

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE MINAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE MINAS**

**DIAGNÓSTICO E SUGESTÕES PARA A MELHORIA DA
LAVRA EM PEGMATITOS
NA PROVÍNCIA DA BORBOREMA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ANTÔNIO LEITE DE ANDRADE

**CAMPINA GRANDE – PB
Março de 2009**

**DIAGNÓSTICO E SUGESTÕES PARA A MELHORIA DA
LAVRA EM PEGMATITOS
NA PROVÍNCIA DA BORBOREMA**

ANTÔNIO LEITE DE ANDRADE

**DIAGNÓSTICO E SUGESTÕES PARA A MELHORIA DA
LAVRA EM PEGMATITOS
NA PROVÍNCIA DA BORBOREMA**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, na área de Lavra de Minas, em cumprimento às exigências para obtenção do Grau de Mestre.

Área de Concentração: LAVRA DE MINAS
Orientador: Prof.Dr. AARÃO DE ANDRADE LIMA

CAMPINA GRANDE
Março de 2009



FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFSCG

A553d

2009 Andrade, Antônio Leite de.

Diagnóstico e sugestões para a melhoria da lavra em pegmatitos na Província da Borborema / Antônio Leite de Andrade. — Campina Grande, 2009.

141 p. : il. col.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas) — Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências.

Orientador: Prof. Dr. Aarão de Andrade Lima.

1. Pegmatitos. 2. Lavra. 3. Segurança. I. Título.

CDU – 553.063(043)

ANTÔNIO LEITE DE ANDRADE

**Título: DIAGNÓSTICO E SUGESTÕES PARA A MELHORIA DA LAVRA EM
PEGMATITOS NA PROVÍNCIA DA BORBOREMA**


Aprovado em março de 2009

COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. AARÃO DE ANDRADE LIMA

Orientador



Prof. Dr. ELBERT VALDIVIEZO VIERA

Examinador

Prof. MSc. João Lucena Ramos Neto

Examinador

Campina Grande – PB

Março de 2009

DEDICATÓRIA

A minha querida esposa, **Gessiane Pires André Andrade**, por tudo que ela representa para mim, pela sua paciência, afeto, carinho e amor, que sempre esteve ao meu lado em tantas etapas difíceis.

À minha mãe **Carmelita Gomes de Souza** e ao meu pai **Francisco Leite de Andrade**, que sempre acreditaram em mim e foram os alicerces da minha grande conquista.

UFCG/BIBLIOTECA

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, pelas dádivas que me concedeu ao longo da minha vida e por estar sempre ao meu lado em todas as horas.

A minha esposa **Gessiane Pires André Andrade**, pelo seu amor, paciência e compreensão.

À minha mãe **Carmelita Gomes de Sousa**, pelo carinho e amor que me deu em todos os instantes e pela sua dedicação e paciência comigo.

Ao meu pai **Francisco Leite de Andrade**, pelo seu amor, pelo apoio e incentivo nos estudos.

Ao meu orientador **Prof. Dr. Aarão de Andrade Lima**, pelo incentivo, paciência e disponibilidade durante o mestrado.

Ao **Prof. Dr. Elbert Valdiviezo Viera** pelo apoio durante a pesquisa.

Aos meus irmãos **Geraldo Leite de Andrade, José Leite de Andrade, Pedro Leite de Andrade, Damião Leite de Andrade e Maria Leite de Andrade**, pelo apoio, compreensão e companheirismo que me ajudaram durante todo o tempo.

Aos meus amigos que foram cruciais para a realização desta pesquisa, em especial a **Waldy, Thiago, Kininin, Ivonaldo, Félix, Bosco, Ranan, Eptácio e Brito**.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo suporte financeiro através da bolsa de estudo para a realização desta pesquisa.

Ao Projeto de Desenvolvimento em Rede do Arranjo Produtivo nos Pegmatitos - RN/PB pela concessão de uma bolsa, que me deu o suporte necessário para a realização deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas.

Enfim, a todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram e ajudaram com este trabalho.

RESUMO

O presente documento constitui o relatório de atividades da pesquisa intitulada **DIAGNÓSTICO E SUGESTÕES PARA A MELHORIA DA LAVRA EM PEGMATITOS NA PROVÍNCIA DA BORBOREMA** desenvolvido durante a pesquisa desta dissertação.

A lavra em pegmatitos da Província da Borborema RN/PB é uma atividade econômica que garante a subsistência de muitos pequenos mineradores, contudo, a exploração ocorre de forma precária, desorganizada, informal e predatória, desenvolvida em sua grande maioria, por garimpeiros com o mínimo de conhecimento técnico, com isso, compromete a jazida e o meio ambiente em seu entorno, além de comprometer a segurança dos trabalhadores envolvidos no processo de extração.

A presente pesquisa mostra as formas de perfuração, o desmonte, o carregamento e a forma de transporte dos pegmatitos, analisando-se também a estabilidade das escavações, as condições de segurança e ventilação, os impactos ambientais existentes, as principais atividades extrativas, minerais produzidos, processos de produção, comercialização, aplicações e as restrições relativas ao processo de lavra, obtidos durante o período de elaboração deste trabalho.

Foram propostos dois métodos de lavra, uma a céu aberto e outro subterrâneo para o pegmatito denominado Alto do Daniel, localizado no município de Jardim do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, onde a implantação destes métodos vai proporcionar um aproveitamento racional dos bens minerais, garantindo o desenvolvimento sustentável que resultarão em vantagens competitivas para os pequenos produtores informais de bens minerais da região, além minimizar os impactos ambientais decorrente da atividade extrativa.

A lavra a céu aberto foi proposta e planejada através de três bancadas simultâneas com 3 metros profundidade, com aproveitamento integral do corpo e com acesso para o transporte longitudinal ao longo do pegmatito. A lavra subterrânea é dada em avanço das extremidades para o centro, desenvolvido por duas galerias paralelas com 3 metros cada e altura de 2,5 metros cada, um pilar de coroamento de 5,5 a 6,5 e cavilhas localizadas para estabilizar as escavações.

ABSTRACT

Mining of Borborema Province pegmatite is an economic activity that ensures the support of many small miners, however, the recovery of the resources takes places in a precarious way, disorganized, informal and predatory, which is developed largely by the so called garimpeiros. The garimpeiros have little technical knowledge, what compromises the recovery of the deposits an also the surrounding environment, as well as jeopardizes the safety of the workers involved in the extractive process.

The present research addresses the following topics: the drilling methods, blasting, loading of the muck pile haulage of the pegmatite rocks. It is also analyzed the stability of the excavations, the safety conditions, ventilation, and the resulting environmental impacts, the main extractive activities, produced minerals, production processes, commercialization, applications and the restrictive aspects of the mining process.

Two mining methods are proposed, a surface mine method and na underground method, for the pegmatite body known as Alto do Daniel, located in Jardim do Serido. County, Rio Grande do Norte State, where the implementation of those methods will ensure the rational recovery of the mineral resources, thereby allowing for the sustainable development, that will result in competitive advantages for the small informal mineral producers of the region, besides the minimization of the environmental impacts resulting from the extractive activities.

The proposed surface mining was planned using 3 simultaneous benches 3 meters high, allowing for the total recovery of the body, and permitting the longitudinal haulage of the ore along the pegmatite. The underground mining method takes places in advances from the extremes to the center of the body, developed by two parallel drifts, each 3 meters high by 2.5 meters wide, and a crown pillar 5,5 to 6,5 thick. Localized rock bolts are proposed for stability of the drifts.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	I
AGRADECIMENTOS	II
RESUMO	III
ABSTRACT	IV
SUMÁRIO	V
LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Justificativa	2
1.2. Objetivos	4
1.3. Metodologia	5
2. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO	6
2.1. Localização	6
2.2. Geologia Regional	7
2.3. Geomorfologia	9
2.4. Clima	9
2.5. Pedologia	9
2.6. Meio Biológico	10
2.6.1. Flora	10
2.6.2. Fauna	11
2.7. Meio Sócio-Econômico	12
3. CLASSIFICAÇÕES DOS PEGMATITOS	14
3.1. Pegmatitos Homogêneos	14
3.2. Pegmatitos Heterogêneos	14
3.3. Pegmatitos Mistos	15
4. MERCADO	18
4.1. Minerais Industriais do Brasil.....	18
4.2. Feldspato no Mundo.....	18

4.3. Recursos do Feldspato no Brasil	22
4.4. Minerais Produzidos na Província Pegmatítica da Borborema RN/PB	24
4.4.1. Feldspatos.....	24
4.4.2. Micas	26
4.4.3. Tantalita.....	28
4.4.4. Quartzo.....	29
4.4.5. Granito Gráfico	30
4.4.6. Caulim	31
4.5. Processo de Produção dos Minerais Pegmatitos, Pedra Lavrada/PB.....	33
5. MÉTODOS DE PRODUÇÃO	41
5.1. Desmonte.....	41
5.2. Perfuração	42
5.3. Carregamento e Transporte	42
5.4. Beneficiamento	49
5.5. Segurança e Ventilação	50
5.6. Meio Ambiente	52
5.6.1. Desmatamento	53
5.6.2. Decapeamento	54
5.6.3. Desativação	54
5.7. Problemas Identificados no Modelo de Produção	54
6. CARACTERÍSTICAS DO ALTO DO DANIEL, MUNICÍPIO DE JARDIM	
DO SERIDÓ/RN.....	57
6.1. Localização e acesso	57
6.2. Geologia Local	58
6.3. Situação do Corpo.....	59
6.4. Plano de Lavra para o Pegmatito do Daniel no município de Jardim do	
Seridó/RN.....	60
6.4.1. Estabilidades das Escavações.....	61
6.4.2. Aplicações de Classificações Geomecânicas ao Pegmatito do Daniel	
no Jardim do Seridó/RN	66
6.4.3. Determinação do Vão Admissível baseado em cada Litologia.....	73
6.4.3.1. Vão do Micaxisto	76

