e que corresponde às denominadas bandas, orientação NW e presença de falha.....	51
Figura 22 Frente de trabalho 8, piso 2, face A com presença de filão de cor esbranquiçada e que intersecta a face do talude, presença de bandas.....	52
Figura 23 Bloco de anortosito com presença de nódulos.....	53
Figura 24 A) Fratura de direção NE-SW na frente de trabalho 8 da pedreira da Rodang-Mina 2. B) Fratura de direção N-S na frente de trabalho 1 da pedreira da Rodang-Mina 2.....	54
Figura 25 Frente de trabalho 8, piso 2, com altura de cerca de 13,40m, com presença bandas fraturas.....	54
Figura 26 Frente de trabalho 8, piso 2, com altura de cerca de 13,40m, com fraturas espaçadas com/e sem percolação.....	55
Figura 27 Frente de trabalho 8, A) Face AZ, com fraturas espaçadas com/e sem percolação de água e, B) Face BZ, fraturas sem percolação de água e espaçamento.....	56
Figura 28 Recuperação de sistema de captação de água subterrânea no município do Gambos, ANGOP (2019).....	60
Figura 29 A e B) Frentes de trabalho 1 e 4, desativadas, C) Blocos de anortosito empilhados na frente de trabalho 4, desativada e D) Aspeto da escombreira.....	62
Figura 30 Recuperação paisagística em pedreiras com diferentes configurações.....	65
Figura 31 Recuperação paisagística de pedreiras com diferentes configurações e usos.....	66

Índice de Tabelas

Tabela 1. Identificação da Pedreira.....	24
Tabela 2. Identificação das áreas de implantação do projeto.....	26
Tabela 3. Caracterização dos profissionais da Pedreira Mina 2.....	28
Tabela 4 Caracterização dos Equipamentos da Pedreira Mina 2.....	29
Tabela 5 Determinação da porosidade aberta e massa volúmica do anortosito presente na empresa Rodang – Mina 2, frente de trabalho 8.	35
Tabela 6 Perigos associados e medidas preventivas na extração de rochas ornamentais como os anortositos no SW de Angola.....	46
Tabela 7 Caracterização das bandas presentes no maciço rochoso da frente de trabalho 8 da empresa Rodang-Mina 2.....	51
Tabela 8 Caracterização geológico-estrutural da frente de trabalho nº8 face “B1 e B0” Rodang-Mina 2 (2019).....	55
Tabela 9 Caracterização geológico-estrutural da frente de trabalho nº8 face “BZ/AZ”, Rodang-Mina 2 (2019).....	56
Tabela 10 Classificação do maciço da Rodang -Mina 2 pelo índice RMR.....	57

Lista de Abreviaturas

ANGOP – Agência Angola Press

BGD - Descrição Geotécnica Básica

CAC - Complexo Anortosítico do Cunene

CGAC – Complexo Gabro Anortosítico do Cunene

CCIPA – Câmara de Comércio e Indústria Portugal e Angola

DR – Diário da República

DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia

GSI - *Geological Strength Index*

GPC - Gabinete Provincial do Comércio

GPCIRMH - Gabinete Provincial do Comércio, Indústria e Recursos Minerais da Huíla

IAEG – *International Association for Engineering Geology and the Environment*

IGEO - Instituto Geológico de Angola

INE - Instituto Nacional de Estatística

ISRM - *International Society for Rock Mechanics*

Ma – Milhões de anos

MADR – Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural

MAPTESS – Ministério de Administração Pública, Trabalho e Segurança Social

MIREMPET – Ministério dos Recursos Minerais e Petróleos

PLANAGEO - Plano Nacional de Geologia

RMR - *Rock Mass Rating*

RQD - *Rock Quality Designation*

UAN – Universidade Agostinho Neto

1.Introdução

1.1. A Rocha Ornamental e Sua Importância Socioeconômica

Os materiais rochosos tiveram desde sempre uma grande importância para o homem. Podem ser observados vários túmulos na Europa, Ásia e América construídos na época do Neolítico e constituídos por pedra polida como blocos de granito, mármore e arenito, entre outras.

Para Vallejo et al. (2002), as rochas correspondem a agregados naturais e compactos de partículas minerais com fortes uniões coesivas permanentes e que habitualmente se consideram como um sistema contínuo, sendo que a proporção dos diferentes minerais, a sua dimensão, a textura e a origem da rocha, correspondem a características intrinsecamente geológicas, servindo igualmente para a sua classificação em termos de engenharia.

Os maciços rochosos são constituídos por uma matriz rochosa e pelas discontinuidades que o compartimentam, estas correspondem a superfícies de fraqueza que separam blocos de “rocha intacta” e controlam os processos de deformação e de rotura dos maciços rochosos à superfície ou próximo dela. Os maciços rochosos apresentam-se, muitas vezes, como heterogêneos, anisotrópicos e descontínuos e a sua complexidade resulta da evolução geológica a que foram sujeitos. No estudo dos maciços rochosos destacam-se as classificações de Barton et al., (1974); Rocha (1976); Bieniawski (1979, 1989) e o índice geomecânico *Geological Strength Index* (GSI) de Hoek (1994) e Hoek et al. (1995), em que se definem as características geomecânicas dos maciços rochosos por via semi-empírica. A Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas (ISRM) estabeleceu, em 1981, a Descrição Geotécnica Básica (BGD) de maciços rochosos, cujo objetivo é caracterizar o comportamento mecânico dos maciços rochosos. Esta descrição não é exaustiva, verificando-se, muitas vezes, a necessidade de ser complementada com informação mais detalhada. Dos parâmetros considerados na BGD, considera-se o espaçamento da fracturação, a espessura da estratificação, a resistência à compressão uniaxial, o ângulo de atrito das superfícies das discontinuidades e o grau de alteração.

As rochas ornamentais quando comparadas aos seus substitutos, nomeadamente o betão, tijolos, produtos cerâmicos obtêm vantagens no que diz respeito à sua utilização como material de acabamento por sua beleza, maior dureza e resistência à solicitação de uso sendo que a moda credibiliza o tipo comercial de rocha ornamental onde o *marketing* na divulgação dos produtos, em especial os novos, é fundamental para o sucesso nas vendas.

Angola é um país constituído por 18 províncias e apresenta-se rico em recursos naturais com destaque para o petróleo e os diamantes, sendo de realçar que a queda nos últimos anos do preço do crude, despoletou uma crise económica no país. Para a reestruturação económica do país, o governo angolano procura valorizar a área de extração das rochas ornamentais através da sua exportação para a Europa e Ásia.

A extração de rochas ornamentais tem sido uma das atividades que mais tem contribuído para o desenvolvimento económico, sendo responsável por um dos maiores volumes de investimento no setor privado do país. Devido ao seu potencial geológico, Angola é um dos países fornecedores de *commodities* para a indústria de rochas ornamentais o que constitui uma situação fundamental para a sua inserção na economia mundial.

A atividade de extração mineral corresponde a uma atividade industrial que é considerada como um dos grandes pilares do possível desenvolvimento económico, o que suscitou o interesse de realizar o presente trabalho.

A evolução recente do cenário económico nacional e internacional tem sido marcada pelo pioneirismo, arrojo, busca de soluções tecnológicas pela inovação constante, adaptação rápidas bem como pela mutação da concorrência internacional, surgimento de produtos concorrentes e pelo desenvolvimento tecnológico acelerado apresentando assim ao setor de rochas ornamentais, um desafio constante em termos de competitividade e sustentabilidade nacional e internacional dando origem a novas relações entre o comércio, a competitividade e o investimento.

Aspetos relacionados a inovação tecnológica, ao reforço dos fatores complexos que ditam o mercado de rochas ornamentais (moda, design, conceção do produto, imagem de marca, etc.), cooperação tecnológica entre empresas (quer das grandes empresas entre si, quer com as pequenas empresas de base tecnológica), determinados simultaneamente pela preocupação de partilhar custos e de obter situações de liderança tecnológica, têm sido desafios para que as empresas se consolidem e aumentem o seu

grau de penetração nos mercados interno e externo e para que, as relações empresa-clientes sejam mais sustentáveis. Para além disso, há também a necessidade de haver a evolução na gestão empresarial e o conhecimento das especificidades de cada cliente e mercado estrangeiro pois a diversificação de mercados é fundamental para a redução da dependência económica do mercado principal.

Quando se estuda o setor extrativo, não se pode esquecer que este possui algumas características especiais que o diferencia dos demais setores económicos, todos os procedimentos relacionados com esta atividade devem ser minuciosamente analisados, sempre com o intuito que os empreendimentos realizados sejam bem-sucedidos.

A indústria de extração de rochas ornamentais apresentou um crescimento significativo nas últimas décadas sendo que nos primeiros quatro meses de 2017, a exportação de rochas ornamentais em Angola atingiu 18,2 mil m³, de valor equivalente a 4,35 milhões de dólares americanos, segundo o boletim informativo do Ministério da Geologia e Minas (Gonçalves, 2017).

O Complexo Anortosítico do Cunene (CAC) ou simplesmente Complexo Anortosítico tem sido alvo de observações e estudos geológicos, entre os mais detalhados destacam-se: Carvalho (1969, 1970); Carvalho e Pereira (1969); Carvalho e Simões (1971); Carvalho e Pereira (1972); Silva (1992); Carvalho et al. (2000). O Complexo Anortosítico estende-se sem qualquer interrupção desde o SW de Angola até ao norte da Namíbia, que corresponde ao seu extremo sul e na qual o maciço se alonga numa orientação geral E-W.

O presente trabalho tem como objetivo principal a descrição e análise do processo de extração de anortosito para produção de rocha ornamental tendo em conta as condicionantes geológicas, os aspetos ambientais e de segurança e saúde no trabalho relacionados a atividade de extração na pedreira da Rodang-Mina 2 localizada na comuna da Chibemba, município dos Gambos na província da Huíla. Neste trabalho propõem-se soluções de recuperação/minimização da área da pedreira tendo em atenção os aspetos paisagísticos, a fauna, flora e as comunidades adjacentes.

Este trabalho é constituído por sete capítulos e através deste estudo pretende-se analisar, avaliar e integrar os dados coletados para uma melhor caracterização da pedreira acima mencionada tendo em conta as questões ambientais, de segurança e higiene no trabalho afetas aos trabalhadores e populações circunvizinhas e através

deste propor soluções que possam vir a reduzir ou mitigar o impacto resultante desta actividade.

A pedreira “Mina 2” foi estabelecida em 24 de junho de 2004, tendo entrado em atividade em junho de 2005 e, está sob a tutela da empresa Rodang - Rochas Ornamentais de Angola Lda. com sede na cidade do Lubango, capital da província da Huíla. A empresa Rodang - Rochas Ornamentais de Angola Lda., é responsável pela extração de anortosito e mármore, sendo que no segundo trimestre de 2016 foi responsável pela produção e exportação de 2 028 m³ de blocos de anortosito em bruto. Ela detém as seguintes pedreiras:

- Mina 1 e 5: município da Chibia (Comuna do Tchicutiti): comercialmente designado, “granito negro Angola”;
- Mina 2 e 3: município dos Gambos (comuna da Chibemba): comercialmente designado, “granito marrom cohiba”;
- Minas 4 e 6: município do Virei, província do Namibe: mármore;
- Mina 7: município da Bibala, província do Namibe: mármore.

1.2. Objetivo do Estudo

No presente trabalho com o tema de dissertação “Exploração de Anortosito na Pedreira da Rodang (Mina 2), Província da Huíla, Angola”, estudam-se as diferentes fases de exploração da pedreira considerada, envolvendo vários procedimentos que vão desde a procura e caracterização geológica e estrutural do maciço rochoso, o seu possível interesse económico, desenvolvimento de exploração, desativação e recuperação ambiental.

Para tal, procedeu-se ao estudo das características do maciço rochoso (frentes de trabalho ativas e desativadas), designadamente da presença de descontinuidades e das suas orientações e espaçamento, efetuou-se a descrição litológica do material rochoso presente nas frentes das pedreiras. Esta descrição foi utilizada à posteriori no sentido de contribuir para a otimização do processo de extração.

O material rochoso explorado na pedreira da Rodang-Mina 2 nos Gambos, local onde se realiza o estudo, é designado comercialmente como granito negro cohiba ou marrom cohiba e, apresenta uma tonalidade castanha intensa, entre tabaco e café torrado

sujeito, por vezes, a variações de tonalidade, dimensão do grão ou composição. O maciço rochoso encontra-se inserido no Complexo Anortosítico do Cunene (CAC) apresenta-se algo fraturado, verificando-se a presença de bandas, manchas e a existência de filões (brancos, castanhos ou verdes) procurando-se averiguar se a presença das mesmas condiciona a exploração, de forma que se possam escolher as possíveis áreas para o avanço da pedreira, o que é economicamente relevante e também contribui para a redução do impacte ambiental para a empresa em questão.

2. Enquadramento Geográfico

2.1. Enquadramento Geográfico

A pedreira Rodang-Mina 2, encontra-se na província da Huíla que fica no Sudoeste de Angola sendo que esta província, encontra-se entre os paralelos de 13° 30' e 16° 30' de latitude Sul, e nos meridianos de 13° 30' e 16° 30' de longitude Leste, e ocupa uma extensão territorial de 79 023 km² (Figura 1).

A província da Huíla é constituída por 39 comunas inseridas em catorze municípios: Quilengues, Humpata, Quipungo, Caconda, Matala, Caluquembe, Gambos (Chiange), Kuvango, Jamba, Chicomba, Chipindo, Chibia, Cacula e Lubango sendo este último, a capital da província.

A Província do Lubango apresenta fronteira com outras províncias como:

- A Norte: as Províncias de Benguela e do Huambo;
- A Sul: a Província do Cunene;
- A Este: as Províncias do Bié e do Cuando Cubango;
- A Oeste: as Províncias do Namibe e de Benguela.

O território da Huíla insere-se no agrupamento de superfícies planálticas do interior angolano e que pertencem ao designado Planalto Principal (Feio, 1981), cujas cotas variam entre os 1000 e os 2300 m. As partes Oeste e Noroeste e também Sul e Sudoeste apresentam as altitudes menos elevadas e estão relacionadas com nivelamentos de transição. As áreas de cotas intermédias, compreendidas entre 1400 e 1800 m, enquadram-se na parte sul do Planalto Central. As superfícies de cotas superiores, de 1900 a 2300 m, pertencem ao Planalto da Humpata.

A área de estudo localiza-se na comuna da Chibemba, município dos Gâmbos (Chiange), este último tem uma área de 8 150 km² e situa-se na parte sudeste da província da Huíla e a 150 km da capital provincial Lubango. O município de Chiange tem a Norte, os municípios da Chibia e do Quipungo, a Este o município da Matala, a Sul apresenta os municípios da Cahama e do Curoca, e a Oeste é limitada pelo município de Virei. O município de Chiange tem uma altitude média de 1 484 m, e apresenta-se composto pela referida comuna de Chibemba e também pela de Chiange.

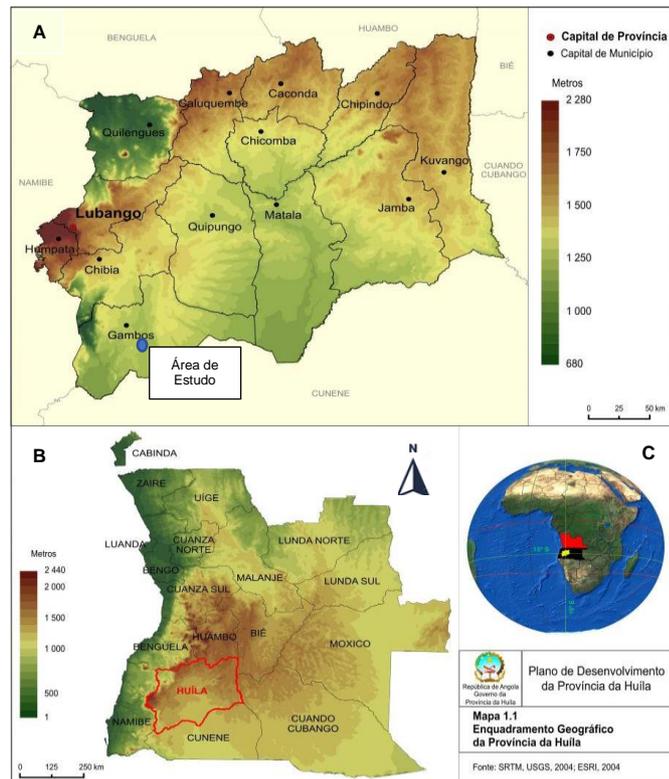


Figura 1 Localização da Província da Huíla. A) Província da Huíla e respetiva divisão administrativa, B) República de Angola e C) Continente Africano. Retirado de GPH (2007).

A área de estudo situa-se no município dos Gambos e apresenta-se limitada pelas coordenadas geográficas: A ($15^{\circ}41'23.557''S$, $14^{\circ}5'5.219''E$); B ($15^{\circ}42'12.337''S$, $14^{\circ}5'8.048''E$); C ($15^{\circ}42'4.943''S$, $14^{\circ}6'54.947''E$); D ($15^{\circ}41'6.583''S$, $14^{\circ}6'51.948''E$) (Figura 2).

A região onde se insere a área considerada neste trabalho, tem sido estudada sob o ponto de vista geológico devido à importância que possui no contexto do Sul de Angola, sendo que nela foram realizados estudos importantes por geólogos como Vale & Simões (1971), Correia (1976), Carvalho et al. (1979), Carvalho & Alves (1990), Morais et al. (1998), Mayer et al. (2004) e McCourt et al. (2004) que serviram para o conhecimento geológico da região, nos estudos geomorfológicos destacam-se os desenvolvidos por Feio (1981) e Diniz (1991). Nos aspetos relacionados com a economia e a demografia dos povos nas terras altas da Huíla é de salientar o trabalho realizado por Medeiros (1976), onde sintetiza um conjunto de estudos sobre a região.

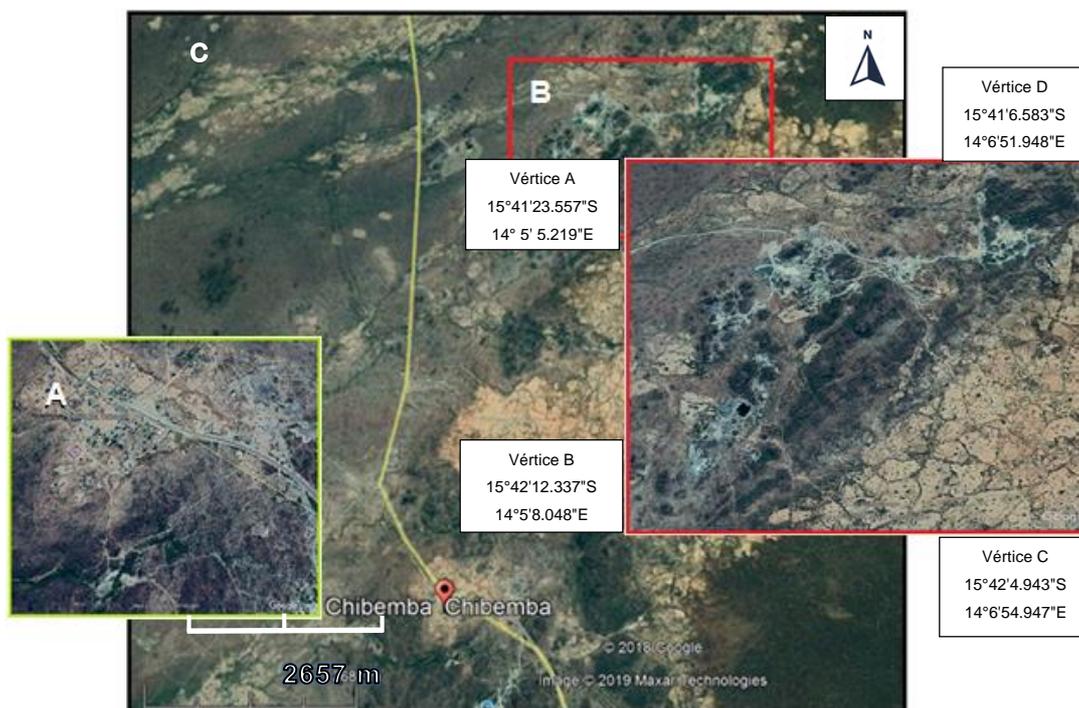


Figura 2 Localização da Pedreira Rodang-Mina 2, município dos Gambos (Chiange) na província da Huíla. A) Comuna da Chibemba, B) Pedreira Rodang-Mina 2 e C) Município dos Gambos. Retirado de Google Earth (2019).

2.2. Clima e Vegetação

Na zona centro-norte da província da Huíla e no Planalto da Humpata, o clima é tropical de altitude e semiárido nas áreas de cota mais reduzida. O clima da região é caracterizado pela existência de temperaturas médias anuais compreendidas entre os 19° e 24° C, enquanto as precipitações médias anuais oscilam entre 1200 mm na parte norte e nordeste da província e inferior a 500 mm por ano na extremidade sul da Província da Huíla (GPH, 2014), ocorrem duas estações:

- Estação seca (Cacimbo): entre os meses de maio a setembro, rigorosa nos planaltos e com temperaturas médias variando entre os 15,5° e os 19° C, registam-se amplitudes térmicas diárias significativas, inexistência de precipitação e uma humidade relativa do ar muito reduzida. Neste período as oscilações térmicas diárias podem ultrapassar os 25°C, e são comuns nas áreas de cota mais elevada as geadas, o que estabelece um contraste com a época das chuvas, de humidade relativa elevada e de oscilações térmicas diárias pouco significativas (Diniz & Aguiar, 1966; Diniz, 1973).
- Estação das chuvas: entre os meses de outubro a abril, na qual se verificam temperaturas médias compreendidas entre 19° e 21° C, bem como valores de precipitações médias de 600 a 1200 mm.

Na região dos Gambos o clima tropical semiárido é predominante e verifica-se uma precipitação média de 500-600 mm/ano. Os meses de janeiro e março são de pluviosidade mais elevada, enquanto os meses de junho e julho correspondem aos meses de menor temperatura e enquadram-se na estação seca, registando-se uma humidade relativa mais baixa e evidenciando oscilações diárias mais elevadas de temperatura. Os valores de precipitação e a rede hidrográfica existente, designadamente a relacionada como o rio Caculuvar, podem trazer limitações, no que diz respeito à utilização dos recursos hídricos.

Os tipos de vegetação predominantes são de formação estépica de arbustos e árvores, bosques de *Colophospermum Mopane*, savana de Acácia Kirkil e matos lenhosos (MADR, 1997). É de salientar que em algumas áreas do município de Gambos se regista a presença de vegetação muito densa e espinhosa. Observa-se a presença de pequenos declives de terrenos alagadiços na época das chuvas «Mulolas» e algumas elevações de maior importância onde são ocorrentes as rochas pertencentes ao Complexo Gabro-Anortosítico.

Nas áreas com a cobertura arenosa do Kalahari, verifica-se a predominância de solos psamíticos que são grosseiros e não coesos, correspondendo a uma unidade pedológica bem individualizada designada por “Tunda”, evidenciando uma cor parda ou parda acinzentada no horizonte superficial, a que corresponde uma presença de material argiloso reduzida, sendo muito permeáveis e evidenciando poucos nutrientes minerais e matéria orgânica.

2.3. Aspetos Socioeconómicos

Angola possui uma grande diversidade de recursos naturais e o novo ambiente de negócios, bem como as potencialidades agrícolas, geológicas e mineiras constituem um apelo ao investimento privado nacional e estrangeiro, promovendo o crescimento e o desenvolvimento do país. A província da Huíla possui uma população diversificada em termos étnicos, estimada em cerca de 2 906 700 habitantes (GPH, 2019), e é composta por quatro principais grupos etnolinguísticos: Nyaneca-Humbi, Ovimbundu, N'gàngela e Herero.

O município dos Gambos (Chiange) possui uma população aproximada de 150 000 habitantes que se dedica maioritariamente a atividades relacionadas com a agricultura de subsistência, agropecuária e a extração de rochas ígneas. A sua população pertence, de modo geral, ao grupo Nyaneca-Humbi que tem uma maior predominância

no centro e norte do município e que inclui os povos Muílas, Gambos, Humbes, Donguenas, Hingas, Cuâncuas, Handas, Quipungos e Quilengues.

A agricultura, a pecuária e a silvicultura constituem as principais atividades económicas da província da Huíla que foram afetadas pelos problemas derivados da guerra civil, mas também pela seca, escassez de equipamentos e tecnologias modernas.

Na Província da Huíla destaca-se a criação de produtos agrícolas como algodão, banana, batata, batata doce, feijão, milho, soja, tabaco, goiaba, trigo, manga e cana-de-açúcar.

A produção agrícola é vendida nos mercados municipais, mercados paralelos e, mais raramente, através do escoamento para Luanda. As principais atividades pecuárias desenvolvidas estão relacionadas com a criação de gado bovino e caprino.

Em termos de indústria na Província da Huíla, é de salientar a sua baixa contribuição e estar principalmente centrada em materiais de construção, bebidas, madeira e mobiliário. No entanto, a existência de recursos geológicos é muito significativa, verificando-se a existência de dezasseis (16) unidades industriais relacionadas com as rochas ornamentais.

As atividades económicas predominantes no município dos Gambos são a extração de anortositos, a agropecuária de subsistência e a pastorícia, verificando-se a existência de camponeses associados, pequenos empresários agropecuários e também de comerciantes.

O fornecimento de energia elétrica na província da Huíla, é efetuada pela central hidroelétrica da Matala e pelas centrais térmicas do Lubango, Namibe e Tombwa. Cerca de 15% da população da província tem acesso a água potável, e somente 1% tem água proveniente da rede de abastecimento, 57% consome água de cacimbas, 18% água diretamente de rios, 6% de chafarizes e 3% de lagos e lagoas. A rede de saneamento é muito limitada (IMPULSO ANGOLA LDA., 2014)

No âmbito social, a província apresenta deficiências nos setores da educação e saúde, existindo centros de ensino de diferentes níveis (geral, médio e profissional) e de ensino técnico-profissional, que são distribuídos de forma desigual pelos municípios e unidades hospitalares que se concentram na capital da província, Lubango.

Os principais recursos geológicos existentes na província da Huíla (Figura 3) são: a água mineral, caulino, diamantes, granitos, anortositos, quartzo, magnésio, mica, ouro e urânio. Deve salientar-se que Angola produz rochas ornamentais de grande procura como o denominado mármore azul, localizado no Muhino, e o mármore branco na Serra da Lua, estes dois últimos extraídos na Província do Namibe; granito cinza e creme no

Quikombo, Província do Cuanza Sul; Blue Moon, Blue Antique e Angola Silver, na Província da Huíla.

Na Província da Huíla, a exploração dos materiais geológicos tem vindo a ganhar uma maior expressão motivada pela expansão do mercado imobiliário, da construção civil e da edificação individual de habitações que deste modo exercem uma pressão sobre a exploração dos recursos geológicos, que se processa de modo mecanizado e também artesanal. Este setor tem apresentado um volume de negócios importante para a economia angolana, para a qual a exploração de pedras naturais, em 2018, contribuiu com uma produção superior á 35 000 m³ (correspondente a 10 500 milhões de dólares, para USD. 300/m³), com as províncias da Huíla e do Namibe a liderarem a produção.

As reservas aproximadas de rochas ornamentais designadas em termos comerciais como “graníticas”, em vinte das áreas mais importantes das Províncias da Huíla e do Cunene foram estimadas em 1,18 mil milhões de metros cúbicos. A existência de reservas apreciáveis de matérias-primas de valor elevado e de grande diversidade tem originado um crescimento do setor das rochas ornamentais, deste modo, a Província da Huila tem 11 empresas de dimensão média e 7 empresas de maior dimensão para a extração e transformação do designado, em termos comerciais, como “granito preto” (MIREMPET, 2018).

Os principais países importadores de rochas ornamentais de Angola são a África do Sul, Congo, Líbano, Portugal, Espanha, França, Bélgica, Alemanha, Polónia, Itália, Índia, China, Vietname e Taiwan, sendo de mencionar que os blocos rochosos são exportados maioritariamente em bruto.

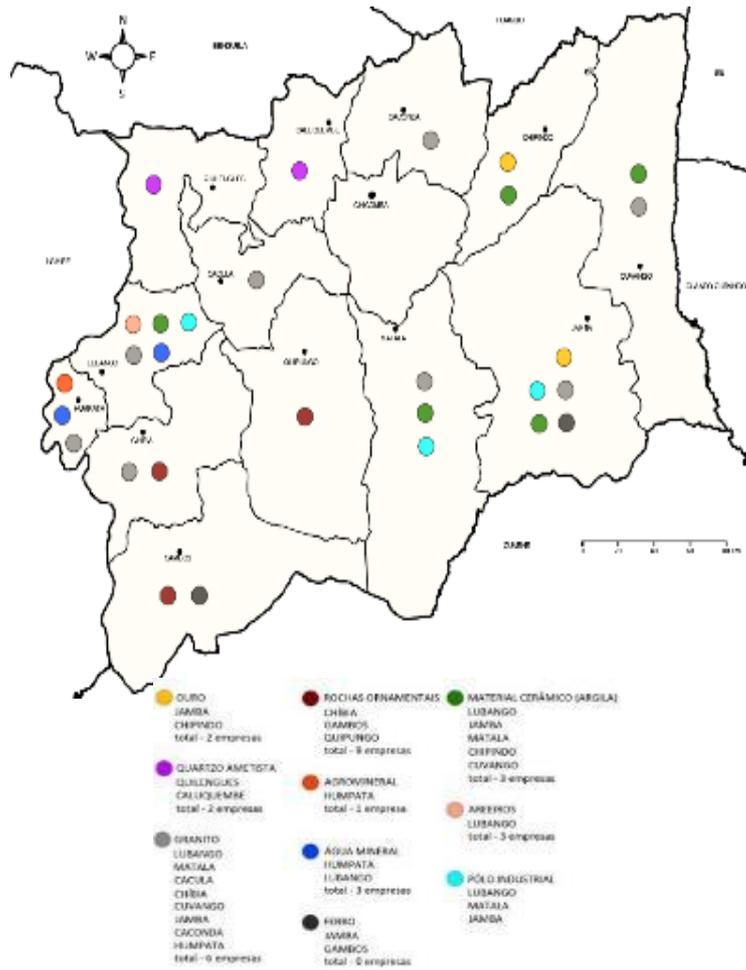


Figura 3 Carta de recursos minerais da Província da Huíla, retirada de INVEST HUÍLA (2015).

3.Caracterização do Setor de Rochas Ornamentais

Desde os tempos remotos que as rochas ornamentais são utilizadas e constituem uma atividade económica importante, permitindo o desenvolvimento socioeconómico. Um dos principais problemas globais está relacionado com o crescimento económico, mas sem atender às medidas de mitigação/prevenção dos impactos decorrentes das atividades económicas.

A extração de rochas ornamentais caracteriza-se por ser um setor com fortes impactos associados e que englobam intervenções no solo, subsolo e paisagem com consequências na fauna, flora, qualidade do ar e água e as populações.

Em Angola, a extração de rochas ornamentais é uma atividade com vários obstáculos, designadamente na obtenção de licenciamento bem como na sua monitorização, e também na execução de planos de gestão e recuperação ambiental, o que é condizente com a realidade de Angola e em particular das áreas em que as pedreiras se encontram localizadas.

O conjunto das leis relacionadas a atividade extrativa deve revelar-se como um instrumento indispensável ao desenvolvimento de um país e na construção de uma consciência preventiva e respeitadora do ambiente.

Portugal, pertencendo à União Europeia, tem, por conseguinte, algumas das suas normas legislativas baseadas em diretivas, decisões e regulamentos comunitários, sendo que o atual regime jurídico de revelação e aproveitamento dos recursos minerais foi estabelecido pela Lei n.º 58/2015, de 22 de Junho (DR, 2015). Neste instrumento regulatório, os recursos minerais presentes na crosta terrestre podem ser incorporados ou não no domínio público do Estado, designadamente os depósitos minerais, os recursos hidrominerais e geotérmicos, enquanto as massas minerais e as águas de nascente são parte integrante do domínio privado. Os projetos da indústria extrativa devem imperiosamente obter a Licença de Exploração para o desenvolvimento da sua atividade e, complementarmente estão sujeitos à certificação e execução dos sistemas de gestão da qualidade, licenciamento de infraestruturas e do aproveitamento de domínio hídrico.

Em Portugal, o regime jurídico de pesquisa e extração de massas mineiras (Lei das Pedreiras) foi aprovado pelo Decreto-Lei nº 270/2001, de 6 de Outubro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei nº 340/2007, de 12 de Outubro (DR, 2007), procurando introduzir normas, no processo de licenciamento e fiscalização das pedreiras, que garantissem a adequação das explorações existentes à lei e a necessária ponderação dos valores ambientais.

Em Angola, a Lei nº 31/11 de 23 de Setembro - Código Mineiro (DR, 2011), regula toda a atividade geológico-mineira, designadamente: “investigação geológica, descoberta, caracterização, avaliação, exploração, comercialização, uso e aproveitamento dos recursos minerais existentes no solo, no subsolo, nas águas interiores, no mar territorial, na plataforma continental, na zona económica exclusiva e nas demais áreas do domínio territorial e marítimo sob jurisdição da República de Angola, bem como o acesso e exercício dos direitos e deveres com eles relacionados”. Neste diploma, a regulação para a exploração de massas minerais encontra-se como minerais para a construção civil no seu capítulo XXI, artigo 329º: “é considerado mineral para a construção civil, toda a substância de origem mineral usada diretamente em obras de construção civil ou como matéria prima para o fabrico de produtos destinados à construção civil.”, devendo destacar-se nos anexos a alínea h) relativa às rochas ornamentais — ex.: anortositos, granitos, mármore.

A área para a prospeção de recursos minerais destinados à construção civil tem como limite 50 km² (capítulo XXI – minerais para construção civil, áreas para prospeção, artigo 338º retirado de DR (2011)), de acordo com o pedido e das circunstâncias locais de uso do solo para outros fins e, quando se trate de direitos mineiros de exploração, a área a conceder deve ser confinada ao depósito e às respetivas instalações de beneficiação, até um raio de 1 km, a fixar pela entidade competente de acordo com as condições específicas da exploração (capítulo XXI - minerais para construção civil, áreas para exploração, artigo 339º, retirado de DR (2011)).

No que concerne a legislação, registam-se as seguintes diferenças:

- Para Portugal existe um conjunto de leis específicas para o setor de extração de rochas ornamentais (Lei das pedreiras) sendo que para Angola, o conjunto de leis é geral cobrindo todos os sectores de exploração de minerais excetuando o petróleo no caso, o Decreto-Lei nº 31/11 de 23 de Setembro- Código Mineiro.
- A tramitação para obtenção de licenciamento em Portugal apresenta uma programação calendarizada e com prazos definidos ao passo que em Angola,

não são respeitados os prazos expressando morosidade na obtenção de licenciamentos.

- Para as pedreiras em Portugal, a consulta pública depende do caso e localização do projeto
- Em Portugal, o Plano Ambiental e de Recuperação Paisagística é obrigatório existindo a monitorização por parte da entidade competente no que diz respeito ao seu cumprimento ao passo que em Angola o mesmo não acontece.
- Em Angola, a consulta pública é uma obrigatória no caso da atividade mineira ser desenvolvida em área de comprovado potencial vegetal ou animal, ao passo que em Portugal depende do caso e da localização do projeto.

3.1. Exploração de Rocha Ornamental em Angola

A dinâmica de reconstrução nacional em Angola conduzirá ao incremento do setor da construção civil e das obras públicas, e conseqüentemente ao desenvolvimento da exploração das rochas ornamentais.

O setor de rochas ornamentais inscreve-se nas medidas da reindustrialização do país, por ser uma atividade maioritariamente exportadora estimulando o desenvolvimento económico e industrial.

Em 2017, existiam em Angola doze fábricas de corte, polimento e beneficiação de rochas ornamentais, verificando a presença de cinco na província da Huíla, três na província do Namibe, duas em Luanda, uma em Benguela e outra no Zaire (Macauhub, 2017).

Para o quinquénio 2012/2016, o setor de rochas ornamentais que compreende o granito, mármore, quartzito, anortosito e calcário apresentou uma produção de 215 500 m³ (Macauhub, 2017).

Os recursos em rochas ornamentais em Angola são consideráveis nas Províncias da Huíla e Namibe (Figura 4), pelo que, a evolução deste setor não se apresenta separada do desenvolvimento económico das mesmas províncias.

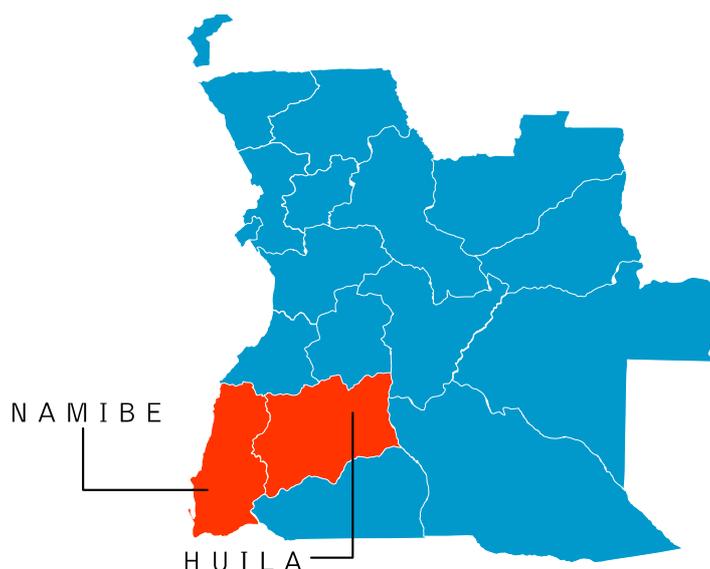


Figura 4 Localização das províncias do Namibe e Huíla, nas quais se localizam importantes recursos em rochas ornamentais em Angola.

A província da Huíla apresenta atividades industriais, das quais 64% das empresas mais representativas estão relacionadas com o ramo alimentar, bebidas, tabaco, construção civil e indústria de minerais não metálicos.

As rochas ornamentais constituem uma importante riqueza na província da Huíla dado que apresentam reservas de vários milhares de milhões de metros cúbicos dos denominados “granitos negros”, de exploração relativamente acessível e cuja aceitação no mercado mundial de rochas ornamentais tem sido considerável, de tal modo que a procura é claramente superior às possibilidades de extração, e tendo como concorrentes a nível mundial, a África do Sul, Zimbabué e Moçambique.

A exploração de rochas ornamentais assume-se como uma atividade económica de interesse considerável (Figura 5), desde que sejam ultrapassadas algumas dificuldades, designadamente as acessibilidades (recorde-se que o setor depende de modo de transporte das rochas ornamentais). As grandes jazidas do designado “granito negro” situam-se na parte Sul da Província da Huíla, em particular no município da Chibia (Tchicuatiti), o denominado granito marrom Cohiba, encontra-se no município dos Gambos e corresponde a rochas anortosíticas.

Tendo em atenção as metas do programa “Indústria 2013 – 2017”, a dinâmica da economia e a abundância de recursos naturais conferem a este sector um grande potencial de desenvolvimento interno e externo, podendo induzir um crescimento acumulado do PIB setorial da ordem dos 65% e levar a um decréscimo nas importações destes produtos de cerca de 48% (CCIPA, 2016).

As rochas ornamentais nacionais englobam materiais rochosos como os granitos, mármore, xistos, quartzitos, calcários e anortositos sendo os principais países de destino por ordem crescente de importância a China, Estados Unidos da América, Emirados Árabes Unidos, Itália, Polónia, Índia, Taiwan e Espanha (Jornal de Angola, 2017).

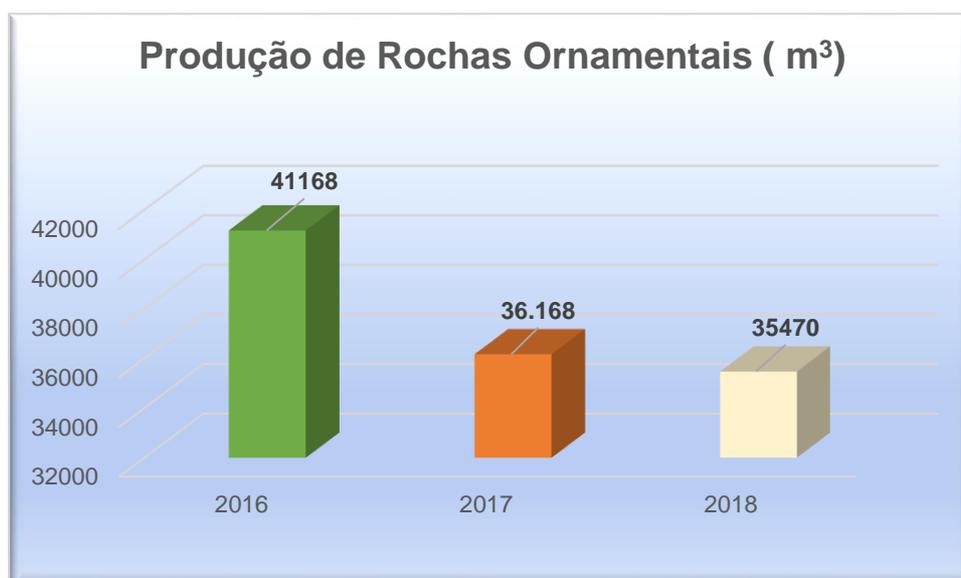


Figura 5 Produção de rochas ornamentais em Angola, de acordo com o Instituto Nacional de Estatística - INE (2019).

Em Angola, a produção de rochas ornamentais em 2018 foi de 35 470,4 m³, o que equivale a cerca de 10 641 120,0 milhões de Kwanzas. Em 2017 a produção foi de aproximadamente 36 168 m³, representando uma queda de 5000 m³ se comparado com o ano de 2016. Mais de 90% das rochas ornamentais extraídas no país são exportadas para a Ásia e Europa e uma das metas do setor a atingir até 2022, é a extração de 104, 6 mil m³ (Jornal O País, 2018).

3.2. Produção de Rochas Ornamentais

3.2.1. Enquadramento Legal

Licenciamento de Pedreiras

Em Angola, o licenciamento de áreas de exploração é regido por diploma próprio, a Lei nº 31/11 de 23 de Setembro - Código Mineiro (DR, 2011), e por meio da execução de requerimentos dirigidos ao órgão de tutela, o Ministério dos Recursos

Minerais e dos Petróleos, este direito é conferido após a aprovação do contrato de investimento e emissão dos seguintes títulos:

- Título de Prospeção: reconhecimento, prospeção, pesquisa e avaliação de recursos minerais.
- Título de Exploração: exploração de recursos minerais.
- Alvará Mineiro: a prospeção ou exploração de recursos minerais aplicáveis à construção civil como areia, argila, brita, burgau, solos.
- Senha Mineira: exploração artesanal de diamantes.

Responsabilidade Técnica

Na legislação angolana, o encargo técnico de segurança da mina bem como as metodologias de execução do plano e procedimentos de exploração, são da responsabilidade do diretor técnico que pode prestar serviço em mais de uma concessão mineira.

Estão isentas da obrigação da existência de um diretor técnico as concessões mineiras de materiais de construção de pequena escala e de exploração artesanal, cabendo ao Ministério dos Recursos Minerais e dos Petróleos a decisão da necessidade de um diretor técnico independentemente da dimensão da exploração mineira.

Os padrões para o quadro técnico, de acordo com a especificidade da exploração de cada mineral é definido pelo órgão de tutela, o Ministério dos Recursos Minerais e Petróleos.

Plano da pedreira

Para o código mineiro angolano o plano de pedreira é o equivalente ao plano de exploração, que faz parte do Estudo de Viabilidade Técnica, Económica e Financeira (EVTEF) e é o documento que contempla a execução das operações mineiras, contendo a descrição dos métodos, tecnologia e das instalações, a programação das operações e da produção, as atividades incluídas no estudo de impacte ambiental, a segurança industrial, assim como o cálculo dos custos e a previsão dos resultados económicos.

Este documento na legislação angolana encontra-se condensado no plano de exploração.

Em Portugal, o Decreto-Lei nº. 340/2007 (DR, 2007) permite que as pedreiras sejam definidas desde a classe 1 a 4, por ordem decrescente de área e do impacte ambiental que provoquem, sendo elas:

- Classe 1: pedreiras que apresentam uma área igual ou superior a 25 ha.
- Classe 2: pedreiras subterrâneas ou mistas e as que, sendo a céu aberto, tenham área inferior a 25 ha, recorram anualmente à utilização de mais de 2000 kg de explosivos no método de desmonte, produção anual superior a 150 000 t e tenham mais de 15 trabalhadores.
- Classe 3: pedreiras a céu aberto que não ultrapassem as características limites da classe 2.
- Classe 4: pedreiras de calçada e de laje e que têm características das pedreiras de classe 3.