6.4.3.2. Vão do Feldspato	77
6.4.3.3. Vão do Granito Gráfico.....	78
6.4.4. Métodos de Lavra.....	79
6.4.4.1. Lavra a Céu Aberto	79
6.4.4.1.1. Desenvolvimento.....	79
6.4.4.1.2. Lavra	79
6.4.4.1.3. Reserva para lavra a céu aberto	84
6.4.4.2. Lavra Subterrânea.....	85
6.4.4.2.1. Desenvolvimento.....	85
6.4.4.2.1.1. Seqüência do desenvolvimento.....	86
6.4.4.2.1.2. Seqüência da lavra.....	87
6.4.4.2.1.3. Vantagens do método	87
6.4.4.2.1.4. Desvantagens do método.....	88
7. CONCLUSÕES	93
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIAS	95
ANEXOS.....	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Principais minerais industriais do Brasil no contexto mundial – 1999.....	19
Tabela 2 -	Minerais e rochas industriais produzidos por região (Valores anuais - 1997).....	20
Tabela 3 -	Reserva e Produção Mundial.....	21
Tabela 4 -	Reservas brasileiras por estado.....	23
Tabela 5 -	Principais Estatísticas do Feldspato no Brasil.....	23
Tabela 6 -	Compradores, volumes, bens minerais e valor da produção de Pedra Lavrada.....	36
Tabela 7 -	Lista dos Pegmatitos visitados em Pedra Lavrada/PB.....	38
Tabela 8 -	Lista dos Pegmatitos visitados em Junco do Seridó/PB, Assunção/PB e Equador/RN.....	39
Tabela 9 -	Lista dos Pegmatitos Visitados em Frei Martinho/PB.....	39
Tabela 10 -	Lista dos Pegmatitos Visitados em Parelhas/RN.....	40
Tabela 11 -	Lista dos Pegmatitos visitados em Currais Novos, RN.....	40
Tabela 12 -	Lista dos pegmatitos visitados em Jardim do Seridó/RN.....	40
Tabela 13 -	Classificação qualitativa em função do RQD.....	62
Tabela 14 -	Classificação quantitativa de Jn.....	62
Tabela 15 -	Classificação quantitativa em função da qualificação Jr.....	62
Tabela 16 -	Classificação quantitativa em função da qualificação Ja.....	63
Tabela 17 -	Classificação quantitativa em função da qualificação Jw.....	64
Tabela 18 -	Classificação quantitativa em função da qualificação SRF.....	64
Tabela 19 -	Índice de segurança ESR para diferentes obras subterrâneas (Q).....	75
Tabela 20 -	Características dos Vãos Admissíveis no Micaxisto.....	76
Tabela 21 -	Características dos Vãos Admissíveis no Quartzito.....	77
Tabela 22 -	Características dos Vãos Admissíveis no Granito Gráfico.....	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Província Pegmatítica.....	6
Figura 2 -	Mapa geológico simplificado da região.....	8
Figura 3 -	Caatinga.....	11
Figura 4 -	O lagarto, espécie típica da região.....	12
Figura 5 -	Classificação estrutural dos pegmatitos, segundo JOHSTON (1945) e ROLF (1945).....	16
Figura 6 -	Posição relativa de alguns minerais, segundo ROLF (1946) Fonte: LIMA (2002).....	17
Figura 7 -	Estoque de feldspato, Malhada Vermelha - Parelhas/RN.....	25
Figura 8 -	Micas, Sítio Carnaúba - Parelhas/RN.....	27
Figura 9 -	Mica ensacada, Alta do Titico - Frei Martinho/PB.....	27
Figura 10 -	Produção de Tantalita, Alto da Pendanga – Pedra Lavrada/PB..	28
Figura 11 -	Quartzo Róseo (Alto Feio - Pedra Lavrada/PB).....	29
Figura 12 -	Produção de granito gráfico, Malhada Vermelha – Parelhas/RN.....	30
Figura 13 -	Sistema de retirada de caulim, Junco do Seridó/PB.....	31
Figura 14 -	Fluxograma do beneficiamento de caulim nos pegmatitos da região Seridó.....	32
Figura 15 -	Movimentação das quantidades da produção adquiridos por cada comprador.....	36
Figura 16 -	Percentual dos valores da produção adquirida por cada comprador.....	37
Figura 17 -	Quantidades adquiridos em toneladas por cada comprador.....	37
Figura 18 -	Frente de Lavra, Alto do Chico Porto – Pedra Lavra/PB.....	43
Figura 19 -	Compressor, Alto do Bernardo – Pedra Lavrada/PB.....	44
Figura 20 -	Anfo.....	45
Figura 21 -	Guincho, Alto do Bernardo – Pedra Lavrada/PB.....	46

Figura 22 -	Sarilho, Alto Serra Branca – Pedra Lavrada/PB.....	46
Figura 23 -	Transporte através de carro de mão, Alto Feio – Pedra Lavrada/PB	47
Figura 24 -	Pátio de estocagem, Alto do Bernardo – Pedra Lavrada/PB.....	47
Figura 25 -	Carregamento manual e com pás, Alto Feio - Pedra Lavrada/PB).....	48
Figura 26 -	Banqueta subterrânea, Alto do Bernardo – Pedra Lavrada/PB....	50
Figura 27 -	Acidente de trabalho,Alto Feio – Pedra Lavrada/PB.....	51
Figura 28 -	Vista panorâmica, Alto Feio - Pedra Lavrada/PB.....	52
Figura 29 -	Deposição do bota fora, Alto Feio - Pedra Lavrada/PB.....	53
Figura 30 -	Localização geográfica do pegmatito do Alto do Daniel – Jardim do Seridó/RN.....	57
Figura 31 -	Mapa Geológico do Alto do Daniel – Jardim do Seridó/RN.....	58
Figura 32 -	Frente de lavra a céu aberto, Alto do Daniel – Jardim do Seridó/RN.....	59
Figura 33 -	Vista panorâmica do Pegmatito Alto do Daniel – Jardim do Seridó/RN	66
Figura 34 -	Características das discontinuidades do micaxisto, Pegmatito do Daniel – Jardim do Seridó/RN.....	68
Figura 35 -	Características das discontinuidades do feldspato, Pegmatito do Daniel – Jardim do Seridó/RN.....	70
Figura 36 -	Características das discontinuidades do granito gráfico, Pegmatito do Daniel – Jardim do Seridó/RN.....	72
Figura 37 -	Gráfico de suporte definido por Barton (1993).....	74
Figura 38 -	Estimativa dos vários tipos de reforços para o micaxisto baseado no sistema-Q.....	76
Figura 39 -	Estimativa dos vários tipos de reforços para o quartzo baseado no sistema-Q.....	77
Figura 40 -	Estimativa dos vários tipos de reforços para o granito gráfico baseado no sistema-Q.....	78
Figura 41 -	Cenário 3D modelado através de faces planares.....	81

Figura 42 -	Corpo de pegmatito com sua superfície suavizada e consistente com a topografia.....	82
Figura 43 -	Seqüência da lavra e transporte	83
Figura 44 -	Frente da Lavra Subterrânea mostrando a disposição das galerias.....	85
Figura 45 -	Detalhe do desenvolvimento ao nível da primeira fatia.....	89
Figura 46 -	Perfil longitudinal esquemático com seqüência da lavra subterrânea (modificado).....	90
Figura 47 -	Seção não escavada.....	91
Figura 48 -	Seção escavada.....	91
Figura 49 -	Seção da galeria arqueada.....	92
Figura 50 -	Seção longitudinal arqueada.....	92

1. INTRODUÇÃO

Os pegmatitos são corpos de rocha de composição basicamente granítica (quartzo-feldespato-mica), de granulação geralmente grossa, muitas vezes exibindo cristais gigantes, encaixados em estruturas lineares desenvolvidas em terrenos metamórficos, geralmente de idade pré-cambriana, como veios ou lentes, de forma e tamanho variados.

Pegmatitos são rochas holocristalinas que apresentam, pelo menos em parte, uma granulação muito grosseira, contendo como maiores constituintes minerais àquelas encontrados tipicamente em rochas ígneas comuns, mas com a característica de apresentarem extremas variações no que se refere ao tamanho dos grãos (JANHS, 1955).

A Província Pegmatítica abrange parte dos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, incluindo principalmente a região fisiográfica do Seridó na borda ocidental do Planalto da Borborema, o que motivou sua denominação.

Foram feitas várias visitas de campo aos pegmatitos da região do Seridó, onde foi possível detectar a maneira como ocorre o modo de extração dos pegmatitos, onde foi possível detectar a forma precária de como se dá o modo de extração, usando técnicas rudimentares, sem o mínimo de conhecimento técnico.

No presente trabalho são descritos todos os aspectos geográficos e geomorfológicos da Província Pegmatítica da Borborema – Seridó, a perfuração, o desmonte, o carregamento e a forma de transporte dos pegmatitos, analisando-se também a estabilidade das escavações, as condições de segurança, os impactos ambientais existentes, entre outros. Foram feitos testes de campo usando o sistema de Barton, nos quais serão demonstrados as atividades e os resultados obtidos, buscando fazer um diagnóstico da atividade mineral da Província Pegmatítica da Borborema, visando melhorar as condições de trabalho, aumentar a produção, diminuir os impactos ambientais resultantes da exploração dos pegmatitos da região. Nesse levantamento estão relacionados os principais pegmatitos com atividades extrativas, minerais produzidos, processos de produção, comercialização, aplicações e as restrições relativas ao processo de lavra, além de algumas propostas

estratégicas para a implantação de um projeto focado no desenvolvimento sustentável.

Para realização desta pesquisa foi selecionado um pegmatito típico da região, o Pegmatito do Alto do Daniel, localizado no município de Jardim do Seridó, Estado do Rio Grande do Norte, muito embora tenham sido levantados dados de muito outros pegmatitos, tanto na Paraíba como no Rio Grande do Norte, com objetivo de melhor avaliar as condições técnicas e sócio-econômicas dos pequenos produtores informais (garimpeiros), com o propósito de projetar melhorias que sejam extensivas a toda a cadeia produtiva da região.

1.1. Justificativa

A Província Pegmatítica RN/PB possui grande potencial para minerais industriais e pedras coradas, além de pedras ornamentais para construção civil. Engloba os estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba.

A lavra dos pegmatitos esteve durante muito tempo associado à obtenção dos minerais acessórios destinados ao mercado internacional, e sujeitos às oscilações de preço. As características do setor de extração contribuíram para uma exploração conduzida de forma desordenada por garimpeiros e pequenos mineradores, inviabilizando algumas jazidas provavelmente com consideráveis reservas remanescentes, tornando-se às vezes irrecuperáveis para a execução de lavra segura.

Segundo DUQUE (1964) no tocante às condições ambientais, esta região apresenta fragilidades ambientais marcantes, conforme os aspectos aqui, relatados:

- A temperatura ao sol na região chega a atingir 60°C, com uma incidência de insolação superior a 3.000 horas anuais. As altas taxas de evapotranspiração impõem um elevado déficit hídrico, que constitui fator determinante da degradação do solo e do conseqüente empobrecimento da flora e da fauna;
- A região está submetida a um regime de escassez e desigual distribuição de chuvas, que falham com freqüência, originando as secas totais e parciais, de duração às vezes superior a um ano. O período da estação chuvosa é de

janeiro a maio, com variações de 400 mm a 600 mm por ano, tendo apresentado um valor médio de 497 mm anuais nas décadas 1980/1990. A temperatura média varia com as máximas de 33°C e mínimas de 22°C. A rede hidrográfica é constituída por rios e riachos não-perenes, que apresentam dois ciclos perfeitamente caracterizados: um, com escoamento, durante o período chuvoso; e outro, sem escoamento ou seco, na época da estiagem;

- A geologia é constituída, predominantemente, por terrenos cristalinos que, aliados ao poder erosivo das chuvas torrenciais, dão origem a solos rasos, que impedem o acúmulo de água no seu perfil. Os solos pertencem, predominantemente, à categoria dos Brunos Não-Cálcicos, caracterizados pela escassa profundidade e elevada susceptibilidade à erosão;
- A região apresenta uma aptidão agrícola limitada, pela ação conjunta de fatores como relevo, vegetação e regime hídrico, com elevada deficiência de água, alta pedregosidade na superfície e pouca profundidade, sendo difícil encontrar faixas amplas e contínuas de terras cultiváveis. A ocupação agrícola se restringe a pouca manchas de terras na paisagem, onde os agricultores cultivam apenas os solos ligeiramente mais profundos, situados nas proximidades dos cursos d água;
- As atividades humanas que se desenvolvem na região da província pegmatítica estão ligadas à pecuária extensiva, à agricultura de sequeiro (com culturas e técnicas inadequadas), à indústria extrativista de produtos cerâmicos e de mineração, entre as mais significativas;
- As secas provocam fortes impactos sobre a economia, em particular sobre as atividades agropecuárias, reduzindo a renda e o trabalho da população. Como consequência, o mercado de trabalho se caracteriza pela disponibilização de grande contingente de pessoas desempregadas, vulnerabilidade das atividades produtivas, redução gradativa da capacidade de absorção de mão-de-obra no campo, baixa produtividade das atividades rurais, que constituem os elementos que justificam os baixos níveis de rendimento.

No entanto, nesta região se encontram importantes áreas de ocorrências minerais, mais especificamente na Província Pegmatítica da Borborema-Seridó, que têm contribuído expressivamente para a economia local, com a geração de trabalho e renda. A realização deste trabalho, focado na atividade extrativa de minerais de pegmatitos é oportuna, levando-se em consideração que a região possui uma tradição na produção destes bens minerais na forma de garimpagem e que necessita de ações para transformar esta produção em uma atividade de desenvolvimento sustentável.