De acordo com a classificação das pedreiras em classes, estas também diferem entre si em função das seguintes condições: elementos gerais, plano de lavra e plano ambiental e de recuperação paisagística. A pedreira da empresa Rodang, Mina 2, pertence à classe 1 (de acordo com a legislação portuguesa, Decreto-Lei nº. 340/2007 (DR, 2007)) e tem o seu desenvolvimento a céu aberto, aproximadamente 298 ha de extensão e a profundidade das escavações para a extração de granito ornamental é de cerca de 15 m.

- Pedreiras de classe 1:
 - Elementos gerais: carta de escala 1:25 000 a 1:50 000; local da pedreira com definição das ligações da pedreira; carta geológica e hidrogeológica; caracterização dos solos, fauna, vegetação, climatologia, geologia e hidrogeologia.
 - Plano de lavra: planta topográfica a escala de 1:1000 ou 1:2000; com representação das linhas elétricas, linhas de água, lagos e lagoas; a memória descritiva deve conter a identificação das massas minerais e a definição de reservas, métodos de exploração, descrição dos equipamentos, dimensão dos degraus.
 - Plano ambiental e de recuperação paisagística: definição da área a intervencionar; plano de desativação da pedreira com a menção das operações a realizar; plano de revestimento vegetal; monitorização, caderno de encargos, medições e valores orçamentais.

- Pedreiras de classe 2 e 3:

- Elementos gerais: carta de escala 1:25000 e carta cadastral de 1:2000 ou 1:5000; carta de condicionantes.

- Plano de lavra: planta á escala 1:500 ou de 1:1000, da planta topográfica com representação dos 50 m para além do limite da área da pedreira com a implantação de todas as condicionantes existentes e projetadas; a planta topográfica da situação final projetada tendo em consideração as condicionantes identificadas e a manter; perfis topográficos longitudinais e transversais respetivos; memória descritiva com a área da pedreira e identificação das massas minerais e estimativas das reservas existentes, métodos de exploração, dimensão dos degraus, áreas de armazenamento das terras de cobertura e dos subprodutos, identificação e caracterização dos resíduos e outros materiais a serem utilizados na normalização topográfica e respetivo plano de deposição; previsão da produção anual e tempo de vida útil para a pedreira, quantificação do número de trabalhadores e descrição de anexos, caracterização quantitativa mensal de substâncias explosivas e diagrama de fogo, condições de higiene e segurança no trabalho.

- Plano ambiental e de recuperação paisagística: planta topográfica e perfis respetivos á escala 1:500 ou 1:1000 relativa à situação final prevista; caracterização dos resíduos e outros materiais a serem utilizados na normalização topográfica e proposta de cobertura vegetal e drenagem; estimativa do custo da recuperação paisagística e da respetiva caução.

- Pedreiras de classe 4:

- Elementos gerais: carta de escala 1:25000 e carta cadastral de 1:2000 ou 1:5000; localização com demarcação das ligações da pedreira à estrada principal ou camarária mais próxima.

- Plano de lavra: memória descritiva e justificativa que abarca a área da pedreira e permite a identificação das massas minerais e definição das possíveis reservas existentes; produção diária/anual prevista, indicação de equipamentos a utilizar, número de trabalhadores, recurso a pólvoras, estimativa do tempo de exploração da pedreira, descrição das instalações de apoio, condicionantes de higiene e segurança no trabalho.

- Plano ambiental e de recuperação paisagística: reposição topográfica com recurso aos materiais sobrantes, espalhamento das terras previamente retiradas, sementeira, estimativa do custo unitário da recuperação paisagística e determinação da caução.

- Responsabilidade Técnica

Segundo Decreto-Lei nº 270/2001 (DR, 2001) da legislação portuguesa, a responsabilidade técnica das pedreiras deve ser assegurada por pessoa que possua diploma de curso do ensino superior em especialidade adequada e, reconhecida pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG). Para as pedreiras de classes 3 e 4, esta responsabilidade pode ser assumida por pessoa de idoneidade reconhecida pela entidade licenciadora e com um mínimo de cinco anos de experiência no sector, exceção feita quando ocorra um projeto integrado em que deve ser proposto um responsável técnico com a especialidade referida anteriormente.

Caso haja a alteração do responsável técnico, ela deve ser solicitada pelo explorador à entidade licenciadora e ser acompanhada do reconhecimento de especialidade adequada que é emitida pela Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG) e também do respetivo termo de responsabilidade. O novo responsável técnico deve subscrever o plano de pedreira em vigor e proceder ao desenvolvimento do mesmo.

- Licença de Exploração

A Licença de Exploração é concedida pela Câmara Municipal, no caso das pedreiras a céu aberto de classe 3 e 4, e pela Direção Regional de Economia, e para as pedreiras de classe 1 e 2 ou pedreiras localizadas em áreas cativas ou de reserva, sendo obrigatório a existência de um plano de pedreira.

- Plano de Pedreira

É constituído pelo Plano de Lavra e o Plano Ambiental e de Recuperação Paisagística (PARP) que devem estar em concordância e o seu desenvolvimento passa pela entrega obrigatória de planos trienais por parte dos concessionários, estes devem apresentar a descrição dos trabalhos de exploração e de recuperação paisagística para três anos e as respetivas vistorias. As pedreiras de classe 4 não

necessitam de apresentar o programa trienal, bem como serem alvo da vistoria trienal, quando não forem objeto de um projeto integrado.

O Plano de Lavra, é o instrumento técnico no qual devem estar descritos os métodos de exploração e transporte, sistemas de abastecimento de materiais, energia e água, segurança, sinalização e esgotos (DR, 2007).

Importa destacar as seguintes diferenças no que concerne a legislação em vigor nos dois países:

- Em Portugal, as pedreiras estão classificadas em classes o que não acontece em Angola e o deferimento ou indeferimento na obtenção de licenciamento de exploração compete à Direção Regional de Economia (DRE), à Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) ou ao Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade enquanto que para Angola, compete ao Ministério dos Recursos Minerais e dos Petróleos e ao Ministério do Ambiente.
- Para Angola, não existe o Programa Trienal com a descrição dos trabalhos de exploração e recuperação paisagística e respetiva vistoria sendo que, para Portugal este é obrigatório.
- Para Portugal, o plano de lavra é aprovado pela Direção Regional de Economia; o Plano Ambiental e de Recuperação Paisagística é aprovado pelo Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, I. P. (ICNB, I. P.) e pela Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR) sendo que para Angola tais aprovações são da competência do Ministério dos Recursos Minerais e dos Petróleos e Ministério do Ambiente.
- Em Angola, o plano de lavra ou de exploração não é subjacente a minimização do impacto ambiental na envolvente e ao aproveitamento sustentável da massa mineral e, tendo em conta a situação económica do agente, o princípio das melhores técnicas disponíveis (MTD).

É de realçar para Angola, a inexistência de normas de procedimentos para licenciamento de exploração de massas minerais que clarifiquem e sistematizem a tramitação dos processos de licenciamento e pesquisa da exploração de massas minerais (pedreiras) assim como, um regime jurídico específico em matéria de exploração de massas minerais que venha diluir as limitações decorrentes da Lei nº 31/11 – Código Mineiro e, a crescente importância dos aspetos ambientais e de higiene e segurança no trabalho nesta actividade económica.

4. Metodologia

Este trabalho de investigação foi efetuado na pedreira da Rodang “Mina 2” na Província da Huíla de modo a ter uma apreciação clara sobre a exploração de anortosito, e expor as circunstâncias em que tal atividade é desenvolvida sendo que, a metodologia utilizada permitiu identificar, definir e caracterizar a pedreira.

Para a execução deste estudo foram efetuadas pesquisas de forma simultânea e sequencial utilizando um conjunto alargado de fontes de pesquisa, revisão bibliográfica e da cartografia existente bem como, a aquisição e observação de imagens fotográficas e de satélite que envolveram uma etapa preliminar e várias etapas efetivas

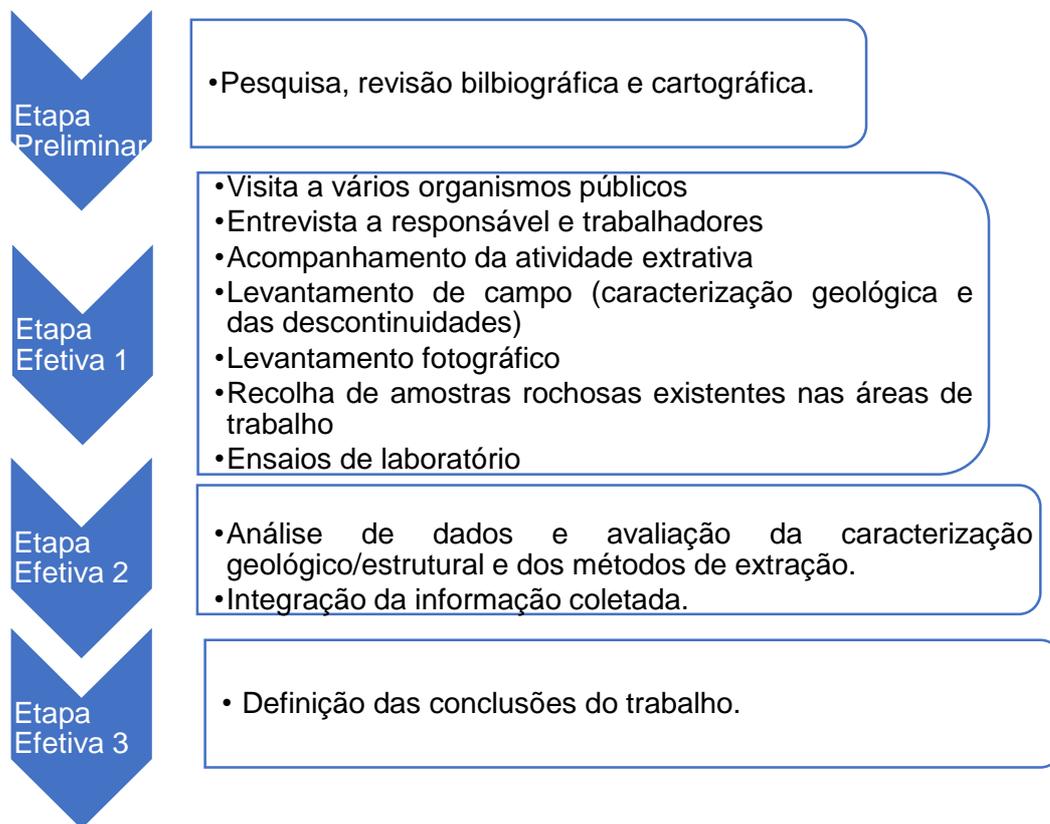


Figura 6 Fluxograma da metodologia implementada na realização do trabalho.

A etapa preliminar, consistiu na realização de pesquisa bibliográfica relacionada a legislação mineira Angolana e Portuguesa para pedreiras, bem como a consulta de cartas e documentos para o enquadramento e caracterização temática da pedreira “Mina 2”, procedendo-se ainda à leitura e interpretação de relatórios técnicos, artigos científicos e dissertações relacionadas com a caracterização geológica/estrutural e

também com as melhores práticas de exploração em pedreiras de modo sustentável e que possibilitem uma recuperação ambiental consequente.

Na etapa efetiva (Fase 1), foram efetuadas visitas realizadas aos órgãos públicos angolanos em Luanda, como o Ministério dos Recursos Minerais e Petróleos de Angola (MIREMPET), Instituto Geológico de Angola (IGEO), Instituto Nacional de Estatística (INE), Faculdade de Engenharia na Universidade Agostinho Neto (UAN) e, no Lubango o Gabinete Provincial do Comércio, Indústria e Recursos Minerais da Huíla (GPCIRMH); (2) Visita de campo a pedreira “Mina 2” da empresa RODANG – Rochas Ornamentais de Angola Lda. no município dos Gambos para analisar as características gerais do maciço via zonamento do maciço rochoso na área de trabalho em actividade, descrição das descontinuidades (direção e pendor), tendo fotografado as áreas de estudo na mina e para uma maior sustentabilidade investigativa; (3) Entrevista ao responsável e trabalhadores a recolha de dados relacionados com o funcionamento da empresa por meio da definição e aplicação de fichas de inquérito ao responsável e trabalhadores da empresa (Tabela 1 e 2) e, a realização de trabalho de campo e ensaios de laboratório para uma melhor caracterização geológica/estrutural da pedreira e acompanhamento das atividades desenvolvidas.

Tabela 1. Identificação da Pedreira

Identificação da Empresa			
Identificação da Pedreira	Endereço da Pedreira:		
	NIF:		
Situação da Pedreira:	Em actividade:		
Responsável pela Declaração			
Substâncias Extraídas			
	Quantidade Extraída (Ton.):		
Substâncias Comerciais Blocos de granito	Granito para construção civil e obras públicas	Quantidade produzida (Ton.)	-
	Chapas	Quantidade para consumo próprio (Ton.)	
	Ladrilho		
	Lancis	Quantidade vendida (Ton.)	-
	Soleiras		

Identificação da Empresa		
Categoria de Pessoal	Gerente	
	Técnico	
	Administrativo	
	Encarregados	
	Chefe de Equipa	
	Operadores	
	Manutenção	
	Outros	
Equipamentos de proteção de uso obrigatório no local de trabalho	Botas com biqueira de aço	
	Capacete de proteção	
	Colete refletor	
	Ferramentas adequadas	
	Luvas de proteção	
	Máscara anti poeira	
	Máscara com viseira	
	Óculos de proteção	
	Protetores auriculares	
	Vestuário para intempéries	
Investimentos e Encargos de Exploração		
Energia Consumida	Gasóleo	
	Eletricidade de Produção Própria	
	Produção própria	
Materiais Consumidos	Explosivos	
	Cápsulas detonadoras	
	Pneus	
	Filtros (ar, óleo, gasóleo, etc.).	
	Água de captação própria	
Informação Técnica Relativa a Exploração	Área total da pedreira	
	Área do plano de lavra	
	Área total afeta aos anexos	
	Área total dos trabalhos escavação	
	Área do plano de lavra sem intervenção	
	Reservas globais da pedreira	
	Número de degraus explorados	
	Altura média dos degraus (m)	

Identificação da Empresa		
Tipos de equipamentos	Camião	
	Carregadora de rastos	
	Escavadora	
	Equipamentos de rega de acessos	
	Pá carregadora	
	Perfuradora	
Plano Ambiental e de Recuperação Paisagística (Definido/Não Definido)		

Tabela 2. Identificação das áreas de implantação do projeto

Parâmetros	Unidade	Quantidade
Área de Exploração	[m ²]	
Área já Explorada e Recuperada	[m ²]	
Área de Margem de defesa	[m ²]	
Área de Instalações Sociais e Administrativas	[m ²]	
Área Destinada a Estacionamento e Pequenas Manutenções	[m ²]	
Área a Licenciar	[m ²]	

Para melhor caracterizar a pedreira Rodang-Mina 2 em termos de laboração e caracterização dos trabalhadores e equipamentos considerou-se a obtenção de informações sobre o horário de funcionamento, função desempenhada, produto extraído, inventário dos equipamentos presentes e em funcionamento na pedreira assim como, questões relacionadas ao ambiente e higiene e saúde trabalho.

Na fase 2 da etapa efetiva, realizou-se a análise de dados e avaliação da caracterização geológico/estrutural e dos métodos de extração em pedreiras de Portugal e Angola (Rodang), procedendo-se à integração da informação coletada e, por fim foram elaboradas as principais conclusões do trabalho efetuado.

As visitas de campo á pedreira Rodang-Mina 2, na comuna da Chibemba, foram efetuadas em duas fases que foram essenciais para a caracterização física da área de

estudo, e para a definição dos aspetos geológicos, morfológicos, hidrográficos, bem como os relacionados com a atividade extrativa, aspetos ambientais, segurança e saúde no trabalho e ainda de ocupação e uso do solo naquela região.

Para a realização do trabalho foi utilizada a carta geológica de Angola na escala 1:100 000, Folha Nº378 - Chibemba, Sul D-33-III (Marques & Simões, 1971) e recorreu-se aos seguintes materiais: bússola de geólogo do tipo Silva, GPS – Landing Measuring Meter, máquina fotográfica Sony Cyber Shot-DSC HX3350, fita métrica de extensão de 10 m e com precisão de 1 mm.

Dificuldades

Aos trabalhos de investigação científica estão atreladas limitações no que diz respeito ao cumprimento dos seus objetivos. Neste contexto e acompanhado de profundas mudanças político-estruturais no país, para a realização deste trabalho foram encontrados desafios como:

- Escassez de material de apoio da região em que se insere a área de estudo;
- Dificuldade e morosidade na obtenção de autorização para o desenvolvimento deste trabalho;
- A dificuldade e morosidade na obtenção de material de apoio a este trabalho (bibliografia e cartografia) fruto das alterações estruturais, da localização e acesso ao acervo bibliográfico no Instituto Geológico de Angola (IGEO);
- Subida do preço e seca de combustíveis no país, com a consequente paralisação da empresa Rodang Rochas Ornamentais Lda., por mais de 25 dias (Maio/2019) e retomada dos trabalhos em Junho/2019.

Em síntese, o conjunto de metodologias e técnicas aqui expostas tiveram como objetivo caracterizar a atividade extrativa de anortosito nesta região do país, Angola, e ressaltar as condicionantes ao seu desenvolvimento e crescimento.

5. Caracterização da Pedreira “Mina 2” da empresa Rodang

5.1. Laboração e Caracterização dos Trabalhadores e Equipamentos na Pedreira Rodang-Mina 2

A pedreira da Rodang-Mina 2 na comuna da Chibemba, tem aproximadamente vinte e sete trabalhadores, enquanto o total dos trabalhadores da Empresa Rodang Rochas Ornamentais de Angola Limitada é de cento e sete, englobando administrativos, encarregados, chefes de equipa, operadores de máquinas e de manutenção, seguranças.

O regime de trabalho são os dias úteis da semana, de 2ª feira a 6ªfeira, num turno de dez horas (07:00 às 18:00 horas) e com um intervalo de uma hora e trinta minutos para o almoço, e também sábado (07:00 às 12:00 horas), totalizando 50 horas semanais de trabalho, tendo o domingo como dia de descanso semanal. Nas frentes de trabalho da pedreira, as tarefas são orientadas por um encarregado geral e pelos chefes de equipa que partilham as tarefas entre si e os operadores. Os dados da caracterização dos profissionais e dos equipamentos da Pedreira Mina 2 são apresentados, respetivamente, nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 3. Caracterização dos profissionais da Pedreira Mina 2.

Caracterização dos profissionais da Mina 2 (Chibemba)					
Atividade que desempenha	Sexo (M/F)	Tempo de serviço			Quantidade
		2 anos	2 á 5 anos	> 5 anos	
Gerente	M			X	1
Encarregado da exploração	M		X		1
Encarregado geral	M				1
Administrativo	M/F		X		3 M/3F
Chefe de equipa	M			X	
Carregador de fogo					
Condutor manobrador					
Mecânico	M				3
Marteleiro/Operador do carro de perfuração					
Operadores	M		X		8
Seguranças	M		X		4
Serralheiro/Soldador	M		X		1
Servente					
Técnico de classificação	M	X	X		2
Técnico HST					

O quadro de trabalhadores é formado maioritariamente por indivíduos do sexo masculino sendo que, os do sexo feminino engrossam o quadro administrativo.

Em termos de formação profissional dos técnicos, revelam ter maior experiência o gerente, o responsável pela exploração, o encarregado geral e de equipa que acumulam mais de 5 anos no ramo de extração de granitos.

Existe dificuldade em encontrar no mercado, profissionais capacitados nesta área pelo que ocorre muitas vezes a transferência de trabalhadores de uma empresa e, por vezes, a acumulação de funções. De realçar, que existem esforços no sentido de tais dificuldades serem ultrapassadas por parte da empresa, quer seja pelo incentivo à aprendizagem de outras tarefas quer seja pela busca de profissionais para engrossar o quadro de trabalhadores, numa busca incessante.

Quanto ao uso do equipamento de proteção individual, os trabalhadores estão sensibilizados, mas, existe por vezes a resistência ao uso por parte de alguns (exemplo, uso do capacete, luvas) devido ao desconforto e calor. Por conseguinte, também não existe um profissional com formação específica em higiene e segurança no trabalho e que seja responsável pela implementação e monitorização de tais normas, bem como a presença de um médico do trabalho para a identificação e monitorização de doenças ocupacionais.

Em caso de acidente, os trabalhadores devem dirigir-se ao posto médico do município/comuna e em caso grave, para o hospital provincial na cidade do Lubango.

Quanto aos equipamentos presentes na pedreira, estes têm sofrido evoluções para que atendam a necessidade de desenvolvimento da exploração. Os equipamentos encontram-se em bom estado de conservação e em número suficiente para a produção pretendida e de acordo com o plano de contingência em desenvolvimento (por exemplo, substituição dos compressores diesel por elétricos) para manter a produção e redução de custos.

Tabela 4 Caracterização dos Equipamentos da Pedreira Mina 2.

Designação do equipamento	Quantidade	Estado de conservação	Atividade desempenhada
Bombas de água	3	Bom	Remoção da água do piso da exploração
Camião	7	Bom	Transporte de material rochoso para a escombreira

Designação do equipamento	Quantidade	Estado de conservação	Atividade desempenhada
Colchão hidráulico e acessórios	4	Bom	Afastamento de massas rochosas após a operação de corte
Compressor	3	Bom	Equipamento industrial concebido para aumentar a pressão do ar, gerando energia, sob a forma de ar comprimido, utilizado por diversos equipamentos industriais.
Depósito de substâncias explosivas	1	Bom	Local de armazenamento e guarda de explosivos.
Escavadora de rastos	2	Bom	Transporte e deposição do material na escombreira
Equipamento de rega	1	Bom	Atividade de borriço de acessos
Escavadora	4	Bom	Escavação, limpeza para abertura de frentes de trabalho
Escavadora giratória	1	Bom	Carregamento de material rochoso
Geradores	5		Fornecimento de energia elétrica as instalações sociais e pedreira
Martelo pneumático portátil	3	Bom	Execução de furos verticais, furos para fixação de outros equipamentos e guilhação de blocos
Pá-carregadora	3	Bom	Carga e transporte de material rochoso nas frentes de trabalho.
Perfuratriz pneumática	2	Bom	Execução de furos horizontais
Trator	2	Bom	Unidade escavo-empurradora de material rochoso nas frentes de trabalho e escombreira

Apesar de ser detentora de um enorme potencial hídrico, extensas áreas florestais, radiação solar e ventos de velocidades consideráveis, a República de Angola ainda é um país fortemente dependente de combustíveis fósseis. Apenas 5% dos recursos

hídricos distribuídos em 47 bacias hidrográficas são explorados, verificando-se que somente cerca de 30% da população tem acesso à energia elétrica. Verifica-se atualmente uma política de atração de investimentos para as energias renováveis dentro da diversificação da economia e, plano nacional de eletrificação para a população (DW, 2019). Na pedreira da Rodang – Mina 2 recorre-se a um reservatório de combustível com capacidade de 62 000 litros e a um grupo de geradores (Figura 7 e figura 8), com um consumo de combustível diesel que ronda os 32 250 litros/mês, considerando um custo para cada bloco extraído de cerca de 53 000 Kuanzas (aproximadamente 133 euros, à taxa de câmbio de setembro de 2019) e, estão em implementação planos de contingência que comportam a substituição de equipamentos que funcionam com combustível diesel por elétricos (compressores elétricos).