Sabendo-se da grande capacidade de riquezas minerais que a região dispõe, o presente trabalho apresentará, de forma abrangente, os efeitos provocados pela lavra em garimpos, os tipos de substâncias minerais extraídas, como também mostra os impactos ambientais negativos gerados pela atividade, que afetam a saúde do garimpeiro, sugerindo melhorias nas condições de segurança no ambiente de trabalho.

1.2. Objetivos

O Objetivo principal deste trabalho é estudar a lavra dos pegmatitos na Província Pegmatítica da Borborema, localizada nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, onde existem as principais ocorrências de pegmatitos do Brasil, para propor métodos de extração dos corpos.

- Diagnosticar as operações de lavra de pegmatitos;
- Avaliar os impactos ambientais decorrentes da atividade garimpeira;
- Verificar as condições de segurança dos garimpeiros;
- Propor um método de lavra a céu aberto e outro subterrâneo.

1.3. Metodologia

Para realização desse trabalho, foram seguidas as seguintes etapas:

- ✓ Pesquisa em bibliografia especializada;
- ✓ Coleta de informações no campo através de um formulário em anexo, sobre:
 - os métodos de lavra adotados na extração de pegmatitos;
 - formas de perfuração e desmonte empregados pelos garimpeiros;
 - carregamento e o transporte do material;
 - situação da estabilidade das escavações;
 - condições de segurança ;
 - real situação do meio ambiente no local do garimpo;
- ✓ Confeção de mapas e figuras e interpretação dos resultados;

2. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO

2.1. Localização

A área da Província Pegmatítica da Borborema – Seridó está localizada na região do semi-árido nordestino, abrangendo áreas comuns aos Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, com uma superfície territorial acima de 3.000 km², que apresenta características sócio-econômicas semelhantes em toda a sua extensão, sendo a atividade produtiva básica fundamentada na exploração de minerais de pegmatitos para fins industriais e ornamentais (Figura 1).

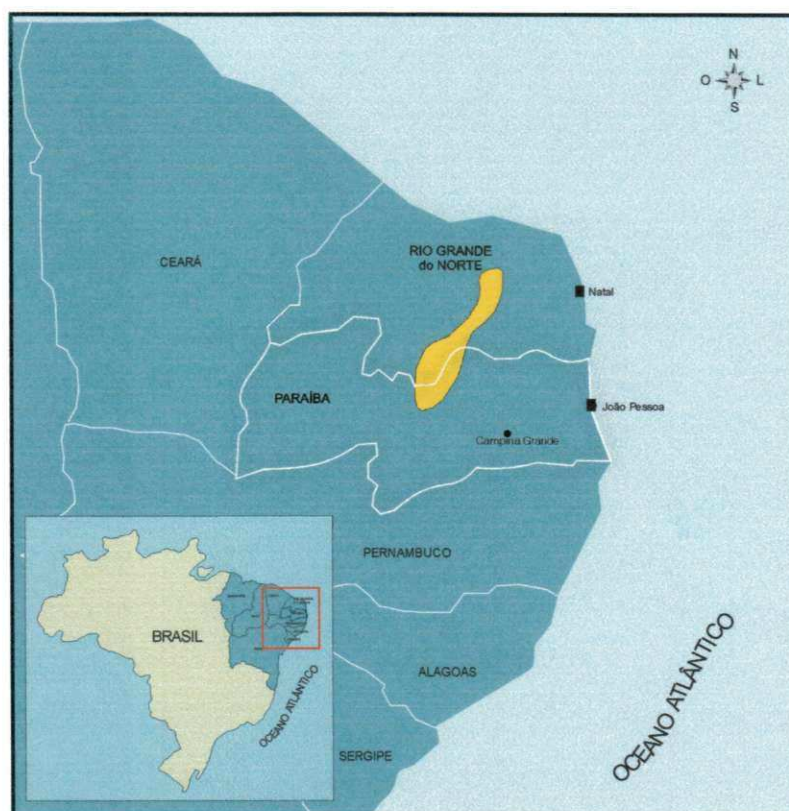


Figura 1 – Província Pegmatítica

2.2. Geologia Regional

As rochas da região são principalmente gnaisses e micaxistos do pré-cambriano, com intrusões de granitos cortados por pegmatitos e veios de quartzo. Uma erosão subsequente reduziu a área a um paneplano, sobre a qual se depositaram os arenitos cretáceos ou de idade mais nova. O atual ciclo erosivo destruiu em parte o velho paneplano, desagregando as massas de granito batólito e arrastando do xisto mais mole, no qual elas foram introduzidas (JOHNSTON, 1945).

Por serem os pegmatitos, em geral, mais resistentes à erosão do que o xisto, aqueles em geral permaneceram em saliência com feições topográficas características, que localmente receberam o nome de "altos" (JOHNSTON, 1945).

Os estudos sobre a geologia da região do Seridó datam do século passado, quando pesquisadores como CRANDAL (1910), SOPPER (1913), MORAES (1924), nos trabalhos fundamentais sobre o pré-cambriano nordestino, deram suportes para o conhecimento geológico atual (RODRIGUES DA SILVA, M.R. e DANTAS, J.R.A.1984, apud LIMA, 2002).

A região encontra-se inserida na Província Borborema, a qual compreende os terrenos do Nordeste afetados pela orogênese Brasileira, possuindo como unidade basal o Complexo Gnáissico Migmatítico. Sobrepondo-se a este embasamento ocorrem seqüências metassedimentares e metavulcano-sedimentares do Grupo Seridó de idade que vão desde o Proterozóico Inferior ao Proterozóico Médio, onde ocorrem intrusões vulcânicas de idades e composições variadas, apresentando diversos graus de deformações, que estão inseridas no Sistema de Dobramentos Seridó (Figura 2).

Os terrenos da região são divididos em questão de duas unidades fundamentais (BRITO, 1975), do ponto de vista geológico: os terrenos gnáissico-migmatíticos-graníticos, ou seja, maciços compatíveis ao Complexo fundamental (CRANDALL, 1910); e os terrenos metassedimentares, sistemas de dobramentos compatíveis a Série Ceará (CRANDALL, 1910).

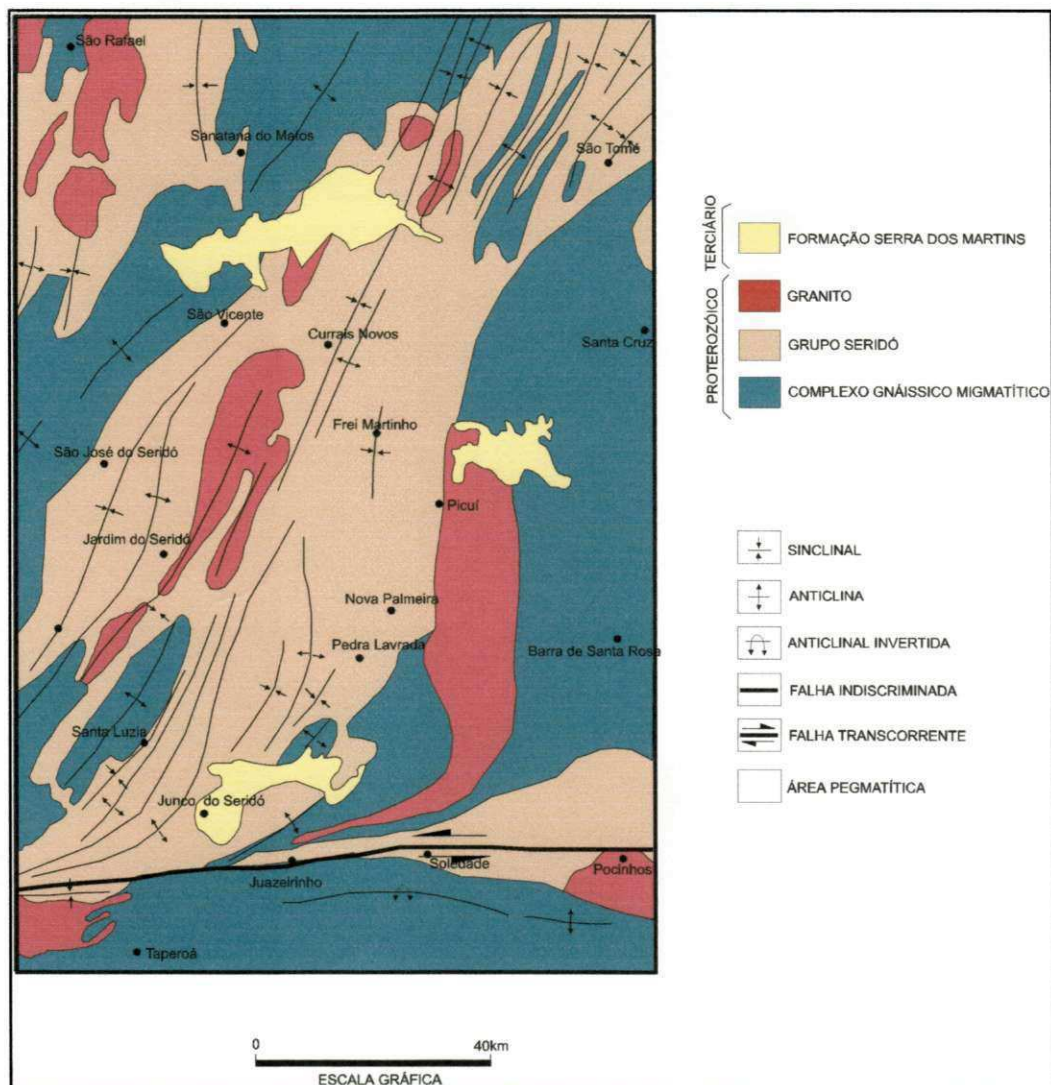


Figura 2 – Mapa geológico simplificado da região

Fonte: Principais Depósitos Minerais do Nordeste Oriental – DNPM – 1984. Modificado

2.3. Geomorfologia

A área de estudo está inserida regionalmente na unidade geomorfológica denominada de Planalto da Borborema.

As formas de relevo relacionam-se a três fases de aplainamentos, provenientes dos processos epirogenéticos ocorridos na região, e posteriores à sedimentação cretácea.

Todavia, o quadro morfológico resultante desses processos representa a situação fisiográfica da área, condicionado pela pluviosidade, temperatura, solo, vegetação e demais fatores climáticos.

2.4. Clima

Na região do Seridó predomina um clima semi-árido do tipo "Bsh", quente e seco com chuvas de verão. As maiores precipitações pluviométricas anuais estão entre 350 e 700 mm. A curta estação chuvosa decorre das descidas da frente intertropical no fim do verão e começo de outono. Estação seca muito longa, superior a 8 meses. Umidade relativa do ar é de 65%.

2.5. Pedologia

O clima é um condicionamento importante na formação pedológica. Dentre os elementos mais importantes destacamos: a umidade (precipitação, evaporação e umidade relativa), a temperatura e o vento (STRAHLER, 1974) e (LEPSCH, 1976).

Em regiões semi-áridas, há predominância de solos quimicamente ricos, porém com espessuras consideradas muito pequenas (0,5 – 1m) devido às condições climáticas desfavoráveis ao processo de edafização de seus contribuintes (material decomposto).

2.6. Meio Biológico

A Província Pegmatítica da Borborema – Seridó está inserida no bioma vegetal denominado caatinga, vasta região semi-árida do Nordeste brasileiro, que abrange os nove estados nordestinos e parte da Minas Gerais.

Comparado a outros biomas, como a Mata Atlântica e a Floresta Amazônica, tanto a caatinga como o cerrado possuem um número restrito de vertebrados que habitam suas florestas e seus estornos. Também podem ocorrer espécies típicas de regiões de planalto.

As adversidades naturais da região, como clima, pedologia, geologia, geomorfologia, entre outros, condicionam a fauna presente (regional) à conveniência natural em seus respectivos habitats naturais adversos. É tido como fator relevante a ação antrópica aliada às suas culturas rentáveis (agrícolas, pecuária e lenha/carvão) e de subsistência (culturas voltadas apenas ao suprimento familiar cotidiano).

2.6.1. Flora

A vegetação predominante do Nordeste brasileiro é a caatinga, um complexo vegetacional de árvores e arbustos de médio e grande porte (Figura 3). Sua fisionomia é variada como a caatinga arbórea, classificada como florestas xerófila, com aspectos de savana no sertão e com densidade em função da precipitação e da composição florística simples, entre outras.



Figura 3 – Caatinga

A Caatinga do Seridó atinge um alto grau de empobrecimento, constituindo-se, praticamente, de um estrato herbáceo quase contínuo de capim panasco (*Aristida* sp.), com esparsas touceiras de xique-xique e alguns indivíduos de catingueira e jurema, bem separados entre si (Atlas geográfico do Estado da Paraíba, 1985).

2.6.2. Fauna

Variações na composição da flora de caatinga, juntamente com o tipo de exploração utilizada pelo homem, afetam as características dos mosaicos de micro-habitacionais.

“A fauna de espécies é bastante variada, apenas os grupos dos crocodilianos não ocorrem. Mas quelôneos, cobras, lagartos (Figura 4) e anfisbênios estão presentes. A maioria das espécies também é encontrada nos Cerrados e nos Agrestes” (VANZOLINE et al, 1980).



Figura 4 - O lagarto, espécie típica da região.

2.7. Meio Sócio-econômico

Segundo estudos realizados pelas equipes de Lavra e Economia Mineral do APL, foram levantados os seguintes dados a respeito do aspecto econômico.

A área de ocorrência dos pegmatitos está situada numa região duramente castigada por períodos de prolongadas estiagens e com solos rasos e pedregosos. A mineração, na forma de garimpagem, tem se constituído em uma importante alternativa de sobrevivência para inúmeras famílias de baixa renda.

No universo de garimpeiros visitados em seus locais de extração de bens minerais de pegmatitos, nos 9 municípios visitados pelos grupos de lavra e economia mineral, que identificou 15% analfabetos, 52% semi-alfabetizados (*lêem e assinam o nome*) e 33% alfabetizados. Entre os garimpeiros em atividade, predominam os pais de famílias com faixa de idade entre 30 e 40 anos, onde foi identificado apenas seis trabalhadores menores de 18 anos e apenas três maiores de 60 anos..

Os rendimentos médios mensais variam de R\$300,00 a R\$350,00, a exceção do pegmatito Alto Feio, Pedra Lavrada e os que trabalham em banquetas de caulim, nos municípios de Junco Seridó, Assunção e Equador, onde declararam rendimentos mensais em torno de R\$450,00. Vale salientar que, nestes setores, existe um melhor nível de organização e de independência na relação com os compradores da produção. Os garimpeiros operam sob o regime de lavra garimpeira, e possuem compressores e equipamentos acessórios próprios. No Alto Feio produzem basicamente quartzo branco leitoso, para exportação, e quartzo róseo, para ornamentações e artesanatos.

3. CLASSIFICAÇÕES DOS PEGMATITOS

A Província Pegmatítica do Seridó-Borborema é um tema recorrente na bibliografia geológica do Nordeste, há mais de meio século, isto é, desde quando minerais de pegmatitos foram buscados para suprir as necessidades de tântalo, estanho, berilo e lítio, das potências aliadas na Segunda Guerra Mundial.

Os pegmatitos do Nordeste são classificados em:

- Pegmatitos homogêneos;
- Pegmatitos heterogêneos;
- Pegmatitos mistos.

3.1. Pegmatitos homogêneos

São em grande parte maiores, formados basicamente de quartzo, feldspato e micas que se distribuem regularmente por todo corpo geológico. Quando mineralizados possui um caráter disseminado, não tem viabilidade econômica.

3.2. Pegmatitos heterogêneos

Esses pegmatitos possuem quatro zonas mineralógicas principais, que se denominam: 1, 2, 3 e 4. A zona 4 constitui de quartzo do âmago do pegmatito; na zona 1 aglomera-se muscovita nas paredes de contato do pegmatito com a rocha encaixante; na zona 3 compõem-se em grande parte de berilo e tantalita; na zona 2 existe quartzo, feldspato e muscovita (JOHSTON, 1945).

Essas zonas são assim distribuídas:

Zona 1 – É a mais externa com espessura que varia de alguns centímetros a 1m. Trata-se de uma faixa de granulação fina com abundância de muscovita em placas bem desenvolvidas, além de quartzo e algum feldspato. Os minerais acessórios são comumente afrisita, cassiterita e mais raramente granada. Geralmente esta zona é mais desenvolvida, quando o pegmatito está encaixado em xisto.

Zona 2 – É composta de uma massa quartzo-feldspática de estrutura gráfica e granítica, assemelha-se a um pegmatito homogêneo e geralmente ocupa o maior volume do corpo.

Zona 3 – Caracteriza-se pela presença de feldspatos (microclina) em cristais bem desenvolvidos, onde pode ocorrer berilo, espodumênio, tantalita e outros minerais acessórios.

Zona 4 – É constituída por um núcleo de quartzo maciço de cores variadas, disposto simetricamente ou não em relação ao corpo pegmatítico. Os minerais acessórios podem ser encontrados também nesta zona, principalmente no contato com a Zona 3.

3.3. Pegmatitos mistos

São pegmatitos intermediários entre os homogêneos e os heterogêneos, apresentam bolsões de quartzo em vez de núcleos individualizados, localizados na massa pegmatítica, semelhante a Zona 2 dos pegmatitos heterogêneos e em torno desses bolsões ocorre uma zona semelhante a Zona 3 dos pegmatitos heterogêneos (ROLFF, 1945).

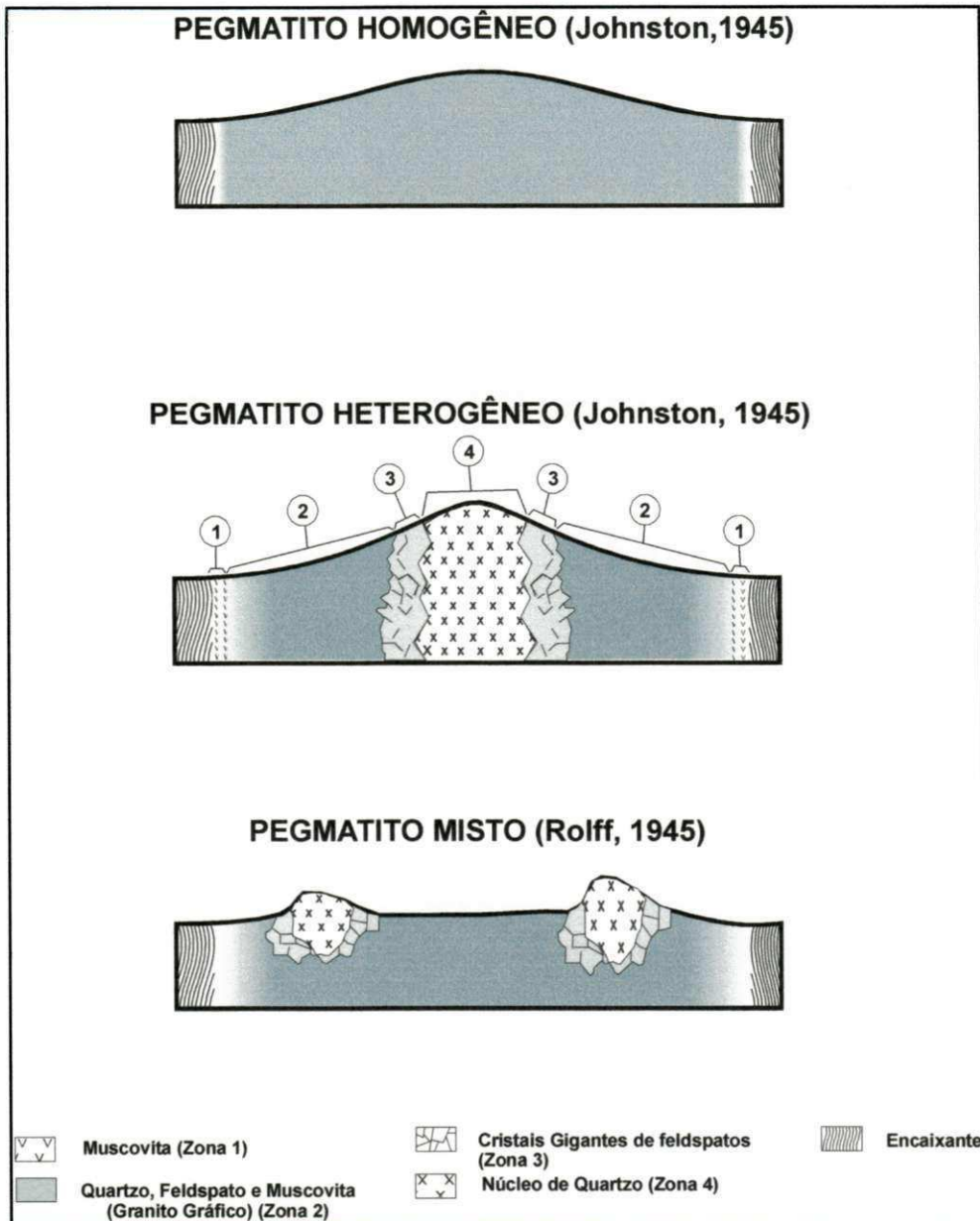


Figura 5 – Classificação estrutural dos pegmatitos (JOHSTON, 1945) e (ROLF, 1945)