Figura 7 Reservatório de combustível na pedreira Rodang - Mina 2, Chibemba 2019.

Para o processo de extração mineral, é de vital importância a utilização de energia elétrica. Na província da Huíla existem várias restrições em termos de produção e distribuição de energia elétrica, pelo que as pedreiras existentes têm de instalar fontes próprias.



Figura 8 Grupo de geradores na pedreira Rodang - Mina 2, Chibemba 2019.

5.2. Características Geológicas da Área de Estudo

A área de estudo localiza-se num nível planáltico de altitude inferior a 700 metros e situa-se na região dos Gambos (Chiange), inserida no Planalto Principal que constitui a superfície mais extensa a Leste do Planalto da Humpata, e tem um relevo pouco acidentado, muitas vezes dominada por elevações isoladas.

Anortositos e gabros, são as rochas que ocorrem na área em estudo, pertencendo à grande intrusão de rochas básicas do Sudoeste de Angola, o Complexo Gabro-Anortosítico do Cunene (Vale et al., 1973) ou ao designado Kunene Intrusive Complex (Drüppel et al., 2007; Gleissner et al., 2010) (Figura 9) sendo que neste, estão também presentes outras rochas, com destaque para os troctólitos, noritos e diques de doleritos. Afloramentos de materiais rochosos máficos e ultramáficos (dioritos, granodioritos, gabros, piroxenites, hornblenditos) ocorrem afastados do grande corpo anortosítico, e alguns autores consideram-nos como intrusões satélites do maciço anortosítico principal (Stone e Brown, 1958; Vermaak, 1981; Menge 1998; Maier et al., 2008; Campeny et al., 2011). Rodrigues et al., (2012); Ernst et al. (2013) afirmam que algumas destas intrusões máficas não estão relacionadas com o Complexo Gabro-Anortosítico, verificando-se uma diferença de idades de cerca de 500 Ma.

Constituem a geologia encaixante deste maciço, vários granitóides atribuídos a eventos térmicos e tectonotérmicos do Proterozoico, os gnaisses, granulitos e migmatitos (rochas metamórficas de alto grau) e sequências supracrustais de grau

metamórfico baixo ou sem metamorfismo cortado por diques máficos, noríticos, que constituem o registo geológico do episódio magmático mais recente da região. Periféricamente ao complexo, rochas metaultramáfico-máficas, ocorrem em pequenas manchas entre Chongorói, Quilengues, Quipungo e Matala prosseguem para Sudoeste e Sul até ao rio Cunene, como nas regiões de Macota e Vila de Almoester, entre outras (Carvalho & Pereira, 1969 e 1972; Carvalho & Simões, 1971; Lapido-Loureiro & Machado, 1972; Carvalho & Alves, 1990 e 1993). O Complexo Gabro-Anortosítico do Cunene é uma das mais extensas ocorrências de anortositos do mundo e corresponde a um maciço anortosítico composto por vários corpos plutónicos (Sleijko et al., 2002; Maier et al., 2013).

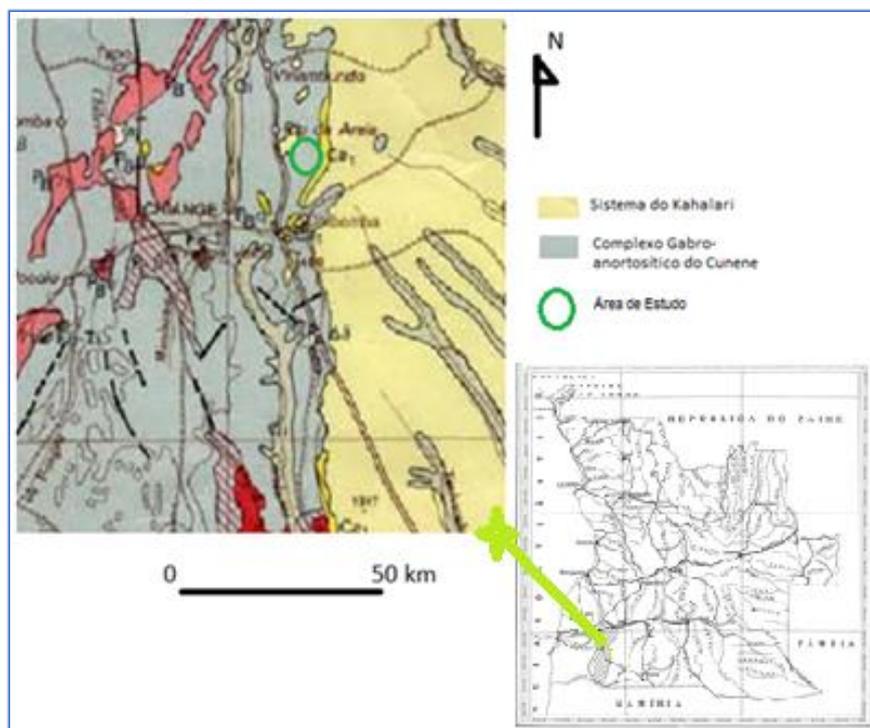


Figura 9 Representação cartográfica. A) Localização do Complexo Gabro Anortosítico, B) Formações geológicas presentes na região do Chiange e área de estudo, retirado de LNICT - Laboratório Nacional de Investigação Científica Tropical, 1980).

5.2.1. Caracterização do Anortosito da Pedreira Rodang - Mina 2

O anortosito da Pedreira Rodang-Mina 2 caracteriza-se por ser uma rocha ígnea intrusiva, muito escura, fanerítica, holocristalina, de granulação grosseira, textura

xenomórfica, compacta e de resistência elevada (Figura 10), sendo difícil execução o seu corte por serra mecânica de pequena dimensão bem como a sua rotura por golpes de martelo de geólogo, e que macroscopicamente assemelha-se muito ao troctólito. Mineralogicamente, é uma rocha que tem a plagioclase como principal componente, designadamente a labradorite, verificando-se a presença da piroxena e da olivina, e também o minerais de ferro e da biotite como acessórios menores. Os cristais de plagioclase têm uma dimensão de vários cm, podendo atingir dimensões até 9 a 10 cm, apresentando uma textura cristalina bem preservada. Deve salientar-se que a coloração escura dos minerais de plagioclase apresenta-se distinta da que se encontra normalmente noutras rochas, em que evidencia uma tonalidade esbranquiçada, uma possível explicação é a presença de titânio e ferro que podem impregnar os minerais de plagioclase.



Figura 10 Amostra de mão de anortosito da pedreira Rodang-Mina 2.

As propriedades físicas servem para retratar o comportamento das rochas quando sujeitas a determinadas solicitações. Deste modo pretendeu-se definir a porosidade e massa volúmica aparente para o anortosito presente na Pedreira Rodang-Mina 2.

Os ensaios realizados no âmbito da caracterização laboratorial têm procedimentos simples e expeditos para a determinação de propriedades indicativas e foram necessários equipamentos normalizados como balança digital, bomba de vácuo, tendo sido utilizados 10 provetes irregulares.

- Porosidade Aberta (n)

Pode ser definida pelo quociente entre o volume de vazios e o volume total dessa rocha, dependente da sua génese que é influenciada por elementos como a composição dos grãos, forma dos grãos, granulometria, grau de compactação e orientação dos grãos.

- Massa Volúmica Aparente (M)

Pode ser definida como a massa por unidade de volume de rocha sendo um parâmetro que depende da composição mineralógica, porosidade e quantidade de água intersticial. Considerando M_{seca} a massa da amostra no seu estado natural seco, M_{sat} , a massa saturada, M_{sub} a massa submersa e $M_{água}$ a massa da água então, a massa volúmica e a porosidade podem ser determinadas, respetivamente, pelas expressões 1 e 2:

$$(1) \quad n (\%) = \frac{M_{sat} - M_{seca}}{M_{sat} - M_{sub}}$$

$$(2) \quad M = \frac{M_{seca}}{M_{sat} - M_{sub}} M_{água}$$

Na caracterização da massa volúmica e da porosidade aberta do anortosito presente na pedreira da Rodang – Mina 2 frente de trabalho 8, foram obtidos os resultados apresentados na tabela 5:

Tabela 5 Determinação da porosidade aberta e massa volúmica do anortosito presente na empresa Rodang – Mina 2, frente de trabalho 8.

Amostra	Peso seco (g)	Peso saturado (g)	Peso submerso (g)	Porosidade Aberta (%)	Massa Volúmica Aparente (kg/m ³)
81	438,98	439,28	281,37	0,19	2774,38
82	234,04	234,38	149,95	0,40	2766,46
83	309,44	309,77	195,28	0,29	2697,36
84	199,64	200,28	125,92	0,86	2679,41
85	227,92	228,15	145,99	0,28	2768,55
86	214,4	214,74	135,33	0,43	2694,51
87	358,16	358,89	228,38	0,56	2738,82
88	491,34	492,19	311,98	0,47	2721,03
89	424,8	425,7	273,21	0,59	2780,18
810	136,55	137,06	86,49	1,01	2694,82
Média				0,51	2731,55

Para o anortosito da pedreira em estudo e de acordo com a classificação da IAEG, (1979), constatou-se que apresenta uma porosidade aberta muito baixa e uma massa volúmica elevada, o que confirma o bom comportamento como rocha ornamental do material extraído na Pedreira Rodang – Mina 2, tendo igualmente influência na classificação do maciço rochoso, donde é retirado, como de boa qualidade.

5.3. Pedreira Rodang - Mina 2 e o seu Circuito Produtivo

A pedreira designada como “Mina 2” da empresa Rodang-Rochas Ornamentais de Angola Lda., nos últimos três anos apresentou a sua produção mais elevada em 2017 (5096 m³) no que concerne aos blocos de 1^a classe, que são os que não apresentam elementos penalizantes (*Figura 11*), sendo que em 2016 e 2018, a produção foi mais reduzida para os blocos de 1^a classe e houve um aumento na produção de blocos de 2^a classe (estes apresentam algum dos elementos penalizantes como filões, fissuras, diferenciação de grãos) o que pode ser explicado por vários fatores como a crise financeira que está relacionada a queda do preço do crude nos últimos anos, falta de investimento no setor, processos burocráticos demorados e relativos à aquisição de licenças, reestruturação político-estrutural, subida de preços do combustível a nível nacional bem como a preferência dos seus principais clientes. Estes fatores são responsáveis pelo crescimento diminuto neste setor, em particular no dimensionamento e na modernização tecnológica das unidades de extração e transformação apesar da existência de reservas consideráveis e ainda não totalmente estimadas.

Na Mina 2 da empresa Rodang-Rochas Ornamentais de Angola, a atividade extrativa é desenvolvida a céu aberto, o que está relacionado com a forma de ocorrência do material de interesse, em maciço rochoso e matacão, não sendo necessária a abertura de galerias para a sua extração, existindo deste modo o predomínio da lavra a céu aberto do maciço rochoso.

A lavra do maciço, obedece ao sistema de bancadas com uma altura variável de 5 a 15 m e com frentes de exploração com um ângulo de talude de 90°, devido à possibilidade reduzida de instabilização, o que está relacionado com a resistência elevada do material rochoso, bem como ao espaçamento elevado da fraturação e da respetiva orientação.

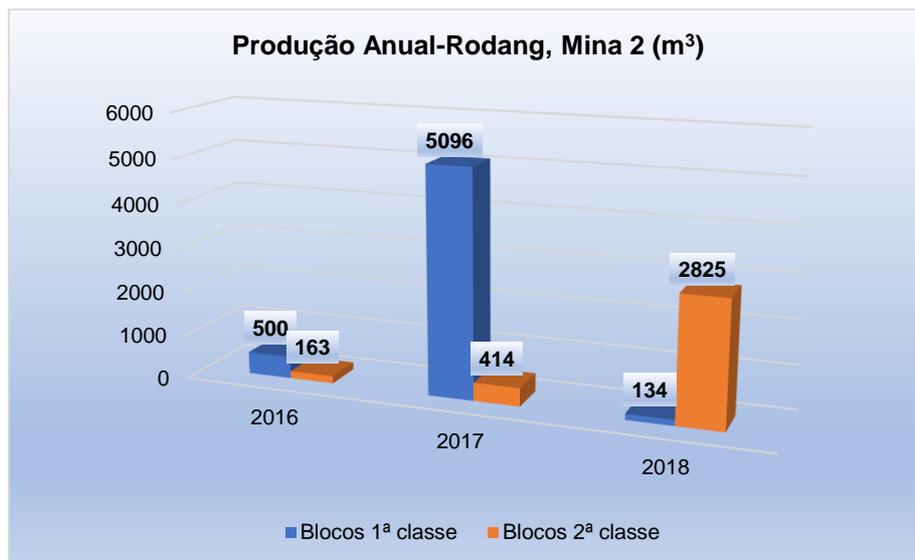


Figura 11 Produção do designado “granito marrom cohiba” na Pedreira Rodang-Mina 2, de acordo com a Empresa Rodang, (2019).

Os critérios para a classificação em blocos de 1ª e 2ª classes, baseiam-se na ausência ou presença de elementos penalizantes onde os blocos de 1ª classe são os que não apresentam elementos penalizantes (filões, fissuras, diferenciação de grãos) e, os blocos de 2ª classe se encontram subdivididos em “A”, para uma certa quantidade de elementos penalizantes (Ex.: presença de filão que corta o bloco em uma determinada direção e pendor) e, “B” para uma quantidade de elementos maior que a classe 2 (Ex.: presença de filão e diferenciação de grãos)

A extração, submete-se ao planeamento da atividade conforme as fases seguintes:

- a) Determinação do local de extração
 - Estudo de prospeção para escolher a frente a ser explorada
- b) Plano de operações
 - Alocação de máquinas a serem utilizadas nos processos de exploração
 - Preparação da praça para a lavra
 - Definição dos trajetos para transportar o material ao ponto de destino
- c) Operações de lavra
 - Desmonte do material
 - Carregamento do material extraído
 - Transporte do material extraído
 - Entrega /basculamento da quantidade de volume extraído

As ações são repetidas em cada frente de trabalho considerada.

5.3.1. Circuito Produtivo

O circuito produtivo envolve um conjunto de operações sequenciais traduzidas no esquema da Figura 12.

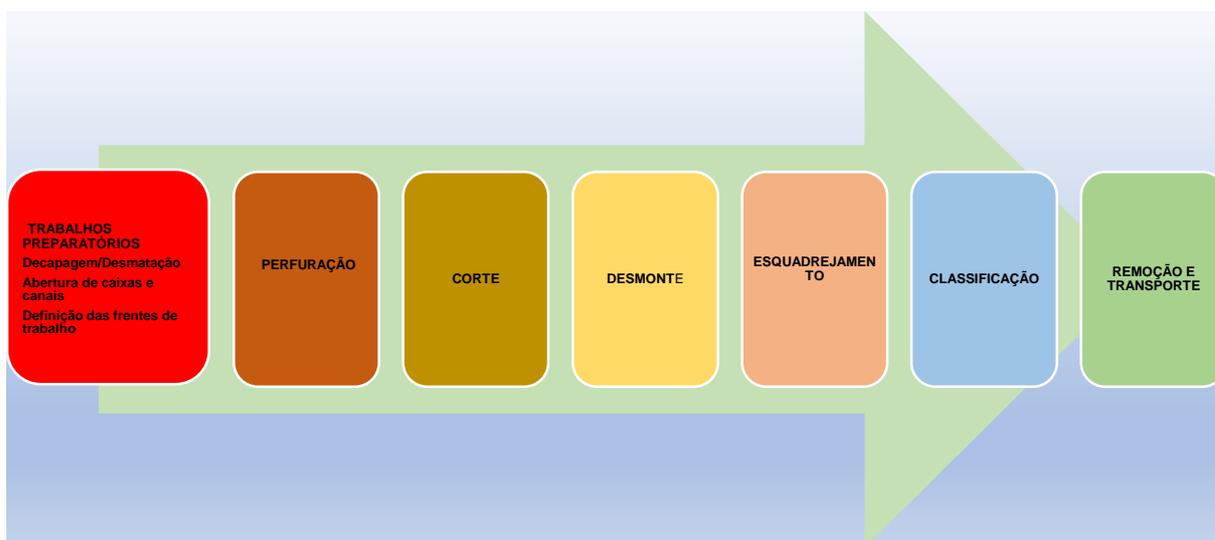


Figura 12 Circuito do processo de extração da Empresa Rodang-mina 2, no município dos Gambos província da Huíla.

Em termos de operações unitárias principais da atividade desta pedreira, destacam-se os trabalhos preparatórios para a abertura de frentes de trabalho, o desmonte dos anortositos com aptidão ornamental, o derrube das talhadas individualizadas, o esquadreamento da talhada desmontada em blocos transportáveis, a remoção dos blocos vendáveis para o parque de blocos e a remoção dos estéreis para a escombreira.

5.3.2. Decapagem e Desmatação do Maciço

Consistem na primeira etapa, com a limpeza do local de interesse onde há a remoção do coberto vegetal e das terras superficiais existentes, abertura de caixas e canais de modo a criar três faces livres e, com a delimitação simultânea da área da corta (Figura 13). Esta operação é executada com recurso ao uso do martelo pneumático para a execução de furos verticais onde são inseridos os explosivos.

A decapagem, é realizada paulatinamente conforme as necessidades do avanço da frente da lavra, favorecendo um menor investimento inicial e diminuindo os possíveis impactos ambientais.

Depois da limpeza do local de interesse, é feita uma avaliação do maciço rochoso, em que são identificadas as características físicas da rocha como a cor, presença de descontinuidades e outros penalizantes (filões, bandas, concentrações e encraves). A avaliação do maciço é de extrema importância pois as informações recolhidas influenciam na decisão de continuidade do trabalho e tais características condicionam a qualidade dos blocos que serão obtidos.



Figura 13 A) Limpeza do local de interesse e B) Abertura de caixa e canal para a abertura de nova frente de trabalho.

Os trabalhos de preparatórios, terminam com a realização das medições e marcações dos locais de perfuração e de corte, utilizando fita métrica, régua/barrena e giz para a sua realização.

5.3.3. Operação de Perfuração para Delimitação da Massa Rochosa

Esta, realiza-se com a execução de furos de aproximadamente 0,15 m de diâmetro e tem como objetivo definir a dimensão do bloco a desmontar com a inserção do fio diamantado para a realização da operação de corte. Para que tal aconteça, é necessário que os furos se intersectem entre si e, dependendo do comprimento do furo que se pretende é possível acoplar varas que permitem aumentar a profundidade da perfuração.

De um modo geral, o desmonte resume-se na perfuração horizontal e vertical considerando os limites do bloco a extrair de forma que o fio diamantado efetue o corte das faces laterais (verticais).

Relativamente ao corte horizontal, este é efetuado a partir da base do bloco (corte de levante) com uma perfuratriz pneumática rotopercussiva sobre trilhos (Sonda). Para o início da realização do furo horizontal são verificados o nivelamento e a direção da perfuratriz. O furo horizontal é realizado utilizando o martelo pneumático e, após a sinalização de uma marca, o furo é realizado acima do ponto marcado e que corresponde à diferença de altura entre o apoio frontal da perfuratriz e o centro do bit de perfuração.

De forma subsequente, é realizado o nivelamento do apoio frontal da perfuratriz pneumática por meio da leitura do nível da bolha incorporada no corpo da perfuratriz. Por vezes, para garantir a horizontalidade da perfuratriz são colocadas tábuas de madeira debaixo dos apoios traseiros e, também é feito o ajuste da direção da perfuratriz rotopercussiva de forma a que esta esteja perfeitamente alinhada com a barrena colocada no topo da bancada com o alinhamento que se pretende em relação à marcação, onde será efetuado o furo vertical. Na extremidade da barrena que fica fora da bancada, é pendurado um fio-de-prumo que se estende até à sua base, marcando-se com giz, o local do emboquilhamento da perfuração horizontal, junto à base da bancada. Normalmente, a operação de ajuste de direção da perfuratriz é orientada por um operador situado no topo da bancada.

A perfuração vertical, é executada com recurso ao martelo pneumático e tem o seu início com uma barrena de aproximadamente 0,80 m de comprimento e acoplada ao martelo no local previamente marcado (Figura 14). No decorrer deste procedimento, há a substituição de barrenas, umas por outras de comprimento maior, à medida que estas atinjam profundidades suficientes, procedendo-se à verificação da verticalidade de barrenas através da leitura do fio de prumo.



Figura 14 A) Martelo pneumático e B) Barrenas para a execução de furos verticais.

A interseção do furo vertical com o furo horizontal, verifica-se no momento em que ocorre uma baixa brusca do martelo pneumático e a sua confirmação dá-se pela injeção de ar comprimido no furo vertical.

5.3.4. Corte do bloco

O corte horizontal ou de levante e o corte vertical é executado com a inserção do fio diamantado nos furos horizontal e vertical, sendo as duas pontas emendadas formando um circuito fechado. O fio diamantado tensionado e em contato com a rocha, efetua o corte por meio do movimento de translação, sendo adicionada água ao sulco com o objetivo de limpar as partículas oriundas do corte bem como proceder à refrigeração.

Quando o espaço não é suficiente para a instalação dos carris para a máquina de monofio diamantado no local correspondente para a execução do corte, são utilizadas poleias direcionais (Figura 15).

Apesar de tratar-se de uma técnica simples é de ressaltar a importância do conhecimento técnico-operacional, devendo-se ter sempre conhecimento das condições geológicas reinantes no maciço rochoso particularmente, a presença de tensões internas.



Figura 15 Máquina de monofio diamantado com poleias direcionais a executar o corte vertical.