Fonte: LIMA, 2002

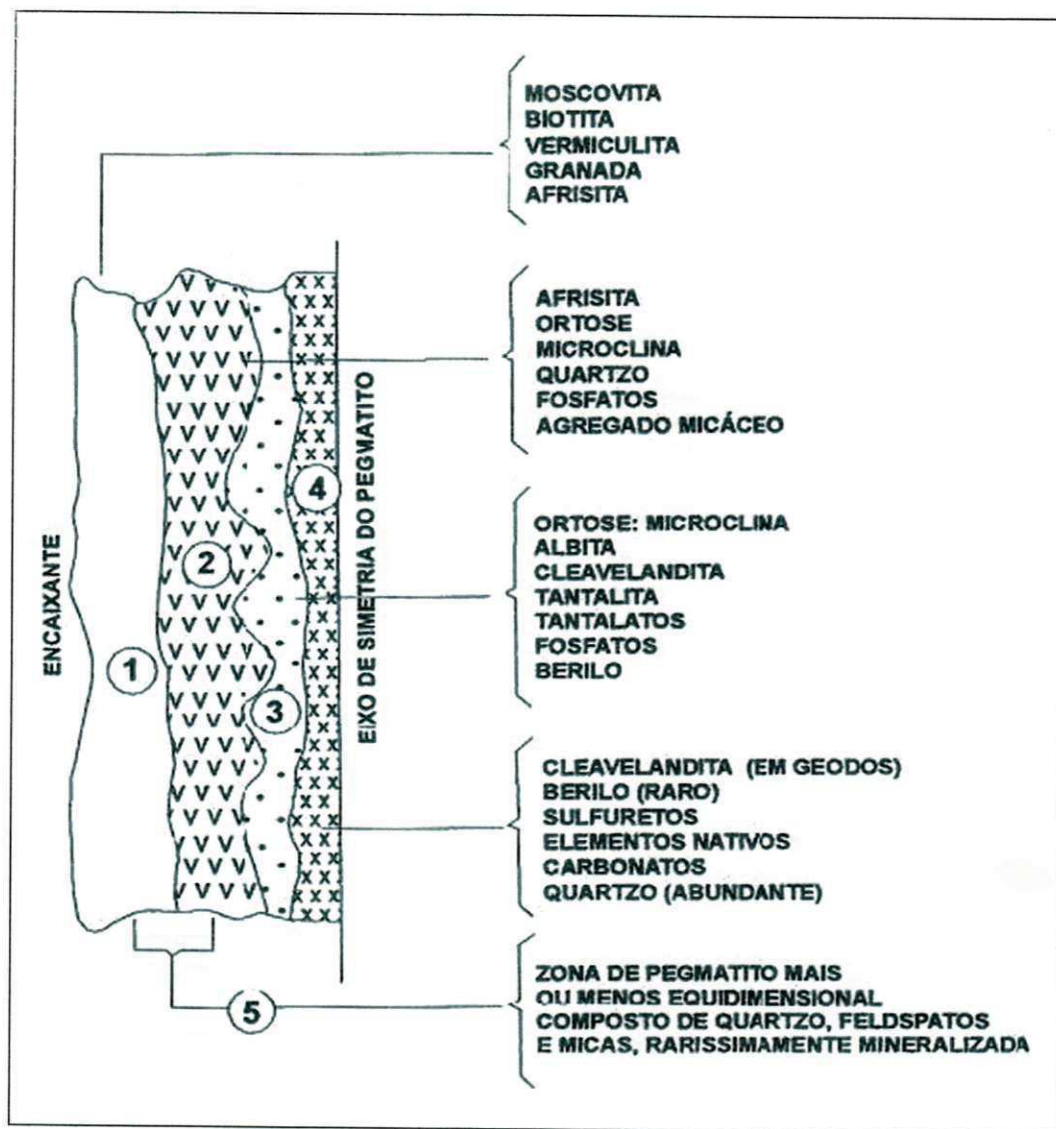


Figura 6 – Posição relativa de alguns minerais (ROLF, 1946)

Fonte: LIMA, 2002

4. MERCADO

Este capítulo visa considerar informações a respeito do aspecto do mercado de feldspato, realçando o significativo aumento na demanda deste bem mineral ocorrido nas últimas décadas. Dados mais abrangentes podem ser obtidos em: "Impactos da Reestruturação do Setor de Feldspato no Brasil sobre as Empresas de Pequeno Porte: Importância de uma Nova Abordagem na Análise de Investimento" (COELHO, Tese de Doutorado, 2001).

4.1. Minerais Industriais do Brasil

O Brasil ocupa uma relevante posição no cenário mundial de minerais industriais, com relevante expansão ao longo das últimas décadas. São produzidas 67 variedades de substâncias minerais, das quais 21 minerais metálicos, 42 minerais não metálicos e 4 energéticos (COELHO, 2001).

A Tabela 1 apresenta as reservas e produção dos principais minerais industriais no contexto mundial.

A produção brasileira de minerais industriais atingiu em 1997 o valor de US\$ 4,18 bilhões, correspondendo a 29,3% da produção mineral brasileira, que totalizou US\$ 14,87 bilhões, incluindo os minerais energéticos (44,9%), metálicos (25,5%), as gemas e diamantes (0,36%), (LIMA, 2002).

Os minerais e rochas industriais produzidos por região estão listados na Tabela 2.

4.2. Feldspatos no Mundo

Em todos os países produtores de feldspato as reservas são bastante expressivas, no Brasil as reservas oficialmente conhecidas são da ordem de 426 milhões de toneladas (Tabela 4).

Tabela 1 – Principais minerais industriais do Brasil no contexto mundial - 1999

Mineral	Reserva Medida + Indicada(t)			Produção (t)		
	Brasil	Mundo	Part. (%)	Brasil	Mundo	Part. (%)
Barita	2.185	476.700	0,5	49	3.725	1,3-
Bentonita	39.295	-	-	196	10.000	2,9
Cal	-	-	-	6.136	118.000	5,2
Caulim	4.000.000	14.200.000	28,2	1.517	22.600	6,7-
Cimento	-	-	-	40.270	1.553.070	2,6
Crisotila	16.641	-	-	188-	1.973	10,4
Enxofre	52.000	3.500.000	1,5	298	55.900	0,5
Feldspato	79.340	-	-	110	8.190	1,3
Fluorita	7.700	373.700	2,1	45	4.191	1,1
Fosfato	272.000	35.472.000	0,8	4.300	138.000	3,1
Gipsita	1.250.261	-	-	1.456	108.000	1,4
Grafita	95.000	454.080	21,0	47	581.000	1,4
Lítio	185	9.542	1,9	0,6	15	3,7
Magnesita	180.000	3.480.000	5,2	260	3.080	8,4
Mica	-	-	-	5	294	1,7
Potássio	306.181	16.121.181	1,9	348	25.243	1,4
Sal	24.400.000	-	-	5.958	200.000	3,0
Talco	178.000	949.000	19,0	460	8.214	5,6
Vermiculita	17.700	200.000	8,2	23	474	4,8
Sircônio	1.189	65.489	1,8	19,1	8.181	2,3

Fonte: Coelho, 2001

O crescimento do setor de revestimento cerâmico, principalmente de porcelanatos, aponta para um aumento do consumo de feldspato no mundo.

A produção mundial de feldspato em 2007 atingiu 16,5 milhões de toneladas e os maiores produtores foram: Itália (24,2%), Turquia (13,9%), China (12,1%), Tailândia (6,7%), Japão (5,4%) e Estados Unidos (4,6%). (DNPM, Sumário Mineral 2008).

A presença do Brasil no comércio mundial de feldspato ainda é pouco expressiva com relação aos principais países exportadores que tem como a Itália liderando as exportações, seguido pela Turquia

O consumo de feldspato vem aumentando consideravelmente devido o aumento da produção nos seguimentos de revestimentos cerâmico e caloríficos, o que não ocorre na indústria de vidro devido a substitutos e o aumento da reciclagem.

Tabela 2 – Minerais e rochas industriais produzidos por região (Valores anuais – 1997)

Substância	Produção por região (t)					Brasil	
	Norte	Nordeste	Centro - Oeste	Sudeste	Sul	Produção (T)	Valor
Amianto			0,21			0,21	127,91
Areia e Cascalho	0,66	8,04	5,02	71,97	12,09	9	
Areia Industrial		0,15	5,02	71,95	12,09	97,16	573,20
Argilas Com. e Plast.	1,6	4,06	1,69	21,63	8,18	37,07	292,42
Argilas Refratárias		0,024		0,37	0,031	0,44	10,64
Barita		0,044				0,044	8,18
Bauxita Refratária				0,47		0,47	68,15
Bentonita e Argilas descorantes		0,14		0,023		0,17	14,17
Caulim	1,521	0,030		0,40	0,28	2,22	125,17
Diatomita		0,029				0,029	6,55
Feldspato		0,13		0,13	0,053	0,26	6,55
Fuito			0,23	0,91	0,078	1,14	13,90
Fluorita				0,059	0,14	0,14	13,90
Grafita		0,004		0,040		0,040	29,03
Gipsita	0,025	1,09	0,05			1,13	17,67
Magnesita		1,27				1,27	45,50
Pedras Britadas	1,40	4,23	2,74	45,55	7,52	61,44	838,78
Potássio		0,40				0,40	59,20
Rochas Carbonáticas	0,88	7,98	7,70	64,19	11,73	91,61	624,64
Rochas Fosfáticas			1,16	18,35		19,52	186,50
Sal-Gema e Sal		5,15		0,23		5,38	11,80
Talco, Algamatolito e Pirofilita		0,033		0,21	0,19	0,43	28,24
Vermiculita		0,012	0,099			0,021	3,35

Fonte: LIMA, 2002

Tabela 3 – Reserva e Produção Mundial

Discriminação Países	Reservas ⁽¹⁾ (10 ⁶ t)		Produção ⁽²⁾ (10 ³ t)		
	2007 ^(p)	%	2006 ^(r)	2007 ^(p)	%
Brasil	426	...	75	166	1,0
Itália	...	...	3.000	4.000	24,2
Turquia	...	...	2.300	2.300	13,9
China	...	...	1.900	2.000	12,1
Tailândia	...	...	1.000	1.100	6,7
Japão	...	...	1.000	900	5,4
Estados Unidos	...	...	760	760	4,6
França	...	...	650	650	3,9
Espanha	...	...	580	580	3,5
República Tcheca	68.000	...	475	480	2,9
México	...	...	450	450	2,7
República da Coréia	...	...	500	450	2,7
Egito	...	...	350	350	2,1
Polônia	87.000	...	300	300	1,8
Iran	21.000	...	250	250	1,5
Venezuela	...	...	200	210	1,3
Alemanha	...	...	167	170	1,0
Argentina	...	...	150	160	1,0
Índia	...	...	160	160	1,0
Portugal	...	...	134	130	0,8
Colômbia	...	...	100	100	0,6
Outros Países	...	...	851	850	5,1
Total	Abundantes	...	15.349	16.516	100,0

Notas: (1) Reservas medidas e indicadas

(2) Produção beneficiada

(...) Dados não disponíveis

(p) Dados preliminares

Fonte: DNPM – ANUÁRIO MINERAL - 2008

4.3. Recursos do Feldspato no Brasil

No Brasil, os pegmatitos são a principal fonte de feldspato. As reservas brasileiras de feldspato estão em torno de 48 milhões de toneladas, distribuídas por 10 Estados, onde a Paraíba e Rio Grande do Norte totalizam 375.746 t de reservas medidas na Tabela 4.

Segundo COELHO (2001), o Brasil possui sete principais províncias produtoras de feldspato, dentre as quais podemos citar:

- a) A Província Oriental, que é a maior do Brasil, estendendo-se desde o Sul do Estado do Rio de Janeiro até o Sul da Bahia, estando situada no estado Minas Gerais a sua maior porção. Essa província, além de ser grande produtora de feldspato, destaca-se, em termos mundiais, na produção de gemas.
- b) A Província da Borborema-Seridó que é uma das mais importantes províncias pegmatíticas brasileiras e situa-se nos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, tendo sido cadastrado mais de 400 corpos de pegmatitos.
- c) Os estados da Região Sul apresentam poucas áreas com pegmatitos. O Estado do Paraná apresenta, em 1996, uma única área em produção, localizada na Colônia dos Castelhanos, no município de São José dos Pinhais. Em Santa Catarina, também naquele ano, somente existia área de lavra, em Azambuja, município de Pedras Grandes.
- d) No Estado de São Paulo localizam-se as províncias de Perus-Guarulhos e de Embu-Guaçu, e as regiões de Socorro, Bananal, São Luís do Paraitinga, Santa Branca e Mogi das Cruzes.

Tabela 4 – Reservas brasileiras por estado

ESTADO	RESERVAS (t)		
	Medida	Indicada	Inferida
Bahia	545.779	886.138	503.489
Ceará	494.035	1.042.571	6.938
Minas Gerais	15.578.838	15.812.014	10.874.922
Paraíba	279.307	252.680	48.013
Paraná	11.905.542	586.375	-
Pernambuco	5.889	2.889	17.388
Rio Grande do Sul	1.022.892	67.020	10.000
Rio Grande do Norte	96.339	140.084	75.572
Santa Catarina	1.050.551	244.162	12.427
São Paulo	16.922.104	13.583.895	24.286.247
TOTAL	47.901.276	32.617.828	35.834.996

Fonte: DNPM – ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO - 2001

As principais estatísticas, tais com produção, consumo e preço médio (FOB) do feldspato encontram-se agrupados na Tabela 5.

TABELA 5 – Principais Estatísticas do Feldspato no Brasil

Discriminação		2005 ^(r)	2006 ^(r)	2007 ^(p)
Produção ⁽¹⁾	Bruta (t)	196.419	166.418	182.168
	Beneficiada (t)	117.387	71.785	166.089
Importação	(t)	20	14	12
	(US\$-FOB)	48.000,00	12.000	28.000
Exportação	(t)	1.152	8.501	5.419
	(US\$-FOB)	121.000	1.751.000	1.489.000
Consumo Aparente ⁽²⁾	Beneficiada (t)	116.256	63.298	160.682
Preços	Bruto ⁽³⁾ (R\$/t-FOB)	21,82	86,87	122,36
	Beneficiada ⁽³⁾ (R\$/t-FOB)	163,85	166,43	155,16
	Exportada ⁽⁴⁾ (US\$/t-FOB)	105,13	205,98	274,77

Notas: (p) Dados Preliminares

(t) Toneladas

(2) Produção + Importação – Exportação

Fonte: DNPM – ANUÁRIO MINERAL - 2008

4.4. Minerais Produzidos na Província Pegmatítica da Borborema RN/PB

A produção dos minerais de pegmatitos, basicamente, atende a demanda das indústrias cerâmicas (pisos e revestimentos), louças, coloríficos, vidros e esmaltes, com destaque para os minerais de feldspato (albita e microclina), quartzo (branco leitoso e róseo) e granito gráfico (rocha constituída de quartzo e feldspatos, que o garimpeiro denomina de “prego”). Produzem, também: micas, berilos, tantalitas, columbitas e minerais de lítio (espodumênio e ambligonita).

4.4.1. Feldspatos

Correspondem a um grupo de minerais compostos por aluminosilicatos de potássio, sódio e cálcio. A maioria dos feldspatos comerciais é uma mistura de elementos sódicos e potássicos. Estes minerais são extraídos dos pegmatitos da região, em pequenas quantidades, cujas reservas são pouco conhecidas. A produção é considerada de boa qualidade, com teores elevados de álcalis e baixos de óxido de ferro, adequados para uso nas indústrias de cerâmica branca e de vidro.

O mercado de feldspatos apresenta demandas crescentes, com larga aplicação nas indústrias de revestimento cerâmico, coloríficos, indústrias de vidro, louças sanitárias, de mesa e porcelana elétricas. A indústria de vidro tem apresentado um baixo crescimento, atribuído a produtos substitutos, e ao aumento contínuo da reciclagem de vidro. O crescimento da demanda de feldspato deve-se, em grande parte, ao desenvolvimento do processo de produção de porcelanato, que usa na massa cerâmica, cerca de 60% de feldspato. Para essa indústria, o feldspato é comercializado, levando-se em consideração dois tipos de minerais distintos: Albita (feldspato sódico), que apresenta baixo ponto de fusão e viscosidade, boa retração e fusibilidade, Microclina, (feldspato potássico), que possui ponto de fusão mais elevado, onde o comportamento cerâmico se dá de forma mais progressiva, apresentando massa fundida com maior viscosidade, com limites térmicos de trabalho, relativamente, mais amplos.

Normalmente, são poucos os compradores para os feldspatos produzidos na região, de forma que os garimpeiros dispõem de poucas opções para a venda de sua produção, sendo a maior parte, comercializada por intermediários e em menor quantidade, para empresas de beneficiamento, instaladas nas proximidades dos principais centros de produção. O melhor preço está condicionado à formação de lotes mínimos de 100 toneladas mensais, com devida caracterização tecnológica do produto. Como o garimpeiro não dispõe de recursos financeiros suficientes para atender as condições impostas pelos grandes compradores, forçosamente é submetido a comercializar a sua produção a preços bem abaixo dos praticados pelo mercado.



Figura 7 – Estoque de feldspato, Malhada Vermelha - Parelhas/RN

4.4.2. Micas

São minerais de origem pegmatítica com diversas aplicações industriais, sendo que a mais significativa ocorre na forma de folhas, onde, o preço de comercialização é função das dimensões de suas folhas. Entretanto, há uma demanda crescente por micas de granulometria fina, para obtenção de pigmentos com larga aplicação nas indústrias de tintas, coloríficos, cosméticos e plásticos. Neste caso, este mineral precisa de moagem especial, que possibilita reduzir o tamanho das partículas, para que através de processos químicos possa reduzir o teor de ferro.

O beneficiamento consiste em deslocamento (desfolhamento), passamento (formação das placas), moagem e qualificação (classificação final). As micas desfolhadas em lâminas, com espessuras inferiores a 2,54 cm ou de acordo com o tamanho e com as impurezas presentes, resultando em vários tipos de aplicações, particularmente, na indústria de eletro-eletrônico, devido a sua elevada resistência elétrica e resistividade, baixa perda de potencia e baixo coeficiente de temperatura.

O material qualificado, com dimensões superiores a 2,54 cm, é vendido para ser usado, também, na indústria eletro-eletrônico, com preços mais atrativos. O material rejeitado (menor do que 15 mm) é vendido como mica-lixo para a indústria de tintas.

No processo de extração de minerais de pegmatitos é produzido um grande volume de rejeitos com elevados teores de moscovita (conhecida como mica de lixo), que constitui em impacto ambiental para as proximidades desses rejeitos e que poderiam ser aproveitadas e beneficiadas para a sua aplicação na indústria.



Figura 8 – Micas, Sítio Carnaúba - Parelhas/RN



Figura 9 – Mica ensacada, Alta do Titico - Frei Martinho/PB

4.4.3. Tantalita

A tantalita (Ta_2O_5) é a principal fonte de tântalo, metal de variadas aplicações, principalmente na fabricação de capacitores para a indústria eletrônica. A tantalita, normalmente, ocorre associada à columbita (Nb_2O_5), formando uma séria isomórfica, em que esses minerais se combinam em diferentes proporções.

Nos pegmatitos da Província Borborema-Seridó, os processos de extração e de beneficiamento de tantalita e columbita são rudimentares, sendo extraídos como subprodutos de outros minerais mais abundantes, como feldspato, berilo e mica.



Figura 10 – Produção de Tantalita, Alto da Pendanga – Pedra Lavrada/PB

4.4.4. Quartzos

São minerais comuns nos pegmatitos da região, sendo comercializados em dois padrões distintos, de acordo com sua destinação no mercado: um padrão, classificado como um produto branco leitoso, utilizado nas indústrias cerâmicas, para a produção de porcelanatos e o segundo produto, classificado como quartzo róseo, é comercializado para transformação em peças de artesanato.



Figura 11 – Quartzo Róseo, Alto Feio - Pedra Lavrada/PB

4.4.5. Granito gráfico

É uma rocha constituída, basicamente, de feldspatos e quartzo, com pouca mica, homogeneamente, distribuído de tal forma que se torna difícil a sua separação, com textura gráfica, denominada pelo garimpeiro de prego. Essa rocha possui larga aplicação na indústria cerâmica, mais especificamente, para a fabricação de grês porcelanato.



Figura 12 – Produção de granito gráfico, Malhada Vermelha – Parelhas/RN

4.4.6. Caulim

É um tipo de argila pertencente ao grupo das caulinitas. É um material inorgânico, atóxico, incombustível, insolúvel em água, imputrescível, neutro, imune ao ataque de microorganismos e a mudanças de temperatura. Ocorre na Província Pegmatítica da Borborema-Seridó, como um produto secundário, decorrente da alteração dos feldspatos e que a maioria das ocorrências está encaixada nos quartzitos da Formação Equador. É mineral de granulometria fina, cor branca, podendo apresentar-se com cores variadas, devido a impurezas de outros minerais, tais como: óxido de ferro, titânio e alcalinos-terrosos. Em função de suas propriedades físicas e químicas, este mineral pode ser utilizado em uma grande variedade de produtos, com destaque para a produção de papéis, indústrias de cerâmicas e como refratários. Nos pegmatitos desta província, normalmente, encontram-se associados aos minerais de quartzos, feldspatos e micas.



Figura 13 – Sistema de retirada de caulim, Junco do Seridó/PB

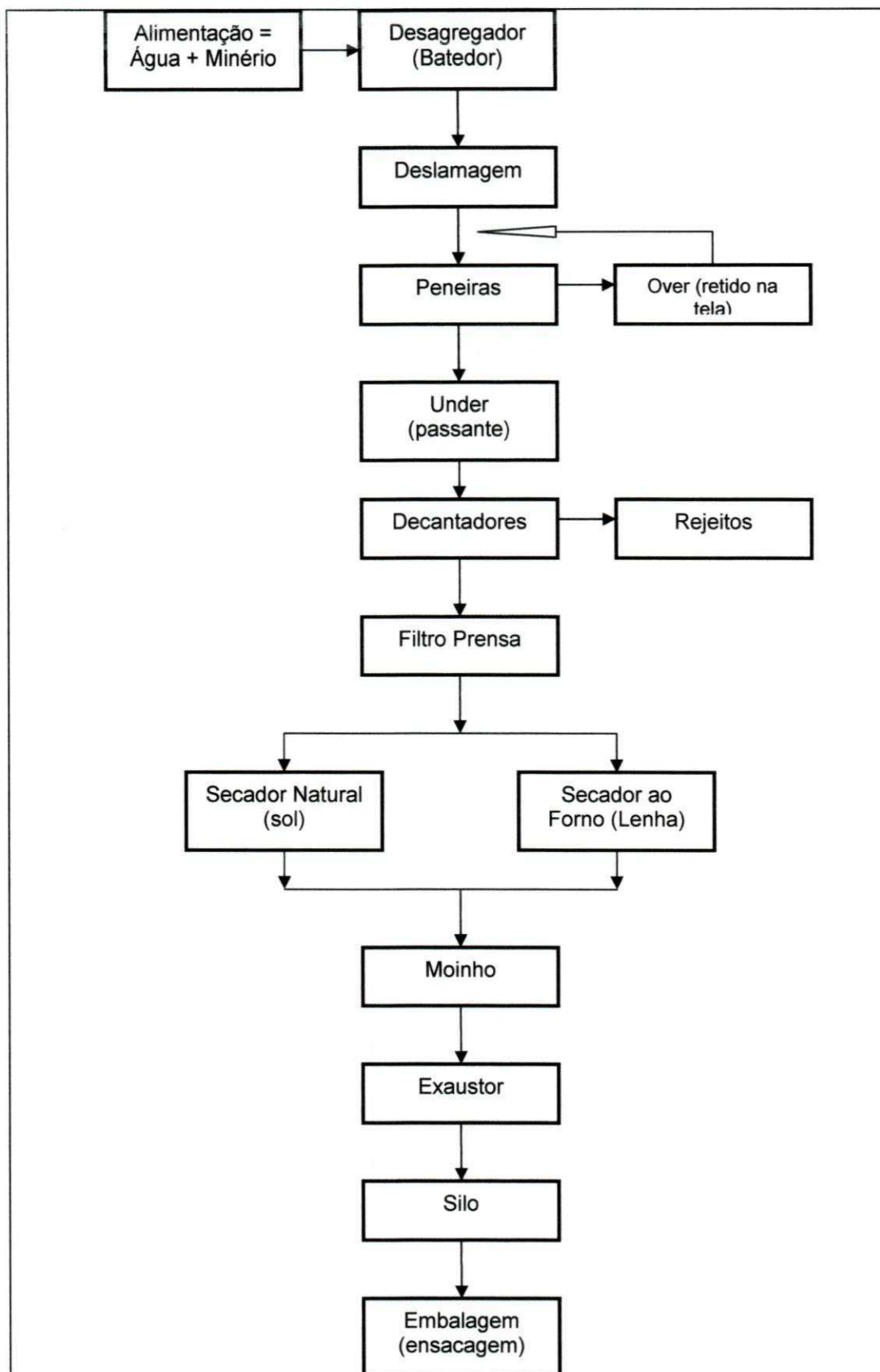


Figura 14 - Fluxograma do beneficiamento de caulim nos pegmatitos da região Seridó

Fonte: BRITO et al., 2007

4.5. Processo de Produção dos Minerais Pegmatitos, Pedra Lavrada - PB

O processo de produção dos minerais pegmatitos utiliza basicamente os mesmos procedimentos, com sub-aproveitamento do potencial mineralógico e baixo preço de comercialização da produção.