5.3.5. Desmonte

Após a individualização da massa rochosa procede-se ao derrube da mesma recorrendo-se à escavadora de arrasto equipada com a pá. Mas, antes de se efetuar o derrube da massa individualizada procede-se ao acamamento do piso inferior com a colocação de fragmentos de rocha e lama no local, de forma a amortecer a queda a massa individualizada (Figura 16).



Figura 16 Talhada derrubada sobre acamamento, na frente de trabalho 8 da Pedreira Rodang-Mina 2.

5.3.6. Esquadrejamento

Nesta, procede-se inicialmente à análise visual da massa rochosa tombada em busca de “defeitos” como fraturas, bandas, estratificações e posteriormente é efetuada a medição e marcação da massa individualizada para dimensões máximas admissíveis de aproximadamente 3,40x1,90x1,90 m para uma capacidade limitada da pá carregadora.

Depois, na massa individualizada são marcados os pontos em que são executados os furos com uma disposição em linha e a posteriori, é efetuada a percussão com recurso a cunhas metálicas e martelo pneumático e em alguns casos com a perfuratriz hidráulica (banqueador) para a separação em blocos transportáveis (Figura 17).



Figura 17 A) Martelo pneumático e B) perfuratriz hidráulica na atividade de esquadrejamento de talhada para obtenção de blocos com dimensões comerciais.

Os blocos de dimensão que se pode transportar são encaminhados para classificação, onde são lavados e se procede à identificação da presença de elementos penalizantes (manchas, fios, fraturas) sendo classificados em blocos de classe 1 (sem defeitos), classe 2 “A” (poucos defeitos) e classe “B” (maior número de defeitos) com preenchimento do formulário de classificação.

5.3.7. Remoção e Transporte

Depois do esquadrejamento e classificação, o bloco é deslocado para o parque de blocos e caso apresente as dimensões requeridas e pertencer às classes 1 e 2 “A” (bloco de classe 1, não apresenta elementos penalizantes; blocos de classe 2 “A”, apresenta alguns elementos penalizantes) (Figura 18) é encaminhado para o parque de blocos. Se o bloco não estiver dentro das dimensões especificadas é encaminhado para o esquadrejamento e, os blocos que não possuem valor para comercialização, em termos económicos (designados, blocos de classe 2 “B”), são encaminhados para a escombreira sendo utilizados para esta operação a pá carregadora, ou a carregadora de rastos (giratória).



Figura 18 A) Máquina de monofio diamantado efetuando o redimensionamento do bloco, B) Transporte de bloco pela pá carregadeira com ripper e C) Ripper desacoplado e talhada para transporte.

5.3.8. Identificação dos perigos associados e medidas preventivas na extração de rochas ornamentais anortosíticas

Os principais instrumentos legais e normativos que regulam a atividade SSHT na indústria mineira em Angola encontram-se espelhados na Lei nº 31/11 – Código Mineiro no Capítulo IV, que abarca as Responsabilidades dos Titulares de Direitos Mineiros e, a Seção I, que alberga as diretrizes relacionadas com a Higiene, Saúde, Segurança e Formação” e no Decreto lei nº 31/94 de 05 de Agosto - Sistema de Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho estabelece os princípios que visam a promoção da segurança, higiene e saúde no trabalho.

Os principais riscos presentes na extração de rochas ornamentais, como os anortositos no SW de Angola, são os elétricos (arco elétrico e queimadura), mecânicos (corte, esmagamento), geração de poeiras, ruído, variações térmicas, utilização de substâncias explosivas e vibrações. Tais perigos estão relacionados com a existência de intempéries, queda de nível e em altura de trabalhadores e desprendimento de blocos rochosos, carregamento e transporte de cargas pesadas, utilização de equipamentos móveis e de grande potência e, ainda o emprego de pólvoras e substâncias explosivas.

Para a pedreira em estudo, os serviços de Higiene e Segurança são exercidos pelos trabalhadores com mais tempo de atividade no ramo de extração de granito, e de 2 a 3 vezes por ano o Serviço de Inspeção do Ministério de Administração Pública Trabalho e Segurança Social (MAPTESS) efetua uma inspeção, bem como a sensibilização sobre higiene e segurança no trabalho.

Notou-se por parte de alguns trabalhadores a não observância no uso de equipamento de proteção individual, a ausência de cartilhas de consciencialização sobre SSHT, a falta de delimitação de zonas previstas ou especiais bem como a ausência de sinalização, vedação da pedreira e das áreas desativadas. Quando há detonação de explosivos na pedreira, para a prevenção de eventuais acidentes os trabalhadores colocam-se num local seguro e devem ficar atentos quando ocorre a detonação.

No decorrer da visita, observaram-se vários perigos potenciais sendo de realçar os relacionados a exposição prolongada ao sol, projeção de pérolas diamantadas provenientes da rotura do cabo de fio diamantado, inalação de poeiras na operação de perfuração, desmonte e derrube de talhadas com perigo de esmagamento, circulação de máquinas que podem provocar atropelamentos, queda em desníveis acentuados que também se podem verificar devido ao excesso ou má distribuição de carga, manobras inadequadas, ruído e vibrações no esquartejamento e utilização de martelo pneumático, sendo que as principais medidas de prevenção adotadas se encontram descritas no Tabela 6.

Tabela 6 Perigos associados e medidas preventivas na extração de rochas ornamentais como os anortositos no SW de Angola.

Tipos de Perigos	Causas Potenciais	Principais Medidas de Prevenção
Atropelamento	Áreas de circulação com má visibilidade, estreitas e muito frequentadas por trabalhadores	<p>Instalação de sinais sonoros e luminosos de marcha-atrás nas máquinas</p> <p>Garantia de áreas de circulação adequadas e sem obstáculos</p> <p>Manutenção periódica dos equipamentos</p> <p>Restrição ao acesso de pessoas em zonas que circulem máquinas e, colocação de sinalização</p>
Compressão, esmagamento e cortes	<p>Derrube de talhadas</p> <p>Preparação para esquartejamento de blocos com máquina de fio diamantado</p> <p>Carregamento de blocos com a pá carregadora</p>	<p>Afastamento de pessoas não intervenientes na movimentação de blocos</p> <p>Sensibilização dos trabalhadores para o risco de entalamento e esmagamento inerentes ao derrube e carregamento de blocos</p> <p>Proibição da presença de pessoas junto às máquinas em manobra (pá carregadora e escavadeira giratória)</p> <p>Uso de capacete, botas e luvas de proteção</p>
Intempéries	Trabalho no exterior	<p>Cabine climatizadas como incremento do trabalho mecanizado</p> <p>Uso de calçado e vestuário apropriados</p>
Projeção de materiais	<p>Projeção de fragmentos de rocha no desmonte com explosivos</p> <p>Projeção de pérolas diamantadas provenientes da rotura do cabo de fio diamantado</p>	<p>Existência e cumprimento de regras de segurança relativas à utilização de pólvoras e substâncias explosivas</p> <p>Colocação de travamentos no cabo de fio diamantado nas operações de esquartejamento e o evitar de realização de trabalhos nas proximidades do mesmo</p> <p>Uso de capacete, botas e luvas de proteção.</p>

Tipos de Perigos	Causas Potenciais	Principais Medidas de Prevenção
Poeiras	Operação de perfuração, desmonte e derrube de talhadas, circulação de máquinas	<p>Redução do uso de martelo pneumático e utilização de máquina de fio diamantado</p> <p>Uso de camião-cisterna para rega nas vias de acesso e praças</p> <p>Uso de capacete, máscara, luvas, protetores auriculares e botas de proteção</p>
Queda em altura	Queda devido à presença de desniveis acentuados (corta da pedreira)	<p>Proteção com muros de estêreis nas zonas de desniveis acentuados e nas zonas de escavação onde existam passagens de acesso.</p> <p>Sinalização e vedação das zonas de desniveis acentuados da escavação, que não constituam vias de passagem</p>
Queda de materiais rochosos e blocos	<p>Queda de blocos rochosos instáveis nas frentes de desmonte</p> <p>Blocos instáveis no parque de blocos ou de estêreis</p> <p>Rotura dos cabos da grua</p>	<p>Identificação e análise de fraturas no maciço rochoso para detetar a existência de blocos instáveis</p> <p>Sensibilização dos trabalhadores para o risco de adstrição e esmagamento, inerente ao derrube de talhadas</p> <p>Cuidados na movimentação de blocos e alerta aos trabalhadores envolvidos na operação para os perigos inerentes a essas atividades; afastamento de pessoas que não sejam intervenientes nas operações</p> <p>Manutenção periódica das máquinas e equipamentos</p> <p>Formação de pilhas de blocos com estabilidade nos parques, com um máximo de três blocos</p> <p>Uso de capacete, botas e luvas de proteção</p>

Tipos de Perigos	Causas Potenciais	Principais Medidas de Prevenção
Queda de equipamentos e cargas	<p>Áreas de circulação com desníveis acentuados</p> <p>Excesso ou má distribuição de carga</p> <p>Manobras inadequadas</p>	<p>Vias de circulação com piso regular, afastadas dos limites com desníveis acentuados e com curvas e inclinação pouco acentuadas</p> <p>Vias de circulação com risco de queda em altura devem ser protegidas com muros de terra</p> <p>As rampas devem ter inclinação iguais ou inferiores a 20%, pisos regulares e aderentes</p> <p>As cargas devem ser adequadas à capacidade do equipamento</p>
Ruído	Operação de perfuração e esquadramento	<p>Controle e medição do ruído laboral de acordo com a legislação</p> <p>Redução do uso de martelo pneumático e utilização de máquina de fio diamantado</p> <p>Uso de capacete, máscara, luvas, protetores auriculares e botas de proteção</p>
Vibrações	Utilização de martelos pneumáticos	<p>Uso de pegas de material anti vibratório nos martelos pneumáticos</p> <p>Rotação de trabalhadores no uso de martelos pneumáticos</p> <p>Uso de Luvas e protetores auriculares</p>

Também, é de mencionar a ausência de certa sinalização de segurança na pedreira (Figura 19), cuja presença contribuiria para uma maior segurança e consciencialização dos trabalhadores e população vizinha, que muitas vezes circula na área da pedreira e nas suas imediações em busca de água para consumo próprio e do gado.

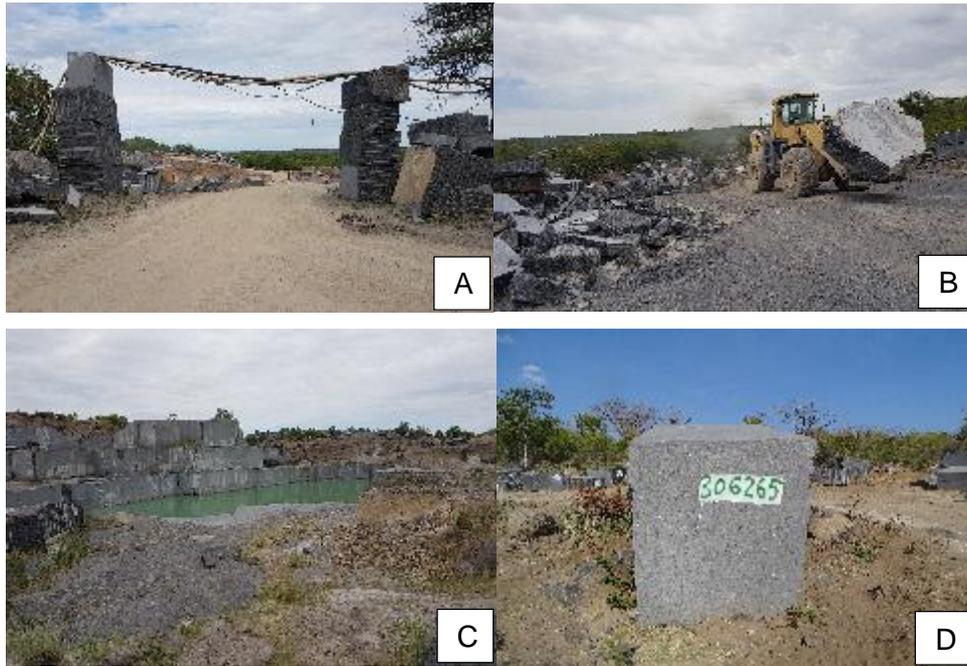


Figura 19 A) Área de pedreira, B) Escombreira, C) Área desativada e, D) Parque de blocos.

5.4. Caracterização das Condicionantes da Exploração na Pedreira Rodang-Mina 2

Para o conhecimento dos maciços rochosos e para a previsão do seu comportamento face às solicitações internas e externas, bem como para a sua exploração, é imperativo proceder ao estudo das rochas no âmbito da geologia pois os maciços são constituídos pela matriz rochosa e pelas discontinuidades. As rochas para fim ornamental, devem apresentar padrões elevados de qualidade, de modo a terem um comportamento expectável para as diversas situações que podem ser solicitadas.

Carvalho et al. (2008) e Fort et al. (2010), afirmam que para a identificação das melhores áreas para a extração deve ter-se em conta: a composição mineralógica, estrutura, grau de fracturação, textura, espessura do material de cobertura sem interesse comercial, propriedades físico-mecânicas do material rochoso, impacte ambiental. Os fatores imprescindíveis podem ser compilados em três grandes grupos, um relativo ao material rochoso, outro ao afloramento e um último relacionado com os fatores de explorabilidade. Os dois primeiros fatores, são intrínsecos ao material e não são suscetíveis de modificação ao longo do tempo sendo que, em oposição, os fatores de explorabilidade podem alterar-se, e deste modo interferir com a atividade extrativa. Numa avaliação crítica, os fatores de explorabilidade condicionam de modo determinante a possibilidade de implantação de uma unidade extrativa.

Os denominados granitos marrom e negro apresentam um consumo crescente, destacando-se a sua valorização pelas características texturais e de cor, sendo igualmente raros e de oferta relativamente limitada. Deve realçar-se a existência de condicionantes geológicas e de exploração destas rochas ornamentais como a fracturação, a presença de filões, bandeamentos e a baixa taxa de recuperação que obrigam à ampliação das áreas de exploração, provocando situações de conflito com as demais utilizações do território (Figura 20).

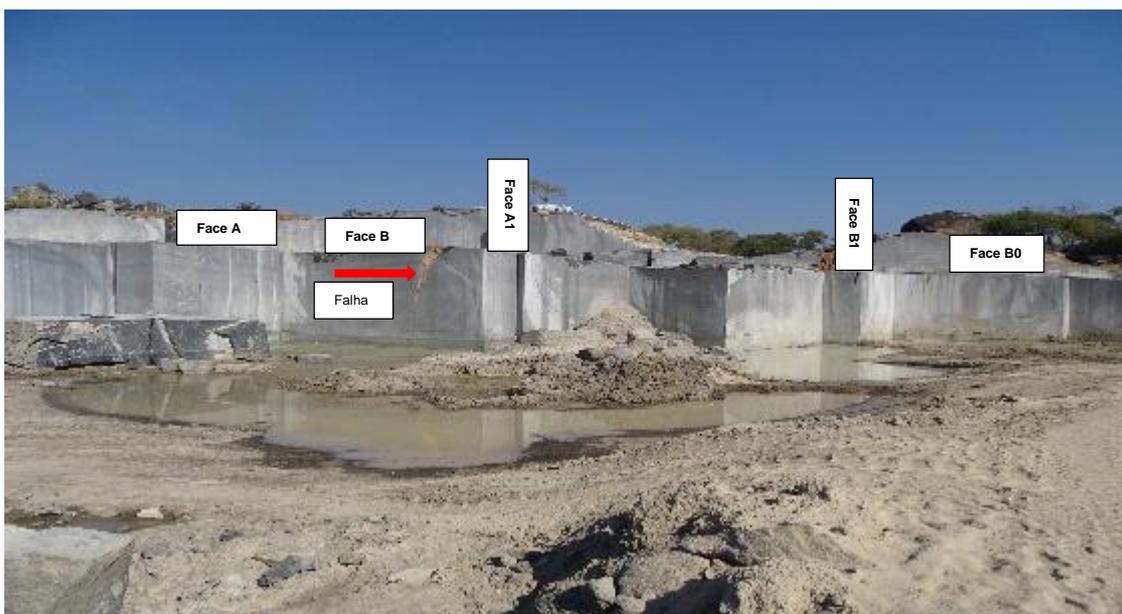


Figura 20 Vista panorâmica da frente de trabalho 8, piso 2 de altura de 14,0 m, presença de falha, fraturas e nódulos na face do talude.

Deste modo, para o maciço rochoso presente na pedreira da Rodang-Mina 2 foram identificados os fatores limitativos à exploração que a seguir são apresentados.

5.4.1. Heterogeneidades

A valorização dos anortositos advém da sua cor e como tal, a existência de grandes massas de coloração homogênea é condição indispensável ao sucesso das pedreiras. Nos blocos rochosos são frequentes heterogeneidades cromáticas (bandas) (Figura 21) com orientação NW, mais precisamente N34°W, de espessura e extensão que variam de cm a vários m (Tabela 7). Estas bandas, presentes no maciço rochoso, e de tonalidades mais escuras do que o restante maciço rochoso, apresentam-se paralelas uma às outras e têm, geralmente, uma largura centimétrica a métrica, e uma dimensão de aproximadamente 2 m a mais de 7 m por toda a face da frente de exploração, deve

notar-se que estas bandas podem atingir várias dezenas de metros se a observação geológica for prolongada para além das frentes das pedreiras. Estas bandas podem estar associadas a uma orientação preferencial das plagioclases existentes nos anortositos.

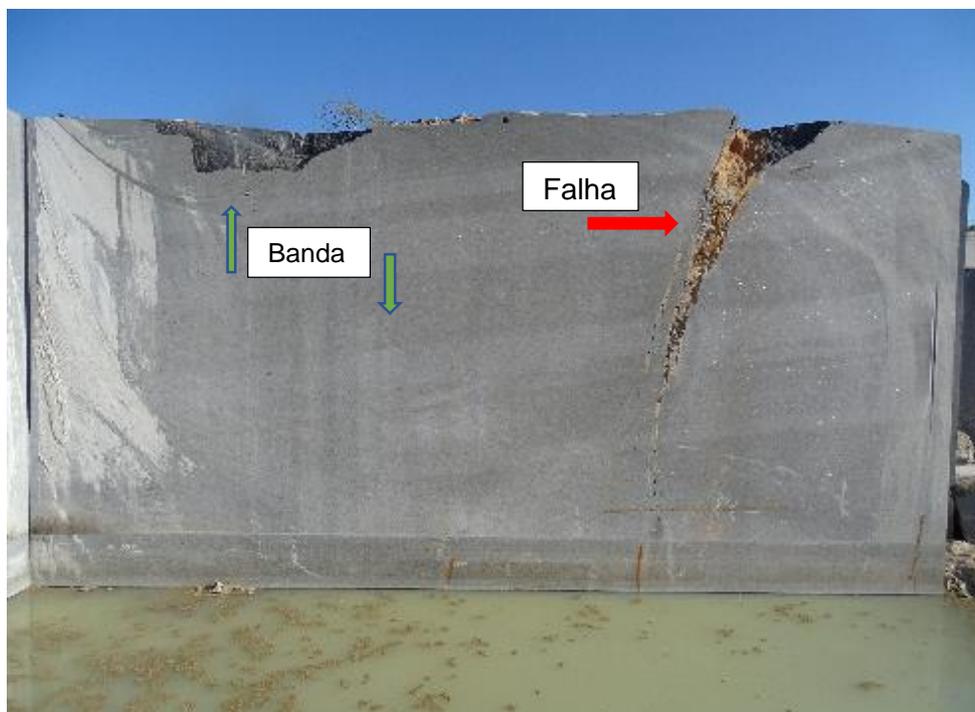


Figura 21 Heterogeneidade cromática na face B da frente de exploração e que corresponde às denominadas bandas, orientação NW e presença de falha.

Tabela 7 Caracterização das bandas presentes no maciço rochoso da frente de trabalho 8 da pedreira da Rodang-Mina 2.

Designação	Orientação (direção; pendor)	Largura (m)	Extensão (m)
Banda 1 (banda cinza escuro)	N34°W; 20°E	1,30	1,90
Banda A (cinza claro)	N34°W; 20°E	0,35	2,25
Banda 2 (banda cinza escuro)	N34°W; 20°E	1,10	3,35
Banda B (cinza claro)	N34°W; 20°E	0,75	4,05
Banda 3 (banda cinza escuro)	N34°W; 20°E	2,30	6,35
Banda C (cinza claro)	N34°W; 20°E	0,95	7,30

Deve também mencionar-se a existência de filões de comprimento variável e que podem atingir vários m e que apresentam cores esbranquiçadas, verdes ou negras, mas de menor frequência que as denominadas bandas. Por vezes ocorre a presença de nódulos (conhecidos por “manchas”) (Figura 22 e Figura 23) de cores esbranquiçadas, e de extensão de 5 a 30 cm e espessura compreendida entre 2 e 15 cm, que penalizam a exploração dos anortositos da pedreira Rodang-Mina 2.

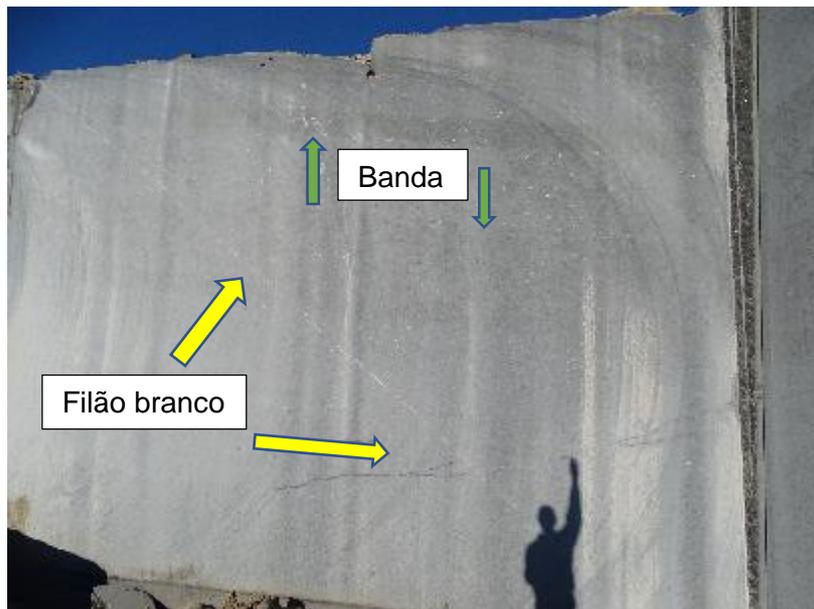


Figura 22 Frente de trabalho 8, piso 2, face A com presença de filão de cor esbranquiçada e que intersecta a face do talude, presença de bandas.

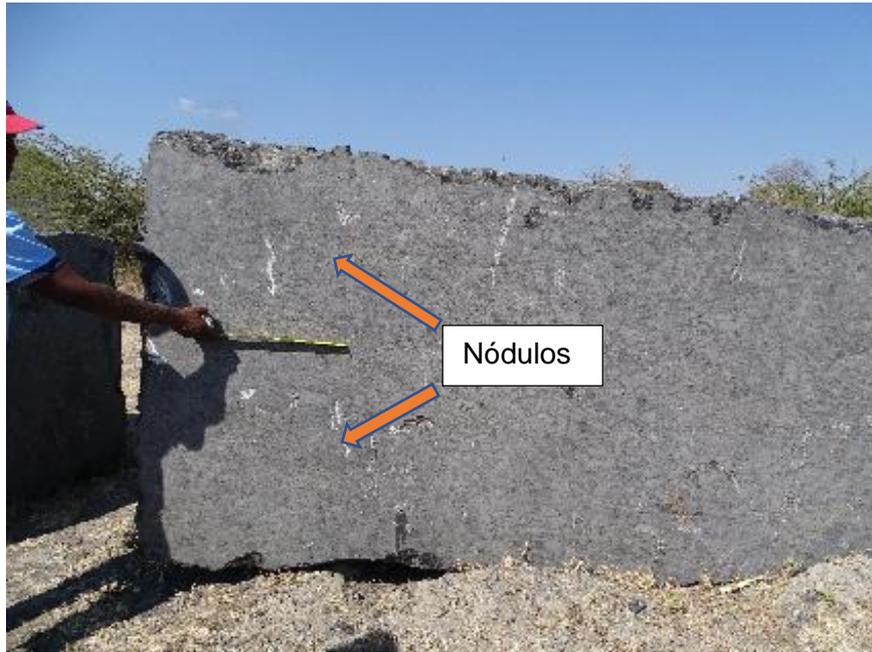


Figura 23 Bloco de anortosito com presença de nódulos.

5.4.2. Fracturação

As fraturas nos maciços rochosos constituem um dos principais fatores condicionantes das explorações de rochas ornamentais, e podem impedir que estas sejam economicamente rentáveis, pois as fraturas delimitam a dimensão e a forma dos blocos a serem extraídos.

Para o maciço rochoso do designado “granito marrom” desta pedreira, os lineamentos principais observados têm como direções preferenciais: E-W, NE-SW, NW-SE (Figura 24) estes sistemas de fraturas apresentam-se, de modo geral, com um pendor subhorizontal ou um pendor elevado, o que facilita o desmonte dos maciços rochosos. Verifica-se o predomínio de fraturas de direção E-W e NE-SW, sendo menos frequentes as de direção NW-SE. As descontinuidades subhorizontais estão relacionadas com a descompressão do maciço rochoso anortositico.

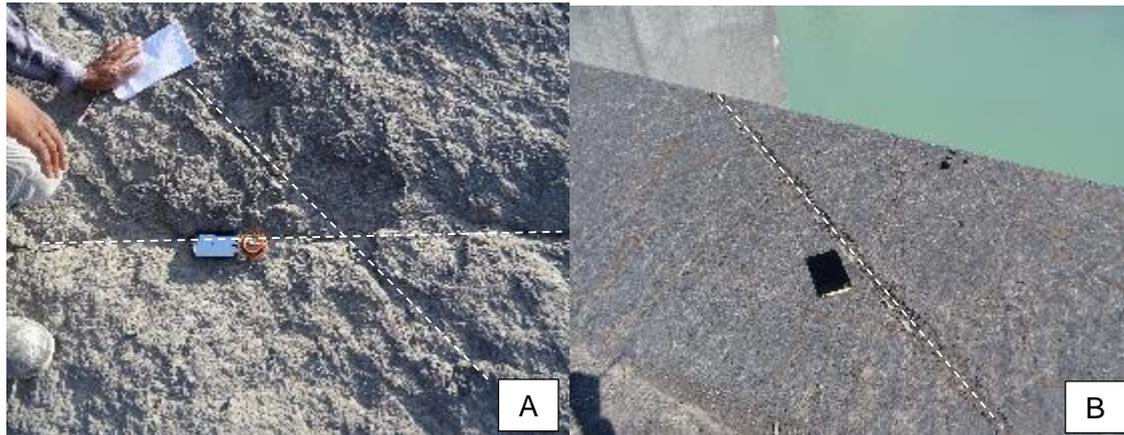


Figura 24 A) Fratura de direção NE-SW na frente de trabalho 8 da pedreira da Rodang-Mina 2.
 B) Fratura de direção N-S na frente de trabalho 1 da pedreira da Rodang-Mina 2.



Figura 25 Frente de trabalho 8, piso 2, com altura de cerca de 13,40m, com presença bandas fraturas.

Para a caracterização do maciço rochoso presente na pedreira da Rodang-Mina 2, designadamente na frente de trabalho 8, piso 2, utilizou-se a classificação *Rock Mass Rating* (RMR) de Bieniawski (1989) considerando os parâmetros de resistência do material rochoso (obtida através do martelo de geólogo), *Rock Quality Designation* (RQD), espaçamento, características das descontinuidades (grau de alteração, persistência, abertura, material de preenchimento, rugosidade) e percolação de água.

O material rochoso na frente de trabalho em estudo, a designada frente 8 nas faces “B1/B2” e “AZ/BZ”, apresenta-se maioritariamente são ou ligeiramente alterado, de resistência elevada, as descontinuidades são predominantemente lisas, com aberturas reduzidas a nulas, sem material de preenchimento, com um grau de alteração ligeiro a inexistente, apresentando algumas das fraturas percolação de água (Figura 26 e Figura 27) (Tabelas 8 e 9).

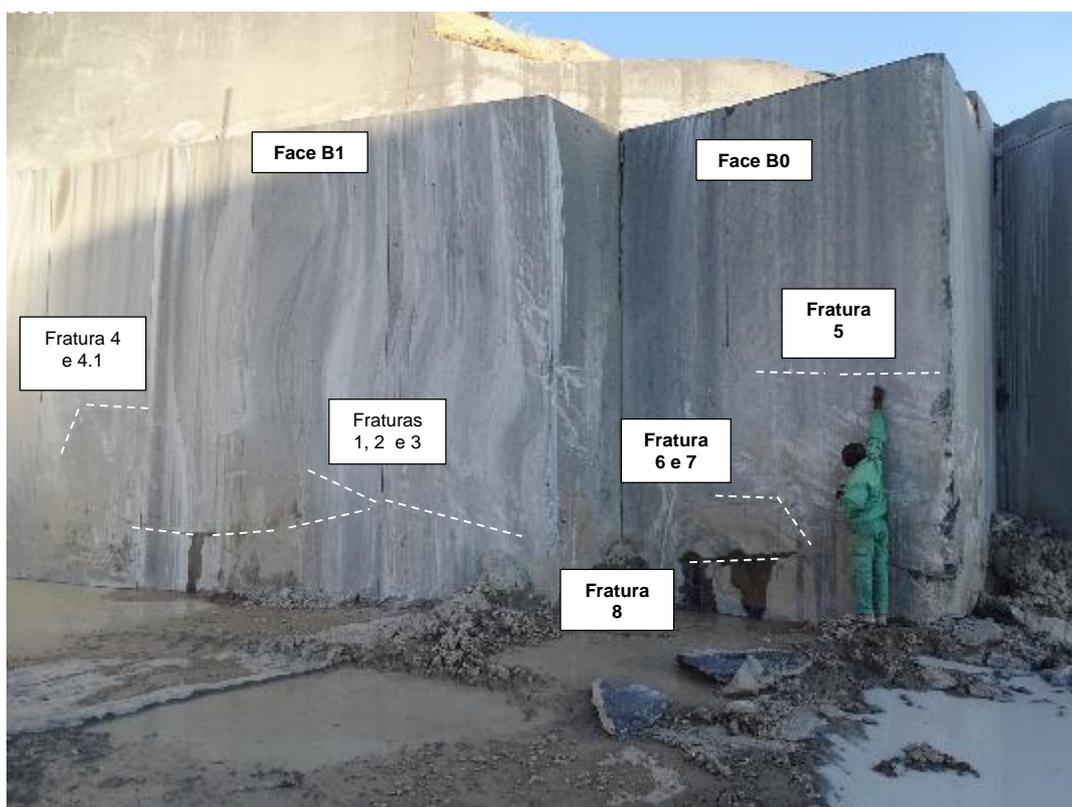


Figura 26 Frente de trabalho 8, piso 2, com altura de cerca de 13,40m, com fraturas espaçadas com/e sem percolação.

Tabela 8 Caracterização geológico-estrutural da frente de trabalho nº8 face “B1 e B0” Rodang-Mina 2 (2019).

Designação	Orientação	Espaço	Continuidade	Abertura	Rugosidade	Enchimento	Alteração	Percolação
1 (B1)	N70°E 35°SE	1→11 1,5 cm	5,15 m	0,1-1,0mm→	Muito rugoso	Mole c/ espessura < 5mm	Muito alterada	Não
2 (B1)	Subhorizontal I	2→3 0,15-0,20 m	5,15 m	1-5mm	Ligeira/ rugoso	Duro c/ espessura < 5mm	Moderadamente alterada	Não
3 (B1)	Subhorizontal I	3→4 0,5 m	4,57m	Nenhuma	Liso	Nenhum	Não alterada	Não
4	Subhorizontal I	4→4.1 1,0 m	10 m	Nenhuma	Liso	Nenhum	Não alterada	Sim
4.1	Subhorizontal I		1,1 m	Nenhuma	Liso	Nenhum	Não alterada	Não
5 (B0)	Subhorizontal I	5→6 1,0 m	2,5 m	Nenhuma	Liso	Nenhum	Não alterada	Não
6 (B0)	Subhorizontal I	6→8 0,5 m	1,0 m	Nenhuma	Liso	Nenhum	Não alterada	Não

Designação	Orientação	Espaço	Continuidade	Abertura	Rugosidade	Enchimento	Alteração	Percolação
7 (B0)	N60°E 50°SE		1,0 m	Nenhuma	Liso	Nenhum	Não alterada	Não
8 (B0)	Subhorizontal		5,0 m	Nenhuma	Liso	Nenhum	Não alterada	Sim
9 (B1)	Subhorizontal	4→9 1,3 m	0,5 m	Nenhuma	Liso	Nenhum	Não alterada	Não
10 (B1)	N45°E; 70°NW		0,5 m	Nenhuma	Liso	Nenhum	Não alterada	Não
11 (B1)	N70°E 30°SE	1→11 1,5 m	1,5m	Nenhuma	Liso	Nenhum	Não alterada	Não

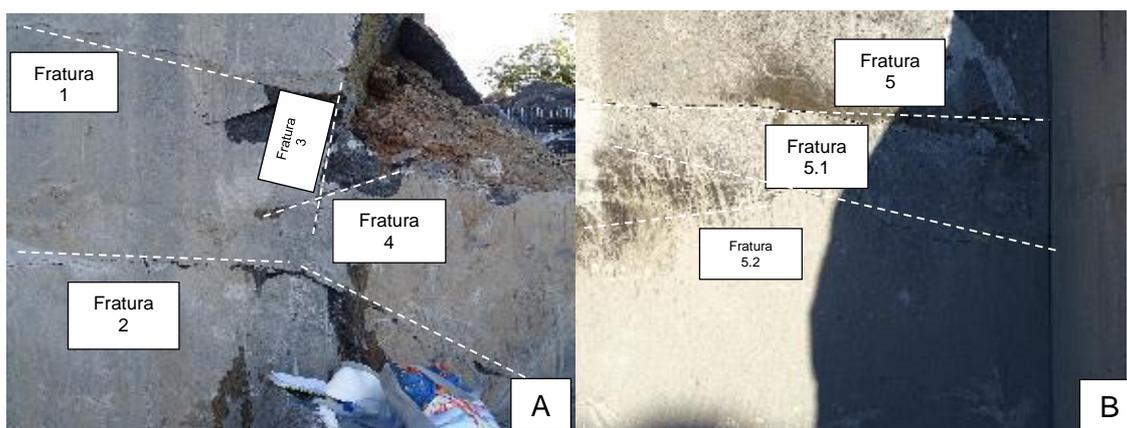


Figura 27 Frente de trabalho 8, A) Face AZ, com fraturas espaçadas com/e sem percolação de água e, B) Face BZ, fraturas sem percolação de água e espaçamento.

Tabela 9 Caracterização geológico-estrutural da frente de trabalho nº8 face “BZ/AZ”, Rodang-Mina 2 (2019).

Designação	Orientação	Espaço	Continuidade	Abertura	Rugosidade	Enchimento	Alteração	Percolação
1 (BZ)	N65°E 22°SE	1→2 10 m	10-20m	1- 5,0 mm	Ligeiramente rugoso	Nenhum	Não alterada	Não
2 (BZ)	N70°E 40°-10°SE	2→1 1m	10-20m	1-5,0 mm	Ligeiramente rugoso	Nenhum	Não alterada	Não
3 (BZ)	N70E 70°N	3 → 4 1,80m	3 m	0,1-1,0 mm	Liso	Nenhum	Não alterada	Não
4 (BZ)	N70E 30°N	2 → 4 30 cm	< 1m	0,1-1,0 mm	Liso	Nenhum	Não alterada	Não
5 (AZ)	Sub horiz		5 – 7m	0,1-1,0 mm	Liso	Nenhum	Não alterada	Não
5.1	N70°E 20°N	5.1→5.2 0,30 m	< 1m	0,1-1,0 mm	Liso	Nenhum	Não alterada	Não
5.2	N80E; 20°N		< 1m	0,1-1,0 mm	Liso	Nenhum	Não alterada	Não
6	N70E 4°N		1-3m	< 0,1 mm	Liso	Nenhum	Não alterada	Não
6.1	N70E 10°N		1-3m	< 0,1 mm	Liso	Nenhum	Não alterada	Não
6.2	N70E 4°N		1-3m	< 0,1 mm	Liso	Nenhum	6 Não alterada	Não
7	N40W 8°E		1-3m	< 0,1 mm	Liso	Nenhum	Em decomposição	Não

Para o maciço rochoso da frente 8, determinou-se o índice RMR de Bieniawski (1989) e obtiveram-se valores de 83 e 77 em peso, respetivamente, nas faces “B1/B2” e “AZ/BZ”, (Tabela 9). Pelo que o maciço rochoso se enquadra nas classes I e II da classificação RMR que corresponde a um maciço rochoso de muito boa qualidade (valor de RMR de 83) e de boa qualidade (valor de RMR de 77).

No cálculo do RQD recorreu-se à definição do índice volumétrico que por sua vez foi obtido a partir da equação de Palmstron (1982), segundo a expressão 3.

$$(3) \quad RQD = 115 - 3,3 J_v$$

Tabela 10 Classificação do maciço da Rodang -Mina 2 pelo índice RMR

Propriedades	Frente B1/B2 Valores (Peso)	Frente AZ/BZ Valores (Peso)
Resistência do Material Rochoso	15	13
RQD	20	20
Espaçamento das descontinuidades	16	13
Comprimento	4	4
Abertura	6	5
Rugosidade	1	1
Enchimento	6	6
Grau de alteração	6	5
Percolação	9	10
Total – Valor do índice RMR	83	77
J _v	1,5	2

A partir dos valores do *Volumetric Joint Count* (J_v) encontrados (Tabela 10) e atendendo ao ISRM (1978) é possível definir a dimensão dos blocos rochosos como de dimensão elevada.

5.5. Impacto Ambiental

A instalação de um empreendimento mineiro está condicionada à existência do local de ocorrência de um recurso mineral, o que torna inviável a sua localização num local diferente onde haja vantagens ambientais e socioculturais.

A atividade extrativa nas áreas em que se encontra estabelecida, ocasiona a aceleração de processos erosivos que compreendem a contaminação de solos e recursos hídricos por elementos contaminantes, o impacto visual na paisagem, aumento da turbidez e da

quantidade de sólidos em suspensão nas linhas de água, a modificação de cursos de água, reconfiguração de superfícies topográficas e supressão de áreas com vegetação. No que se refere a extração a céu aberto, esta descaracteriza de forma drástica a paisagem e provoca um forte impacto visual. As frentes de exploração correspondem a planos de superfícies rochosas de declive acentuado que apresentam pouca probabilidade de regeneração espontânea da flora (Cardoso, 2014), devido à inexistência de solo para fixação de plantas.

Em Angola, existem algumas empresas de especialidade ambiental, mas não diretamente relacionadas com a actividade de extração de rochas ornamentais, estando quase todas localizadas na capital do país, Luanda. As existentes, estão vocacionadas para o estudo ambiental no ramo petrolífero, setor que ainda constitui uma das principais atividades económicas, em termos de rendimento do país, mas que atualmente devido à baixa do preço do petróleo obrigou ao redirecionamento da economia angolana designadamente para a extração de outros recursos minerais.

Para a atividade extrativa, os estudos de impacto ambiental, se existentes, não funcionam interactivamente com os planos de lavra e os planos ambientais e de recuperação paisagística bem como não existe um acompanhamento técnico e de fiscalização da implementação de tais instrumentos.

Atualmente, as situações de recuperação paisagística tendem a ser simplistas e algo afastadas das melhores práticas, sendo as pedreiras desativadas muitas vezes recobertas com materiais das escombrelas, o que vai minimizar o impacto visual destas antigas explorações.

5.5.1. Identificação dos Impactos Ambientais na Extração de Rochas Ornamentais Anortosíticas

As principais atividades operacionais desta pedreira, como anteriormente mencionado, resumem-se aos trabalhos preparatórios de decapagem do afloramento, o desmonte, o derrube e esquadrejamento de talhadas, remoção e transporte de blocos. Os impactos ambientais resultantes das atividades operacionais interferem com:

- Geologia e Geomorfologia

Geram-se situações de recuperação irreversível e de magnitude severa com a descaracterização do relevo, formação de cavas a céu aberto onde o recurso geológico

finito e não renovável, à escala humana, foi explorado. O impacto ambiental sobre a geologia resulta em alterações profundas nas estruturas geológicas existentes.

- Solos

A atividade extrativa provoca alterações a nível biológico, físico-químico e no uso dos solos, desde a abertura de áreas de exploração à deposição dos escombros e lamas, na implantação de estruturas sociais e modificação nas características dos solos que se encontram nos arredores da área de exploração devido a acumulação de poeiras e resíduos.

- Recursos hídricos

A necessidade do desenvolvimento socioeconómico pressupõe um conjunto de regras para a gestão adequada, proteção e conservação da água o que encontra definido na Lei nº 6 de 21 de Junho de 2002 (Lei de Águas) (DR, 2002), que define os princípios gerais do regime jurídico relativo à utilização dos recursos hídricos quer sejam águas superficiais ou subterrâneas.

Angola possui reservas hídricas consideráveis para uma nação da África Austral, mas apresenta áreas com graves problemas de escassez de água como é o caso do município dos Gambos, no qual está localizada a pedreira da Rodang – Mina 2, e o qual se encontra numa situação crítica de escassez de água há vários anos, o que tem sido um desafio particular para a população local e também para a indústria existente.

Em 2018, foram construídos seis sistemas de captação com capacidade estimada entre 52 a 62 mil metros cúbicos, para acumulação de águas pluviais, em três localidades do município, denominadas Rio da Área, Tunda II e Cahanja no âmbito do Projeto de Resiliência à seca numa convenção de financiamento assinada entre a Ajuda das Igrejas Norueguesas (NCA) e a Ação para o Desenvolvimento Rural e Ambiente (ADRA) (

Figura 28) (ANGOP, 2019).



Figura 28 Recuperação de sistema de captação de água subterrânea no município do Gambos, ANGOP (2019).

Os impactos sobre os recursos hídricos decorrentes da atividade extrativa refletem-se sobre as águas superficiais e subterrâneas e na qualidade destas, considerando o local em que se insere a pedreira e a tecnologia utilizada no seu processo produtivo.

No setor extrativo de rochas ornamentais utiliza-se um volume expressivo de água, podendo recorrer-se à água acumulada na cota mais baixa das pedreiras e de captações subterrâneas. Grande parte da água consumida é utilizada no arrefecimento das máquinas de corte, compressores e equipamentos de perfuração.

A pedreira da Rodang – Mina 2 para o desenvolvimento dos seus serviços recorre à recolha de água no rio Caculvar, que dista cerca de 23 km do local da pedreira, através de um trator-cisterna que faz o transporte de água entre o rio e a exploração, o que se traduz num consumo elevado de combustível. É também extraída água de um poço de captação que se localiza a 1 km da pedreira, mas que não atende às necessidades diárias de abastecimento de água.

As suas atividades influenciam o escoamento normal das águas superficiais indo estas acumular-se no fundo da pedreira em frentes de trabalho ativas e desativadas o que pode de alguma forma afetar o nível freático e alterar a qualidade das águas subterrâneas.

As águas provenientes da extração contêm sedimentos em suspensão provenientes do corte de blocos, embora não apresentem contaminantes severos para o meio ambiente. As águas residuais provenientes das instalações sociais de apoio à pedreira e as dos serviços de oficina, são direcionadas para uma fossa séptica aberta localizada atrás da

oficina pois não existe nenhuma rede de saneamento básico na região da pedreira. Não é feita uma separação de óleo/água dos efluentes provenientes das oficinas.

- Fauna, Flora e Vegetação

Nas diversas fases do desenvolvimento da atividade extrativa, os diferentes fatores da qualidade e manutenção dos aspetos ecológicos são influenciados resultando na modificação dos ecossistemas, o que em casos extremos gera efeitos irreversíveis com a consequente redução da biodiversidade.

A atividade da pedreira em questão, altera e elimina habitats vegetais terrestres importantes para a fauna da região, bem como dispersa diversas outras tipologias de habitats com as escavações e escombrelas. Também reduz ou elimina o coberto vegetal e dificulta a regeneração natural das diferentes espécies vegetais ao eliminar a camada fértil do solo, com o aumento dos declives, erosão, entre outros.

Provoca modificações no comportamento da fauna devido às perturbações resultantes do aumento de tráfego e ruído e, pela criação de novos corredores de circulação rodoviária.