A diferença entre alguns municípios está em função dos bens minerais produzidos e empresa âncora, aquela que determina a produção dos minerais de acordo com o interesse do mercado (BRITO *et al.*, 2006, e BRITO *et al.*, 2007).

A produção dos bens minerais de pegmatito atende basicamente, a demanda de empresas como, a Elizabeth Produtos Cerâmicos Ltda do seguimento de cerâmica para pisos e revestimentos, que possui uma unidade de beneficiamento, instalada no município de Pedra Lavrada, sendo a produção transferida para unidade fabril, sediada no Distrito Industrial de João Pessoa – PB.

A Elizabeth Produtos Cerâmicos Ltda exerce grande influência na economia do município, sendo responsável, pela movimentação do maior volume de bens minerais, no entanto, existem outras empresas instaladas no município, como: Luzarte Estrela Ltda, que trabalha no seguimento de louça sanitária e que possui, também uma unidade de beneficiamento instalada no município; Seridó Mineração Ltda instalada no município, onde toda sua produção é exportada para países da comunidade européia, além destas empresas, várias pessoas físicas, intermedeiam e comercialização de bens minerais da região.

O município conta com um grande número de corpos pegmatitos, potencialmente mineralizados, em feldspatos, quartzos, (granitos gráficos), tantalitas, columbitas, berilos, micas e gemas, a exemplo dos pegmatitos do Manoel Paulo, Chico Porto, Alto da Situação, Negro Bau, Coroa I e II, Dois Irmãos, Edvaldo, Malhada da Bezerra, Tanquinho, Pendanga, Feio, Sino, Serra Branca, entre outros, que poderão ser trabalhados, em atividades extrativistas.

Os feldspatos são comercializados para poucos compradores (intermediários), que organizam lotes e revendem para empresas processadoras, a exemplo da Armil - Mineração do Nordeste Ltda, instalada no município de Parelhas – RN e a Pegnor - Pegmatitos do NE Mineração Ltda.,

instalada no município de Soledade – Paraíba, além de outras empresas, instaladas no sul e sudeste do país. Os garimpeiros e pequenos produtores informais, geralmente, não dispõem de condições de realizar a comercialização, diretamente, com estas indústrias, tendo em vista que estas exigem lotes (maior que 100 toneladas mensais), devidamente, caracterizados quanto às especificações tecnológicas.

O preço do feldspato varia conforme a qualidade do material, o grau de beneficiamento e o local da venda. O feldspato sódico bruto, no garimpo, varia entre R\$ 20,00 a R\$25,00 por tonelada; o feldspato bruto posto na unidade de beneficiamento é comercializado a R\$30,00 por tonelada, enquanto, o feldspato sódico britado, no tamanho inferior a uma 1” (polegada) chega a atingir preços de mercado superiores a R\$ 70,00/t.

A produção de tantalita nos pegmatitos de Pedra Lavrada ocorre como subproduto de outros minerais de valor econômico, mais especificamente, associados aos feldspatos e mica, pois, os baixos preços de mercado, no momento, não compensam, em termos financeiros, a sua produção. Este bem mineral faz parte do conjunto de minerais de pegmatitos que necessitam de uma abordagem diferente daquela que até o presente têm sido adotadas, com pouco sucesso. O preço da tantalita tem-se mantido estável no mercado, desde 2001, com preço entre R\$70,00 e R\$100,00 por quilograma, para teores entre 50 e 70% de Ta₂O₅.

No município de Pedra Lavrada a produção deste bem mineral é relativamente pequena, com poucos pegmatitos em produção, com destaque para o Alto da Pendanga, cuja produção é comercializada para a Seridó Mineração Ltda.

O quartzo é considerado o segundo bem mineral, mais produzido no município de Pedra Lavrada, em termos de volume, com destaque para o Alto Feio, do qual se obtêm os maiores volumes deste produto. Para fins de comercialização é classificado em dois padrões distintos. Quando apresenta um padrão branco leitoso é vendido para o Sr. Felipe (Francês), intermediário, estabelecido na cidade de Nova Palmeira – PB. Esse comprador mantém uma área de estoque, que reúne lotes de volumes significativos e, posteriormente, comercializa para países da comunidade européia, que utilizam nas indústrias cerâmicas, para a produção de porcelanatos. Outro padrão é o quartzo róseo,

comercializado por intermediários para o município de Soledade – Rio Grande do Sul, para transformação em peças de artesanato.

O granito gráfico é o bem mineral mais produzido nos pegmatitos de Pedra Lavrada para atender a demanda da Elizabeth Indústria Cerâmica Ltda, que consome mensalmente cerca de 5.000 toneladas desta rocha, que corresponde a mais de 70% da produção mineral, além de representar aproximadamente 70% dos recursos movimentados pelo setor mineral neste município.

A indústria Elizabeth Produtos Cerâmicos Ltda. é o maior comprador e a única empresa interessada no granito gráfico, denominado de prego (misto de feldspatos e quartzo), que é uma matéria-prima utilizada em larga escala na produção de cerâmica de porcelanato, caracterizando-se esse mercado como um monopólio. Essa indústria consome cerca de 5.000 toneladas/mês deste produto e, conseqüentemente, conta com um maior número de garimpeiros produzindo para atender sua elevada demanda. No trabalho de extração do granito gráfico foram identificados 98 garimpeiros, o que corresponde a 48% da mão-de-obra cadastrada. O granito gráfico (prego) oferece a mais baixa remuneração aos trabalhadores, com média mensal girando entre R\$300,00 e R\$350,00. No entanto, o trabalho dos garimpeiros é favorecido pela liquidez, visto que eles recebem semanalmente a remuneração de suas atividades.

Os bens minerais que melhor remuneram os garimpeiros são os quartzos róseo e branco leitoso, e a albita. Entretanto, o pagamento é efetuado em período nunca inferior a 15 dias, podendo atingir até dois ou três meses. Outros minerais, considerados como subprodutos da atividade (tantalita-columbita e berilos) atingem melhores preços unitários. No entanto, apresentam uma produção bastante irregular. Conseqüentemente, a exploração desses bens minerais de ocorrência errática não garante o sustento dos garimpeiros e de suas famílias.

Em levantamento realizado junto aos compradores da produção garimpeira de Pedra Lavrada, obteve-se uma movimentação média mensal de 6.850 toneladas, contribuindo com uma injeção de recursos da ordem de R\$140.000,00 mensais na economia do município, a um preço médio de R\$20,00 por tonelada do bem mineral comercializado. (TABELA 6)

Tabela 6 - Compradores, volumes, bens minerais e valor da produção de Pedra Lavrada

Compradores	Quantidade (t/mês)	Bem mineral	Valor (R\$/mês)
Elizabeth Produtos Cerâmicos Ltda.	5.000	granito gráfico	95.000,00
Pegnor - Pegmatitos do NE Mineração Ltda.	200	albita	4.000,00
Luzarte Estrela Ltda.	200	granito gráfico	2.600,00
Seridó Mineração Ltda.	250	micas	8.800,00
Agenor (intermediário)	600	albita	12.000,00
Felipe (intermediário)	400	Quartzo róseo e branco leitoso	14.000,00
Ailton (intermediário)	200	albita	4.000,00
TOTAIS	6.850		140.400,00

Fonte: BRITO et al., 2007)

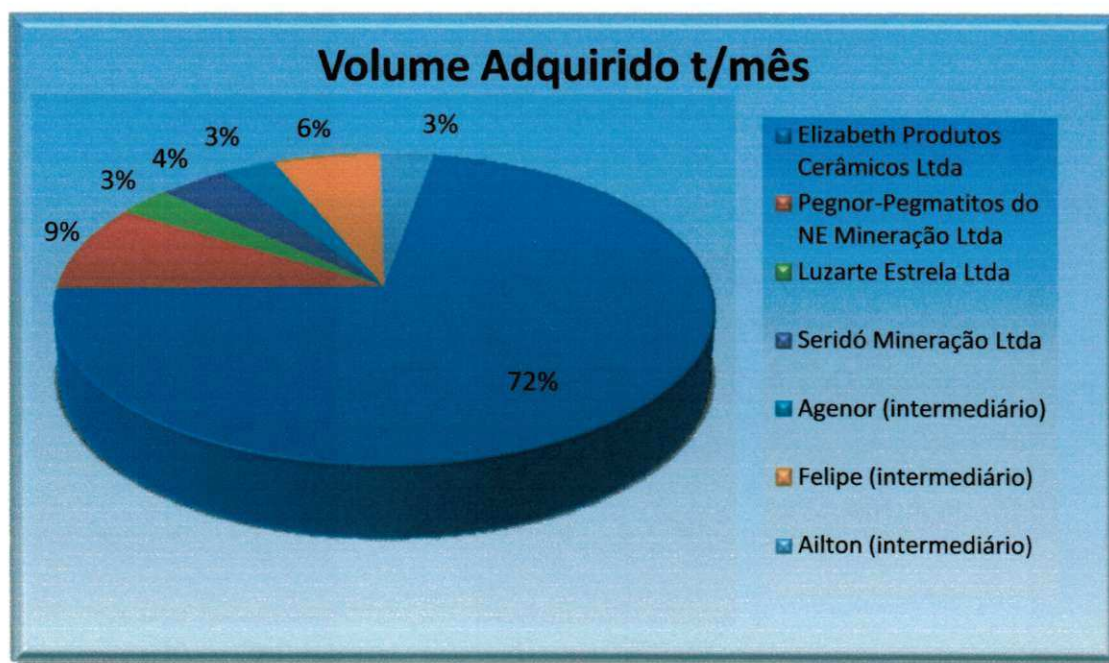


Figura 15 - Movimentação das quantidades da produção adquiridos por cada comprador

Fonte: BRITO et al., 2007 (modificado)

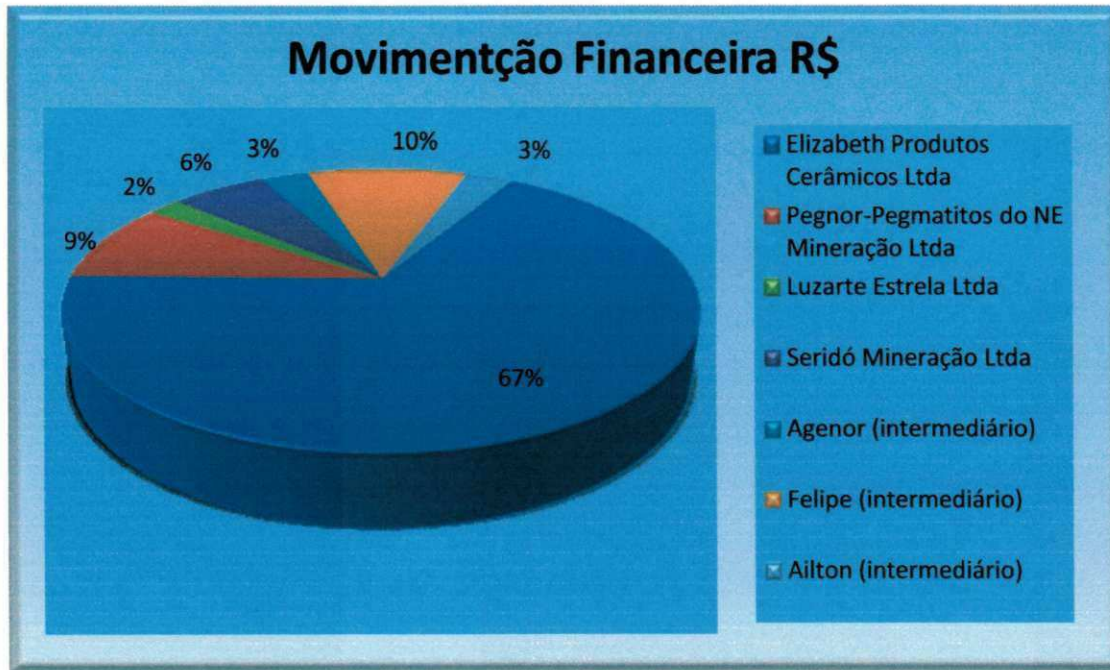


Figura 16 – Percentual dos valores da produção adquirida por cada comprador

Fonte: BRITO et al., 2007 (modificado)