- Poeiras, Ruído e Vibrações

O desmonte, a remoção e o transporte de massas minerais são os fatores que mais influenciam na modificação das características ambientais sendo que as muitas empresas de extração de massas minerais têm procurado implementar tecnologias que permitam minimizar os impactos ambientais. Os efeitos destes fatores são relevantes quando a exploração se localiza em áreas pouco ruidosas ou próxima a áreas com ocupação humana.

Assim, a atividade da pedreira da Rodang- Mina 2 impacta na qualidade do ar da região pela contaminação do ar por partículas sólidas, poeiras e gases oriundos da extração e movimentação de máquinas. A perfuração, o desmonte, o tráfego de maquinaria e carregadora de rastos e camiões que circulam nos eixos viários de acesso geram a poluição sonora, emissão de poeiras e vibrações.

- Resíduos Sólidos e Lamas

O setor industrial extrativo gera resíduos específicos e próprios da sua atividade sendo essencial ressaltar os específicos, pelas quantidades produzidas de fragmentos de rocha sem valor comercial. Os resíduos resultantes da extração de rochas ornamentais são considerados inertes e sem perigo, mas, dada a natureza geológica do recurso explorado, o volume que ocupam e as quantidades produzidas são acondicionados em aterros (escombrelas) próximo as áreas de exploração quando são compostas por

fragmentos de rocha e as lamas são depositadas em bacias de decantação ou em barragens de lama, quando estas são em quantidades elevadas.

Por vezes, a presença das escombreliras acarreta problemas a nível produtivo em áreas com potencialidades de extração do recurso geológico através da ocupação da superfície do terreno que inviabiliza a sua exploração futura e podem ainda induzir o surgimento de fraturas no maciço rochoso devido ao peso a que estão expostos os terrenos subjacentes.

Para a pedreira em questão, a existência de heterogeneidades nos maciços rochosos, tem como consequência a necessidade de extração das rochas ornamentais em áreas extensas, bem como o consequente abandono de áreas de trabalho (neste momento, no caso de estudo contabilizam-se sete áreas de trabalho desativadas), regista-se a existência de diferentes parques de blocos e escombreliras, e ainda a dispersão de blocos pelas várias áreas da pedreira em especial ao longo de caminhos (Figura 29).



Figura 29 A e B) Frentes de trabalho 1 e 4, desativadas, C) Blocos de anortosito empilhados na frente de trabalho 4, desativada e D) Aspeto da escombrelira.

5.5.2. Medidas de Minimização dos Impactos Ambientais na Extração de Rochas Ornamentais Anortosíticas

Para a pedreira da Rodang designada “Mina 2” são propostas as seguintes medidas de minimização para os impactos causados pela extração de rochas ornamentais anortosíticas:

– No decorrer da exploração da pedreira

- Adaptação das infraestruturas à topografia local
- Adoção de práticas que evitem ou reduzam a libertação de poeiras e controlo na produção de resíduos.
- Colocação de sinalização de higiene e segurança no trabalho e de acordo com o tráfego existente e circulante
- Armazenagem de coberto vegetal em pilhas estáveis e com cobertas impermeáveis, de modo a poder ser espalhado durante a fase da recuperação ambiental.
- Aspersão de água (camião de rega ou aspersores na beira das vias de circulação) ou pavimentação de vias de acesso, de modo a minimizar a emissão de poeiras.
- Conceção de sistemas de drenagem comuns para a área de exploração e, em separado para as escombrelas.
- Diminuição do número e volume das escombrelas e taludes de escavação para redução da capacidade erosiva e velocidade do fluxo das águas superficiais.
- Elaboração e implementação de planos de exploração (modelo 1, anexos II)
- Elaboração e implementação de plano ambiental e de recuperação paisagística (modelo 2, anexos II)
- Escolha de um sistema tratamento de águas residuais de acordo com as características dos contaminantes.
- Estabelecer um perímetro de proteção para as árvores de grande porte, como medida de proteção da vegetação existente, regando e fertilizando se necessário.
- Estudo da pega de fogo e seleção adequada dos explosivos para a redução da quantidade de explosivo por metro cubico de rocha extraído.

- Execução de medidas de otimização de tráfego para a redução de ruído, poeiras e vibrações.
- Identificação, isolamento e armazenamento de resíduos provenientes da exploração.
- Implantação de barreiras vegetais (árvores e arbustos) ou artificiais no perímetro da pedreira para funcionar como barreira visual, redução do ruído emitido pela pedreira e retenção de poeiras.
- Medição periódica das vibrações nos locais que serão potencialmente afetados e onde haja actividade humana.
- Recolha e encaminhamento de águas contaminadas para locais de tratamento antes de serem descarregadas para o meio ambiente.
- Recolha e armazenamento de óleos, graxas e lubrificantes sob condições específicas (recipientes de retenção e colocados em locais vedados).
- Redução das dimensões das escavações e escombreyras.
- Para a proteção de canais, escombreyras e taludes de escavação proceder à execução de obras auxiliares através de construção de valetas.
- Transformação dos resíduos resultantes da extração em cubos, lancis e para design rústico, conservando as suas características naturais
- Uso de equipamento menos ruidoso e implementar um plano de manutenção do equipamento.

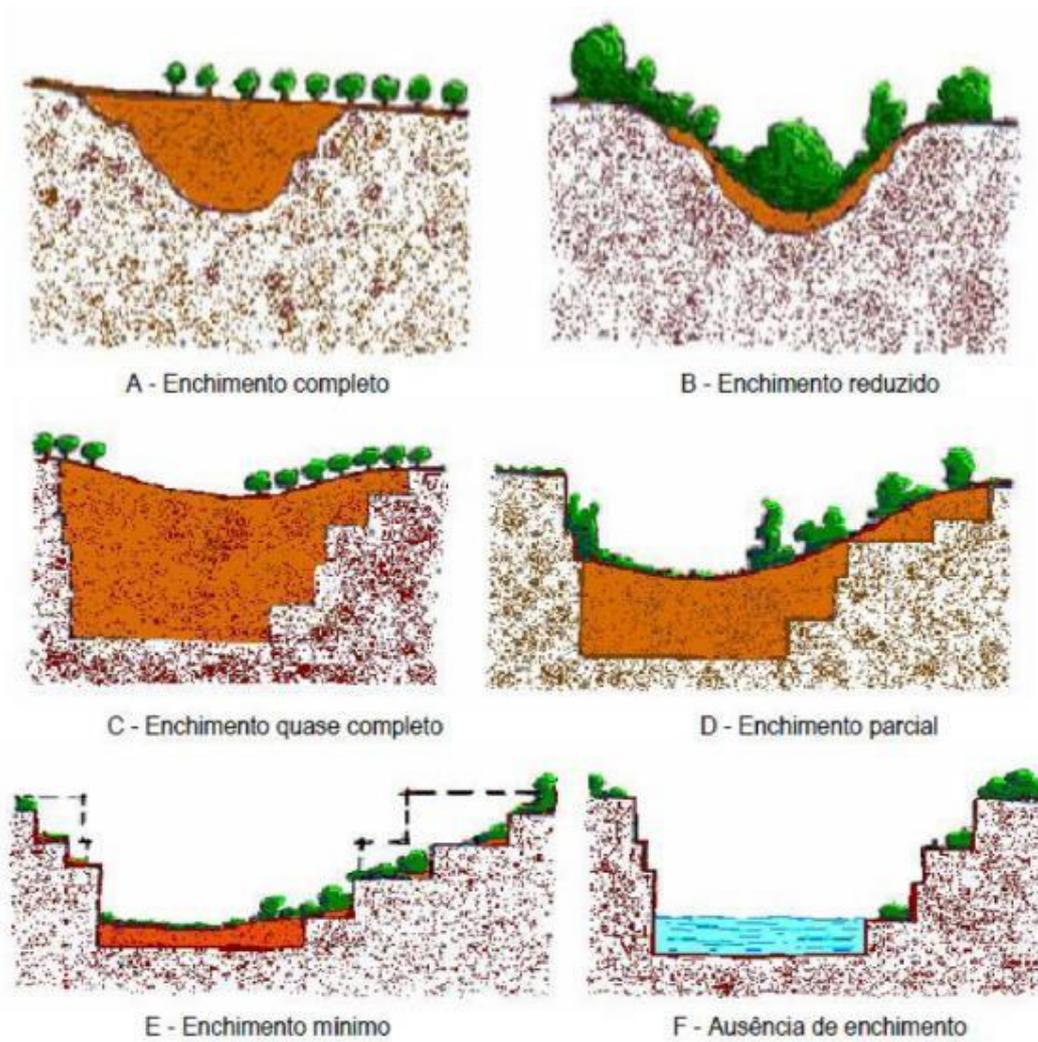


Figura 30 Recuperação paisagística em pedreiras com diferentes configurações.

– Após o encerramento

- Adequação da zona alterada de forma a manter o seu uso tradicional (Figura 30)
- Adequação de alternativas para o uso perdido
- Implantação diagrama de fogo para a recuperação paisagística
- Implantação de hidrosementeiras com plantas autóctones (Figura 31)
- Preparação de solos e vegetação de áreas abandonadas e degradadas e com espécies autóctones
- Redução do tempo entre a exploração e a recuperação paisagística
- Regularização do fundo das áreas desativadas
- Remodelação da topografia alterada de forma a ajustar-se o mais possível a situação natural.

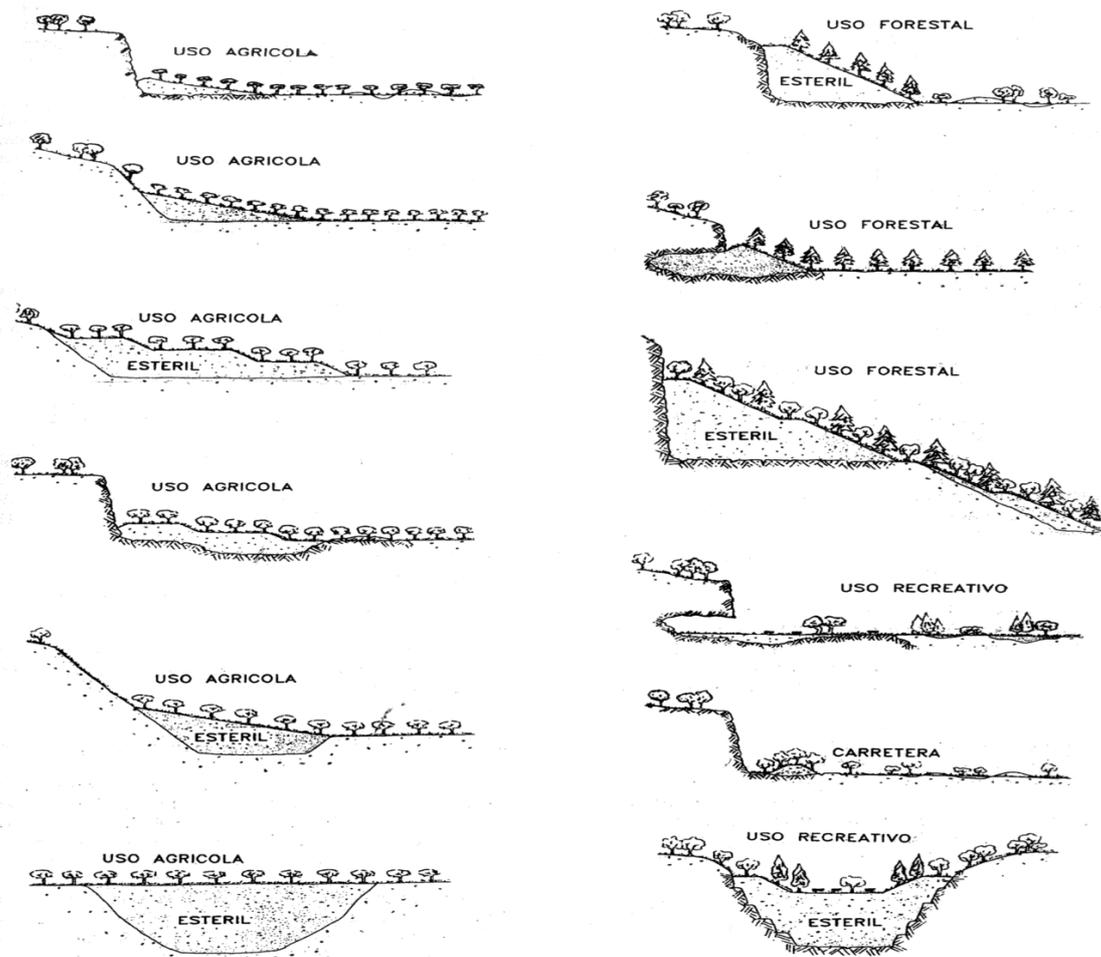


Figura 31 Recuperação paisagística de pedreiras com diferentes configurações e usos.

6. Considerações Finais

Neste trabalho foi descrito e analisado o processo de extração dos anortositos para a produção de rocha ornamental na pedreira da Rodang-Mina 2, comuna da Chibemba, município dos Gambos bem como, a caracterização dos fatores limitativos de produção, da laboração, equipamentos utilizados e questões ambientais e de higiene e segurança inerentes à atividade extrativa.

O município dos Gambos é rico em recursos minerais com valor económico sendo de ressaltar os recursos em rochas ornamentais, os quais representam um importante fator de competitividade por razões como:

- O impacto económico resultante da sua exploração por parte da indústria extrativa instalada na economia do país, que apresenta algum reconhecimento no mercado mundial e como setor estruturante de desenvolvimento social e económico.
- As potencialidades existentes e ainda por se descobrir.

Com isto, foi possível perceber a necessidade da concretização de cartografia geológico-estrutural da região atualizada, estudos da caracterização petrográfica e mineralógica, de análise química e de caracterização físico-mecânica das rochas que constituem fatores indispensáveis ao conhecimento da região em que se insere a área de estudo.

A compreensão desta realidade, demandou a visita a órgãos públicos, bem como a entrevista á responsáveis e trabalhadores da pedreira para a aquisição de mais informações relacionadas com a atividade extrativa de rochas ornamentais na região e em particular na área selecionada. Foi efetuado o estudo do material rochoso extraído e a caracterização do maciço rochoso.

O mapa geológico da região em que se insere a pedreira, tem mais de 48 anos e as diferentes unidades geológicas não estavam totalmente caracterizadas e nem delimitadas na sua totalidade, em especial o Complexo Gabro-Anortosítico do Cunene (CGAC). De ressaltar, que estão a decorrer os trabalhos de reconhecimento geológico dentro do projeto PLANAGEO e que, a região em que a pedreira se encontra até data de realização deste estudo, não tinha sido alvo de reconhecimento para atualização.

O anortosito extraído da pedreira da Rodang-Mina 2 corresponde a uma rocha de tonalidade escura de grão grosseiro, evidenciando uma resistência elevada, e é constituída principalmente por plagióclase cujos cristais têm uma dimensão de vários cm, registrando-se a presença de outros minerais como a piroxena e a olivina.

No presente trabalho determinou-se, através de ensaios laboratoriais, a porosidade e massa volúmica aparente do anortosito da pedreira Rodang-Mina 2. Os valores obtidos foram de 0,5% e 2731,6 kg/m³, para a porosidade aberta e massa volúmica respetivamente, o que permitiu classificar a primeira como muito baixa e a última como elevada.

Em relação à caracterização do maciço rochoso e das características penalizantes para a exploração da Pedreira Rodang-Mina 2, destacam-se as heterogeneidades cromáticas (bandas) que apresentam uma orientação NW, uma espessura de vários cm e uma extensão compreendida desde dois a várias dezenas de metros.

Para a caracterização das descontinuidades e do maciço rochoso ocorrente na pedreira da Rodang-Mina 2, em particular na frente de trabalho 8, piso 2, recorreu-se à classificação *Rock Mass Rating* (RMR) de Bieniawski (1989). Definiram-se os valores de RMR iguais a 77 e 83, o que permitiu que maciço rochoso fosse classificado, respetivamente como de boa qualidade e muito boa qualidade. A dimensão dos blocos rochosos foi caracterizada a partir do índice volumétrico (Jv), permitindo classificá-los como de dimensão elevada.

Observou-se que, a metodologia para revelação e avaliação de jazidas é baseada na experiência profissional de trabalhadores, trabalhos de observação de maciços, entrevista a população circunvizinha, medições do maciço para o dimensionamento da jazida notando-se a ausência de trabalhos prévios de geologia como os de geofísica e sondagem mecânica com recolha de testemunhos, mesmo perante aos crescentes constrangimentos no desmonte de talhadas constituídas por elementos penalizantes que resultaram até ao momento em sete áreas desativadas para uma área de concessão de 298ha dos quais 89ha correspondem a área total de escavação; 50ha de área do plano de lavra sem intervenção e 5ha área total afeta aos anexos, apresentando um deficiente planeamento da extração, ordenamento do território e degradação ambiental.

É evidente a necessidade de revisão do Decreto lei nº 31/11 de 23 de Setembro - Aprovação do Código Mineiro principalmente no tocante a vistoria de pedreiras, aos aspetos de ambientais e nomeadamente no que se refere à recuperação paisagística e ao reforço do papel do Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território (MAOT)

no procedimento de obtenção de licença e, posteriormente, na fiscalização das explorações.

Em síntese, a cartografia e caracterização das unidades litológicas produzidas serão de suma importância no contributo ao conhecimento geológico-geotécnico da região em que se insere a pedreira e, para o ordenamento do território sendo um trabalho que reverte em favor da(s) pedreira (s) e das populações.

Como conclusão para este trabalho, apresenta-se as seguintes propostas:

Prospecção geológica

Reconhecimento geológico no campo com vista ao conhecimento dos recursos existentes na região em apreço com a identificação das unidades geológicas que tenham aptidão ornamental e reconhecimento da disposição estrutural dos maciços rochosos nessas unidades e apresentação de mapas geológicos temáticos.

- Cartografia geológico-estrutural á escala 1:100 000 a 1: 25 000, para o reconhecimento geral ; à escala 1:10 000 ou 1:5 000 para o reconhecimento e avaliação das grandes áreas-alvo selecionadas na etapa anterior com apoio a sondagem mecânica de reconhecimento; à escala 1/2000 a 1/500 fortemente apoiada em dados de sondagem mecânica, para delimitação de áreas-alvo mais restritas para eventual localização de unidades para exploração ou expansão unidades de exploração já existentes.

- Caracterização petrográfica para descrição da estrutura, textura, composição mineralógica, classificação petrográfica bem como a evidência de fatores que possam influenciar na sua durabilidade e comportamento mecânico.

- Análise química para o estudo da origem, datação das formações geológicas presentes, relações e similaridades e a quantificação dos elementos constituintes da rocha.

- Caracterização físico-mecânica para o dimensionamento das jazidas, estudos de identificação, qualificação tecnológica que refletir-se-ão nas preferências de mercado para uma qualidade controlada de produtos.

- Sondagens elétricas verticais/Perfis de refração sísmica, para a determinação da espessura dos depósitos.

- Sondagens mecânicas com recuperação do testemunho, para a determinação da qualidade ornamental das rochas subjacentes.

- Elaboração de um catálogo sobre o granito produzido na pedreira

Extração da Rocha Ornamental

- Plano de lavra (modelo 1, anexos II)
- Plano de Controle Ambiental e Recuperação de Áreas Desativadas (modelo 2, anexos II)
- Áreas desativadas
 - a) Delimitação de áreas
 - b) Higienização e arrumação dos resíduos inclusive, os encontrados ao longo dos caminhos entre uma e outra área de trabalho.
 - c) Transformação em espaço-ciência, inserção de painéis informativos de geologia, vegetação, percurso.
- Plano de Segurança e Saúde no Trabalho e respetiva monitorização (modelo 3, anexos II)
- Cartilhas de segurança e saúde para pedreira
- Sinalização de segurança
 - a) Áreas de trabalho em atividade: sinalização de uso obrigatório de equipamento de proteção coletiva e individual, uso de explosivos, área de escombrelas, circulação de veículos de grande porte.
 - b) Áreas desativadas: sinalização perigo quanto á profundidade das águas com a inscrição na língua materna da região/português, tinta refletora em especial aquelas com acumulação de água; disposição de vedações.
- Uso obrigatório de equipamento de proteção individual (capacete, botas, abafadores, luvas)
- Uso de sinal sonoro para aviso de explosões (equipamento de proteção coletiva)
- Formação em segurança e saúde no trabalho para os trabalhadores
- Médico/Enfermeiro do trabalho
- Seguro de saúde para acidentes de trabalho para os trabalhadores

7.Referências Bibliográficas

American Psychological Association (2012). Publication Anual of the American Psychological Association (6th Ed.). Washington, DC: APA.

ANGOP (2018, Fevereiro 9). Reduz produção de rochas ornamentais em 2017.

Anuário Angola (2016-2017). Câmara de Comércio e Indústria Portugal e Angola - Metas do programa de industrialização por Indústria 2013 – 2017, 18ª edição, 74p.

Barton et al., (1974). Engineering Classification of Rock Masses for Design of Tunnel Support.

Bieniawski, Z.T. (1979). Tunnel Design by Rock Mass Classification. Technical Report GL-79-19, Pennsylvania State University, 158 pp.

Bieniawski, Z.T. 1989. Engineering Rock Mass Classifications. John Wiley & Sons, 251 pp.

Campeny, M. et.al. (2011). Petrology and Geochemistry of the Mafic-Ultramafic Hamutenha Intrusion (Kunene Complex, SW Angola): Metallogenic Implications. 11th SGA Biennial Meeting Let's Talk Ore Deposits 26-29th September 2011, Antofagasta, Chile, pp. 663-665.

Cardoso, A.C.M.S.T. (2014). Recuperação paisagística de pedreiras - O caso das massas coerentes. Seminário Recuperação Ambiental de Pedreiras. Comissão de Coordenação e de Desenvolvimento Regional do Centro. Disponível em <https://www.ccdr-alg.pt/site/sites/ccdr-alg.pt/files/eventos/ccdrcentro-alexandracardoso.pdf>.

Carvalho, H. (2000). Breves Considerações de Natureza Geológica e de Cronologia Absoluta sobre as Rochas do soco Antigo (Arcaico) de Angola

Carvalho, H. & Alves, P. (1993). The Precambrian of SW Angola and NW Namibia. Comunicações do Instituto de Investigação Científica Tropical, Série Ciências da Terra nº 4.

Carvalho, H. & Alves, P. H. (1990) – Complexo Gabro-Anortosítico do SW de Angola/NW da Namíbia - Notas Sobre a Geologia Geral / Tentativa de Interpretação Genética. Instituto de Investigação Científica Tropical de Ciências da Terra, Lisboa, 2, 66 pp.

Carvalho, J.F. *et. al.* (2008). Decision Criteria for the Exploration of Ornamental-Stone Deposits: Application to the Marbles of the Portuguese Estremoz Anticline. International Journal of Rock Mechanics & Mining Science 45, 1306–1319.

Carvalho, H. et. al. (1979). Chronologie absolute du Précambrien du Sud- Ouest de l'Angola, C. R. Acad. Sci. Paris, Paris, 288, pp.1647-1650.

Carvalho, H. (1972) – Chronologie des formations géologiques précambriennes de la région central de South- Ouest de l'Angola et essai de corrélation avec celles du Sud-Ouest Africain, 24th Int. Geol. Cong., Montreal, Sect. 1, pp. 187-194.

Carvalho, H.& Pereira (1972). Carta Geológica de Angola na escala 1/100.000.- Noticia Explicativa da Folha 377 (Chiange), Serviços de Geologia e Minas de Angola.

Carvalho, H. & Simões, M. V. C. (1971). Carta Geológica de Angola na escala 1/100.000.- Noticia Explicativa da Folha 376 (Macota), Serviços de Geologia e Minas de Angola, 53 pp.

Carvalho, H. (1970) – Contribution à la géochronologie du South-Ouest de l'Angola, Boletim dos Serviços de Geologia e Minas Angola, 23-24 pp.

Carvalho, H. (1969). Cronologia das Formações Geológicas Pré-câmbricas na Região Central do Sudoeste de Angola e Tentativa de Correlação com as do Sudoeste Africano - Boletim dos Serviços de Geologia e Minas de Angola. - n.º 20, 61-71 pp.

Carvalho, H. & Pereira E. (1969). Fenómenos de Bordadura e Metamorfização dos Gabros da Região de Vila de Almoester - Boletim dos Serviços de Geologia e Minas de Angola, Luanda, 20, pp. 25-53.

Correia, H. (1976). O Grupo Chela e Formação Leba como Novas Unidades Litoestratigráficas Resultantes da Redefinição da "Formação da Chela" na Região do Planalto da Humpata (Sudoeste de Angola) - Boletim da Sociedade Geológica de Portugal, 20, 65- 130.

Diniz, A. C. (1991). Angola: O Meio Físico para a Cooperação Económica - Instituto pra a Cooperação Económica, Lisboa 189 p.

Diniz A.C. 1973. Características Mesológicas de Angola: Descrição e Correlação dos Aspetos Fisiográficos dos Solos e da Vegetação das Zonas Agrícolas Angolanas - Missão de Inquéritos Agrícolas de Angola. Série de Estudos, 2, Nova Lisboa, 64 pp.

Diniz, A. C. & Aguiar, F.Q. (1966). Geomorfologia, Solos e Ruralismo da Região Central Angolana, Nova Lisboa

Drüppel, K. et. al. (2007). Petrology and isotopic geochemistry of the Mesoproterozoic anorthosite and related rocks of the Kunene Intrusive Complex, NW Namibia. Precambrian Research, 156, 1-31.

Ernst R.E. *et al.* (2013). Large Igneous Provinces and Super Continent: Towards Completing the Plate Tectonic Revolution. *Lithos*, 174, 1–14 pp.

Feio, M. (1981). O Relevo do Sudoeste de Angola: Estudo da Geomorfologia - Junta das Investigações Científicas do Ultramar, Lisboa, 326 p.

Figueira, B. (2018, Setembro 30). Mais de 90% das rochas produzidas no país vão para a Ásia e Europa. O País.

Fort, R. *et. al.* (2010). Characterisation of monzogranitic batholiths as a supply source for heritage construction in the northwest of Madrid. *Engineering Geology* 115 (3-4), pp. 149-157.

Gleissner, P. *et. al.* (2010). Magmatic evolution of anorthosites of the Kunene Intrusive Complex, NW Namibia: Evidence from Oxygen Isotope Data and Trace Element Zoning. *Journal of Petrology*. 51, 897–919.

Gonçalves, O. (2017). Rochas Ornamentais Precisam de Mercado Interno. *Jornal de Angola*.

GPH (2019). Fórum de Negócios e Oportunidades de Investimento INVEST HUÍLA.

GPH (2014). Plano de Desenvolvimento Provincial da Huíla, 2013-2017.

GPH (2007) - Relatório de Caracterização Ambiental da Província da Huila, Plano de Desenvolvimento da Província da Huila, Governo da Província da Huila, Lubango.

Hoek E [1994]. Strength of rock and rock masses. *News J ISRM* 2(2):4–16.

Hoek E. *et al.* (1995). Support of underground excavations in hard rock. Rotterdam, Netherlands: Balkema.

AEG (1979). Classification of rocks and soils for engineering geological mapping, Part 1 – rock and soils materials. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology* 19, pp. 364-371.

Impulso Angola LDA., (2014). Estudo da cadeia produtiva de Batata-Rena nos Municípios da Chibia e Lubango. Acesso: 05/06/2019. Disponível: <http://fas.co.ao/wp-content/uploads/2017/02/Cdadeia-Produtiva-de-Batata-Rena-Lubango-e-Chibia.pdf>.

Instituto Nacional de Estatística (2018). Anuário de estatística das Empresas 2014-2017.

Jornal de Angola (2018, Setembro 29). Rochas angolanas ganham o mundo.

Jornal de Angola (2017, Junho 25). Sobe a produção de rochas ornamentais.

Lapido-Loureiro, F. E. V. & Machado, L. (1972) – Contribuição para o Conhecimento Geológico de uma Área de 15.000 km² correspondente às folhas nos 359, 360, 381 e 382, na escala 1/100.000, Relatório Preliminar do Mapeamento Geológico Provincial, Relatório Completo do Instituto Investigação Científica Angola, Luanda, 23, 21 pp.

Maier, W. D. *et al.* (2013). The Kunene Anorthosite Complex, Namibia, and Its Satellite Intrusions: Geochemistry, Geochronology, and Economic Potential. *Economic Geology*, 108, 953-986.

Maier, W. D. *et al.* (2008). The Kunene anorthosite complex and its satellite intrusions. In Miller, R. Mc. G. (ed) *The Geology of Namibia*, Geological Survey of Namibia, 9-1 - 9-18.

Marques, J. M. M., Simões, M. C. (1971). Carta Geológica de Angola na escala 1/100.000.- Notícia Explicativa da Folha 378 (Chibemba), Serviços de Geologia e Minas de Angola.

Mayer, A. *et al.* (2004). Mesoproterozoic Sm-Nd and U-Pb Ages for the Kunene Anorthosite Complex of SW Angola. *Precambrian Research*, 133, 187-206.

Macauhub (2017, August 14th). Produção de Rochas Ornamentais de Angola Deverá Atingir 357 Mil Metros Cúbicos em 2017/2021

McCourt, S. *et al.* (2004). New U-Pb SHRIMP ages on zircons from the Lubango region, Southwest Angola: insights into the Proterozoic evolution of South- Western Africa. Symposium: The birth and growth of continents – Geodynamics through time, Abstract of the Geoscience Africa.

Menge, G. F. W. (1998). The antiformal structure and general aspects of the Kunene Complex, Namibia. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 149, 433-448.

Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural, (1997). Despacho nº12-W/97 de 2 de Abril. A Tunda dos Gambos.

Ministério dos Recursos Minerais e Petróleos (2018). Investidores aplaudem estratégia angolana no Sector Mineiro. Acesso: 20/01/2019 Disponível: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwi-qfvHgvnkAhUK8uAKHQiOAsoQFjAAegQIBRAB&url=http%3A%2F%2Fwww.cidadao.gov.ao%2FVerNoticia.aspx%3Fid=36309&usq=AOvVaw3j3wGptelejNH-fLqai9Lv>

Morais, S.M. *et al.* (1998). The Kunene gabbro-anorthosite Complex: preliminary results based on new field and chemical data. *African Geoscience Review* 5, 485-498. Pereira, A. (2011). Água em Angola: A Insustentável Fraqueza do Sistema Institucional- Revista Angolana de Sociologia.

Pinto, M. J. (2012, Julho 4). Aposta em energias renováveis pode ser alternativa em África, dizem especialistas, DW). Acesso: 15/05/2019 disponível: <https://www.dw.com/pt-002/aposta-em-energias-renováveis-pode-ser-alternativa-em-áfrica-dizem-especialistas/a-16072652>

Rocha, R.B., (1976). Estudo Estratigráfico e Paleontológico do Jurássico do Algarve Ocidental. Instituto de Ciências da Terra.

Rodrigues, J.f. et. al. (2012) - Idade U-Pb em zircões (SHRIMP) de gabros do Complexo Ígneo do Cunene (SW de Angola). CD ROM do 46º congresso Brasileiro de geologia, 1º Congresso de Geologia dos Países de Língua Portuguesa, Santos, Brasil.

Silva, Z. C. G. (1992) Mineralogy and cryptic layering of the Kunene anorthosite complex of SW Angola and Namibia - Mineralogical Magazine.

Slejko, F. F. et. al. (2002). Mineral chemistry and Nd isotopic composition of two anorthositic rocks from the Kunene complex (South western Angola). Journal of African Earth Sciences 35, 77–88.

Sousa, M. J. & Baptista, C. S. (2014). Como Fazer Investigação, dissertações, Teses e Relatórios, 5ª edição, Lisboa.

Sousa, N. V. (1993). Recuperação de Paisagens Degradadas e Recuperação das Pedreiras da Secil - Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Arquitetura Paisagista, UTL, ISA, Lisboa.

Vale, F. S. et. al. (1973) – Carta Geológica de Angola na escala 1/100.000. Notícia Explicativa da Folha 355 (Humpata-Cainde), Serviços de Geologia e Minas de Angola, Luanda.

Vale, F. S. & Simões, M. V. C. (1971). Carta Geológica de Angola na escala 1/100.000. Notícia Explicativa da Folha 336 (Sá da Bandeira – atual Lubango), Serviços de Geologia e Minas de Angola, Luanda.

Vallejo L. et. al., (2002). Ingeniería Geológica. Pearson Educación.

Vermaak, C. F. (1981). Kunene Anorthosite Complex. In: Hunter, D. F. (ed) Precambrian of the Southern Hemisphere. Elsevier Amsterdam, 882 p.

Legislação da República de Angola

Decreto lei nº 5/98 de 19 Junho - Lei de Base sobre o Meio Ambiente. Acesso: 10/07/2019. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ang99335.pdf>.

Decreto lei nº 31/11 de 23 de Setembro - Aprovação do Código Mineiro. Acesso: 12/07/2019.
Disponível:

<https://www.minfin.gov.ao/cs/groups/public/documents/document/mdax/mdku/~edisp/-68523250030117100109.pdf~1.pdf>.

Decreto lei nº 31/94 de 05 de Agosto - Sistema de Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho.
Acesso 12/07/2019. Disponível: https://www.info-angola.com/index.php?option=com_content&view=article&id=3464:decreto-no-3194-de-5-de-agosto-sistema-de-higiene-e-seguranca-no-trabalho&catid=650&Itemid=1739

Legislação da República Portuguesa

Decreto-Lei nº 270/01 de 6 de Outubro - Regime Jurídico da Exploração de Massas Minerais (Pedreiras). Disponível: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/621169/details/maximized>. Acesso: 03/03/2019.

Decreto-Lei nº 340/2007 de 12 de Outubro - Alterações ao Decreto-Lei no 270/01 de 6 de Outubro: Aprova o Regime Jurídico de Pesquisa e Exploração de Massas Minerais (Pedreiras). Disponível: <https://dre.pt/pesquisa/-/search/641403/details/maximized>. Acesso: 03/03/2019.

Anexos I

Tabela 1. Identificação da pedreira.

Identificação da Empresa	Pedreira Rodang Lda.	
	Província da Huíla, República de Angola	
Identificação da Pedreira Mina 2	Endereço da Pedreira:	
	NIF: **	
	.	
Situação da Pedreira: Em funcionamento	Em actividade: 15 Anos .	
Responsável pela Declaração		
Substâncias Extraídas	Ex.: Granito anortositico/ Granito Marrom Cohiba, extraídos para indústrias de construção civil e obras públicas	
	Quantidade Extraída (Ton.): 600 m ³ / mês X 2,7	1.620 m ³ / mês
Categoria de Pessoal .	Gerente	1
	Técnico	0
	Administrativo	3
	Encarregados	1
	Chefe de Equipa	5
	Operadores	10
	Manutenção	4
	Outros	**
Equipamentos de proteção de uso obrigatório no local de trabalho	Botas com biqueira de aço	
	Capacete de proteção	
	Colete refletor	
	Ferramentas adequadas	
	Luvas de proteção	
	Máscara anti poeira	
	Máscara com viseira	
	Óculos de proteção	
	Protetores auriculares	
	Vestuário para intempéries	
Investimentos e Encargos de Exploração		
Energia Consumida	Gasóleo	150.000 litros/mês (AKZ. 215/litro) = 32.250.000; (0,37 Euros/litro) = 55.500 euros/mês

	Eletricidade de Produção Própria	10 geradores
	Produção própria	

Identificação da Empresa	Pedreira Rodang Lda.	
	Província da Huíla, República de Angola	
Materiais Consumidos	Explosivos	**
	Cápsulas detonadoras	X
	Pneus	X
	Filtros (ar, óleo, gasóleo, etc.).	X
	Água de captação própria	X
Informação técnica Relativa a Exploração	Área total da pedreira	298ha
	Área do plano de lavra	**
	Área total afeta aos anexos	5ha
	Área total dos trabalhos escavação	89ha
	Área do plano de lavra sem intervenção	50ha
	Reservas globais da pedreira	
	Número de degraus explorados	3
	Altura média dos degraus (m)	15m
Tipos de equipamentos	Escavadora	.CAT 365-1 .CAT 345- 2 .CAT 330-1
	Pá carregadora	6
	Pá carregadora de rastos	.VOLVO-3 .CAT 763
	Perfuradora	12
	Camião	7
	Equipamentos de rega dos caminhos	2 Tratores
Plano ambiental e de recuperação paisagística (Definido/Não definido)	Não definido	

Tabela 2 – Identificação das áreas de implantação do projeto

PARÂMETROS	UNID.	QUANTIDADE
Área de Exploração	[m ²]	89 000
Área já Explorada e Recuperada	[m ²]	**
Área de Margem de defesa	[m ²]	**
Área de Instalações Sociais e Administrativas	[m ²]	50 000
Área Destinada a Estacionamento e Pequenas Manutenções	[m ²]	20 000
Área a Licenciar	[m ²]	**
(**) : Dado não fornecido		

Tabela 3 – Inquérito para definição das principais características das pedreiras

Identificação da empresa: Rodang- Rochas Ornamentais de Angola Limitada	
Identificação da pedreira. Mina 2	
Responsável pela declaração. Marcelo Siku	
Substâncias extraídas	A saída da frente de desmonte: Blocos de granito
Substâncias comerciais	Transacionais e/ou utilizadas em consumo próprio
Industria consumidora: Fábricas de Transformação	
Emprego	Quadro de pessoal: 107 trabalhadores
Investimentos e encargos de exploração. USD. 10.000.000,00 - USD. 1.500.000/ ano	
Energia consumida: Geradores	
Materiais consumidos e água	
Informação técnica relativa a exploração	
Equipamentos	
Plano de recuperação paisagística: Ainda não começou	

Anexos II

1. Modelo de Plano de Lavra

Memória Descritiva

CAPÍTULOS	CONTEÚDO
Introdução	<ul style="list-style-type: none"> Identificação da empresa, enquadramento legal, descrição geral do projeto, objetivos e justificação do projeto e, alternativas ao projeto
Previsão de data/Produção	<ul style="list-style-type: none"> Data prevista de início de produção comercial Perfil de produção e capacidade Características e natureza dos produtos finais Data prevista de início do desenvolvimento mineiro
Caracterização da massa mineral	<ul style="list-style-type: none"> Caracterização geológica Cálculo de reservas
Caracterização do método de exploração	<ul style="list-style-type: none"> Método de desmonte Sistemas de extração e transporte Equipamentos
Instalações auxiliares anexas	<ul style="list-style-type: none"> Descrição dos anexos à pedreira e proposta do requerente a respeito
Sistema de abastecimento, escoamento, decantação, transporte, drenagem e segurança	<ul style="list-style-type: none"> Descrição dos sistemas de abastecimento de água, energia e materiais locais; Descrição do circuito de escoamento de águas, efluentes e seu destino final Localização da represa para decantação de resíduos Descrição dos sistemas de transporte, ventilação, iluminação, drenagem e segurança
Higiene, segurança, sinalização relativa a trabalhadores e á terceiros	<ul style="list-style-type: none"> Elaboração do Plano de Segurança e Saúde Indicação das medidas adotadas para cumprimento de legislação de higiene, segurança e sinalização

CAPÍTULOS	CONTEÚDO
Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> Diagnóstico ambiental Medidas e sistemas adotados para reduzir as emissões de ruído e de poeiras; evitar a poluição de águas superficiais e subterrâneas; com a localização dos depósitos de resíduos, produtos acabados e terras de cobertura; identificação da necessidade ou não da instalação de sistemas de monitorização; faseamento das medidas de integração da exploração no meio ambiente Recuperação ambiental e paisagística
Mão-de-obra	<ul style="list-style-type: none"> Necessidades de mão-de-obra qualificada e não qualificada.
	<ul style="list-style-type: none"> Outros dados que o requerente considere relevantes, ou solicitados pela entidade competente.

Peças Desenhadas

CAPÍTULOS	CONTEÚDO
Localização	<ul style="list-style-type: none"> Carta topográfica, à escala 1:25 000 (carta militar), com localização da pedreira e indicação dos acessos rodoviários principais e outros.
Enquadramento	<ul style="list-style-type: none"> Planta cadastral à escala 1:2 000 de toda a área a licenciar incluindo uma faixa envolvente de pelo menos 100m. Carta geológica da área.
Pormenor	<ul style="list-style-type: none"> Plantas topográficas, à escala 1:500 ou 1:1000, da situação atual, incluindo limites da propriedade, área da pedreira e da escavação, área afeta aos anexos, e de uma faixa envolvente (cerca de 20m) , sentido de avanço das frentes e evolução dos acessos, zonas de defesa, sinalização de segurança, locais de deposição de produtos, rejeitados, terra vegetal e de cobertura, vias de comunicação, edifícios, linhas de energia, linhas de água, lagos, lagoas, e outros dados relevantes. Planta topográfica à escala 1:500 ou 1:1000 com a previsão da situação final da pedreira após exploração. Cortes longitudinais e transversais das zonas em exploração, à escala das plantas referidas anteriormente, mostrando a posição e forma da massa mineral, áreas de desmonte e respetivas cotas, sentido de avanço das frentes, pendor das camadas e indicação dos limites da pedreira e zonas de defesa.

2. Modelo de Plano de Controle Ambiental e Recuperação de Áreas Desativadas

CAPÍTULOS	CONTEÚDO
Apresentação	Identificação da empresa, enquadramento descrição geral do projeto, objetivos e justificção do projeto
Programa ou Plano	Descrição do programa e fases do projeto
Objetivos	Objetivos gerais e específicos
Metodologia	Geologia e geomorfologia e diagramas ilustrativos
Detalhamento das Atividades	<ul style="list-style-type: none"> › Trabalhos preparatórios › Método de desmonte › Sistemas de extração e transporte › Equipamentos › Desativação/recuperação
Identificação dos impactes ambientais	<ul style="list-style-type: none"> › Ambiente sonoro e qualidade do ar › Ecologia (flora, fauna e habitats), paisagem › Recursos hídricos (águas superficiais e subterrâneas) › Ordenamento do território (uso e ocupação do solo)
Medidas	<ul style="list-style-type: none"> › Medidas de minimização/compensatórias › Plano de monitorização ambiental (poeiras, ruídos, vibrações) › Plano de gestão de resíduos › Plano de desativação
Cronograma de implementação	Estimativa de tempo de implementação das medidas de minimização/compensatórias

3. Modelo de Plano de Segurança e Saúde no Trabalho

CAPÍTULOS	CONTEÚDO
Introdução	Identificação da empresa, enquadramento legal, descrição geral do projeto, objetivos e justificação do projeto.
Plano de fatores condicionantes	Apresentação dos fatores condicionantes presentes na área de instalação da pedreira e área envolvente.
Plano de sinalização e circulação na pedreira	Elaboração de planta de sinalização de segurança e saúde com avisos, informações, procedimentos de segurança e, com a gestão da circulação na pedreira.
Plano de proteção coletiva	Identificação de locais onde devam ser instaladas ou adotadas sinalização de segurança coletiva (vedações, proteção em máquinas, avaliação da qualidade do ar, ruído, vibrações).
Plano de proteção individual	<ul style="list-style-type: none"> Definição do equipamento de proteção individual em de acordo com os riscos inerentes a função que exerce como posto de trabalho, instalação e zona. Equipamento temporário/permanente. Ficha individual do trabalhador de registo de aquisição/troca de EPI.
Plano de manutenção de equipamentos	Ficha de identificação dos equipamentos presentes na pedreira com indicação da frequência de inspeção geral e manutenção periódica dos mesmos.
Plano de limpeza e manutenção das instalações	Detalhamento do modo como está organizada a limpeza e manutenção das áreas de apoio á pedreira (armazém, escritório, refeitório, oficina, etc.).
Plano de saúde dos trabalhadores	Ficha individual do trabalhador com a informação relativa a vigilância médica de acordo com os riscos á que está exposto tendo em conta a legislação vigente (exames médicos a realizar/realizados, periodicidade dos exames, etc.).
Plano de formação e informação sobre segurança e saúde no trabalho	Identificação dos meios de informação e formação a adotar para com os trabalhadores com a periodicidade mínima para a realização de ações de consciencialização e formação.

CAPÍTULOS	CONTEÚDO
Plano da gestão da informação	<ul style="list-style-type: none"> Identificação dos meios de difusão da informação a serem adotados pelos vários participantes de nomeadamente responsáveis técnicos, técnico de HST, trabalhadores.
Plano de gestão de visitas de terceiros á pedreira	<ul style="list-style-type: none"> Definição das condições de entrada e circulação de visitantes e acordo com o número e objetivos.
Plano de emergência	<ul style="list-style-type: none"> Definição dos procedimentos a adotar, identificação dos dispositivos de emergência (dispositivos de combate á incêndios, primeiros socorros) e, plano de evacuação.
Registo de acidentes e sinistralidade de trabalho	<ul style="list-style-type: none"> Plano de ação em caso de acidente/sinistralidade. Relatório de acidentes de trabalho. Índices de acidentes/sinistralidade de trabalho (índices de incidência, frequência, gravidade e avaliação da gravidade).