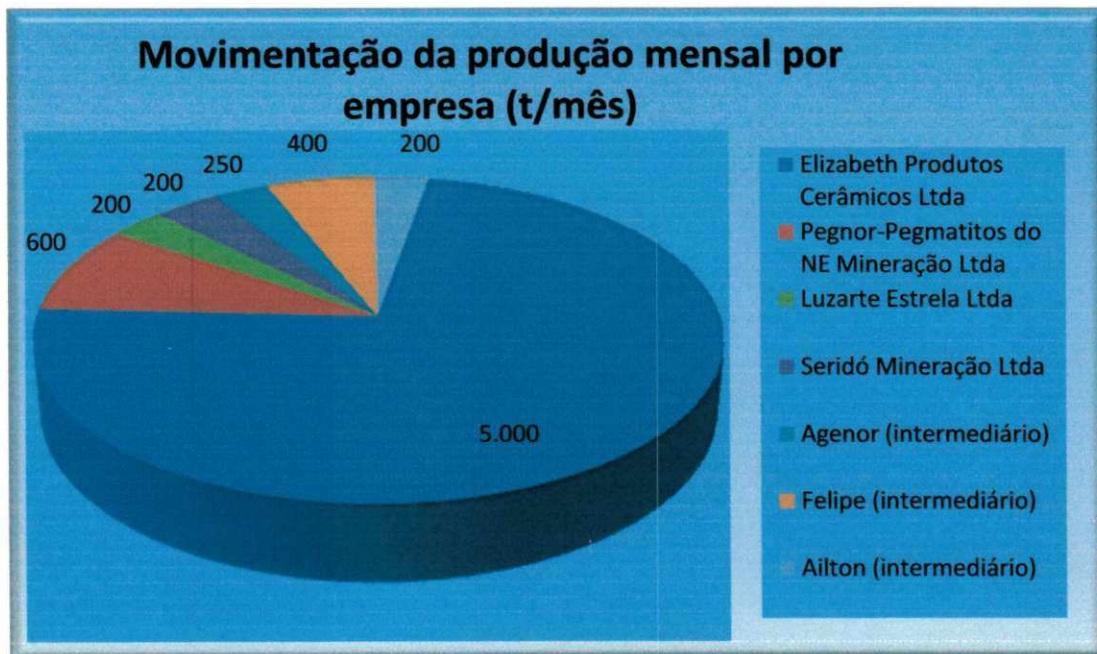


Figura 17 – Quantidades adquiridos em toneladas por cada comprador

Fonte: BRITO et al., 2007 (modificado)

Tabela 7 - Lista dos Pegmatitos Visitados em Pedra Lavrada/PB

Denominação do pegmatito / localidade	Compradores da produção	Coordenadas UTM da área visitada (Zona 25, Córrego Alegre)
Alto de Manoel Paulo / Favela	ELIZABETH PRODUTOS CERÂMICOS LTDA.	0781658 / 9248028
Alto Chico Porto / Quixaba	ELIZABETH PRODUTOS CERÂMICOS LTDA.	0778976 / 9247735
Alto Situação / Situação	ELIZABETH PRODUTOS CERÂMICOS LTDA.	0781132 / 9284230
Alto Nego de Lau / Formiga	ELIZABETH PRODUTOS CERÂMICOS LTDA.	0782133 / 9523784
Alto da Coroa-1 / Salgadinho	ELIZABETH PRODUTOS CERÂMICOS LTDA.	0781515 / 9253821
Alto da Coroa-2 / Salgadinho	ELIZABETH PRODUTOS CERÂMICOS LTDA.	0781601 / 9253942
Alto Dois Irmãos	ELIZABETH PRODUTOS CERÂMICOS LTDA.	0780755 / 9251805
Alto do Edvaldo / São José	ELIZABETH PRODUTOS CERÂMICOS LTDA.	0781763 / 9252936
Alto do Bezerra / Malhada da Bezerra	ELIZABETH PRODUTOS CERÂMICOS LTDA.	07870086 / 9248052
Alto Tanquinho / Tanquinho	AGENOR (INTERMEDIÁRIO)	0787074 / 9249551
Alto Pendanga / Pendanga	SERIDÓ MINERAÇÃO LTDA.	0775771 / 9258614
Alto do Sino / Serra Verde	PEGNOR – PEGMATITO DO NE MINERAÇÃO LTDA.	0780218 / 9240550
Alto Feio	FILIFE (INTERMEDIÁRIO)	0780184 / 9253183
Alto do Bernardo / Serra Branca	ELIZABETH PRODUTOS CERÂMICOS LTDA.	0781133 / 9244052
Alto do Patrimônio	ELIZABETH PRODUTOS CERÂMICOS LTDA. AGENOR (INTERMEDIÁRIO)	0779312 / 9251512
Alto do Ailton	AILTON (INTERMEDIÁRIO)	0778861 / 9252122
Alto Serra Branca / Serra Branca.	ELIZABETH PRODUTOS CERÂMICOS LTDA. AGENOR (INTERMEDIÁRIO)	0781353 / 9242980

Tabela 8 - Lista dos Pegmatitos Visitados em Junco do Seridó/PB, Assunção/PB e Equador/RN

Denominação do pegmatito / localidade	Compradores da produção	Coordenadas UTM da área visitada (Zona 25, Córrego Alegre)
Carneira Banqueta 1	CAULISA - COMERCIO E BEN. DE MINÉRIOS LTDA	0756124 / 9229498
Carneira Banqueta 2	CAULISA - COMERCIO E BEN. DE MINÉRIOS LTDA	0754946 / 9299444
Carneira Baqueta 3	CAULISA - COMERCIO E BEN. DE MINÉRIOS LTDA	0753622 / 9284230
Carneira Banqueta 4	CAULINA	0782133 / 9523784
Carneira Banqueta 5	CAULIM LTDA COBECAL - COMERCIO E BEM.	0781515 / 9253821
Olho d'água de Assunção Banqueta 1	CAULIMAR – COM. BEN. DE CAULIM LTDA.	0781601 / 9253942
Olho d'água de Assunção Banqueta2	CAULINOR	0781601 / 9253942
Olho d'água de Assunção Banqueta 3	BECOL – BEN. COM. DE PRODUTOS MINERAIS LTDA.	0744621 / 9218512
Cajazeiras de Assunção Banqueta 1	BECOL – BEN. COM. DE PRODUTOS MINERAIS LTDA.	0744689 / 9218496
Cajazeiras de Assunção Banqueta 2	BECOL – BEN. COM. DE PRODUTOS MINERAIS LTDA.	0744623 / 9218220
Alto Aldeia	JOSÉ VALMOR PACHER	0750164 / 9225966

Tabela 9 - Lista dos Pegmatitos Visitados em Frei Martinho/PB

Denominação do pegmatito / localidade	Compradores da produção	Coordenadas UTM da área visitada (Zona 25, Córrego Alegre)
Alto da Quixaba	ANTONIO DAMIÃO BEZERRA	0791452 / 9298245
Alto Branco	JOSÉ XIMENES FILHO	0791592 / 9299344
Alto do Caulim	ANTONIO DAMIÃO BEZERRA	0791490 / 9298986
Alto do Chagas	ANTONIO DAMIÃO BEZERRA.	0791616 / 9299918
Alto do Titico	JOSÉ XIMENES FILHO	0789068 / 9296797

Tabela 10 - Lista dos Pegmatitos Visitados em Parelhas/RN

Denominação do pegmatito / localidade	Compradores da produção	Coordenadas UTM da área visitada (Zona 25, Córrego Alegre)
Alto do Combe	ARMIL MINERAÇÃO DO NORDESTE LTDA	0781658 / 9248028
Alto Malhada Vermelha	ARMIL MINERAÇÃO DO NORDESTE LTDA	0778976 / 9247735
Alto do Trigueiro	ARMIL MINERAÇÃO DO NORDESTE LTDA	0781132 / 9284230
Alto do Boqueirão	ARMIL MINERAÇÃO DO NORDESTE LTDA.	0782133 / 9523784
Alto da Carnaubinha	DULA (INTERMEDIÁRIO)	0781515 / 9253821
Alto da Timbaubinha	DULA (INTERMEDIÁRIO)	0781601 / 9253942

Tabela 11 - Lista dos Pegmatitos visitados em Currais Novos/RN

Denominação do pegmatito / localidade	Compradores da produção	Coordenadas UTM da área visitada (Zona 25, Córrego Alegre)
Alto da Ubadeira	-	0781658 / 9248028
Altos da comunidade da Cruz	-	0778976 / 9247735

Tabela 12 – Lista dos pegmatitos visitados em Jardim do Seridó/RN

Denominação do pegmatito / localidade	Compradores da produção	Coordenadas UTM da área visitada (Zona 25, Córrego Alegre)
Alto do Daniel	-	0747148/ 9273310

5. METODOS DE PRODUÇÃO

Na região Nordeste, Paraíba e Rio Grande do Norte, e norte de Minas Gerais encontram-se as principais províncias pegmatíticas do País, no entanto, de modo geral, os métodos de exploração e lavra, até então empregados, são ainda extremamente empíricos, predatórios e sem nenhuma técnica de engenharia de minas (LUZ e LINS, 2005).

A natureza da atividade extrativa nos pegmatitos é tipicamente de garimpagem, desorganizada, sem planejamento a curto, médio e longo prazo e sem nenhum conhecimento quantitativo e qualitativo das reservas.

As técnicas de produção são predatórias, executadas sob orientação de caráter puramente intuitivo do chefe do grupo de trabalho ou do garimpeiro mais experiente. A atividade vem sendo desenvolvida em precárias condições de segurança no trabalho, comprometendo a saúde do garimpeiro e a qualidade do meio ambiente. O aproveitamento essencialmente seletivo reflete negativamente para o setor mineral, que deixa de recuperar parte dos minerais potencialmente recuperáveis.

A atividade garimpeira se desenvolve através de escavações, na grande maioria dos casos, a céu aberto e em alguns casos, em escavações subterrâneas, constituindo-se espaços físicos denominados de banquetas.

Para efeito de divisão do trabalho nas banquetas, o processo de garimpagem é realizado através de operações diferenciadas, conforme descrito a seguir:

5.1. Desmonte

É a operação utilizada para desagregação dos minerais, no interior das banquetas. Comumente, se faz uso de explosivos do tipo ANFO (nitrato de amônio e óleo diesel), cordel detonante, estopim comum e espoletas simples.

5.2. Perfuração

É realizada utilizando martelotes pneumáticos, acionados por compressores portáteis, (na maioria dos casos, disponibilizado pelo comprador do bem mineral, assegurando a preferência pelo produto), ou através de procedimentos manuais, com auxílio de ferramentas rústicas, como ponteiros de aços e marretas. Os furos são distribuídos aleatoriamente, de acordo com as conveniências de cada banquetta e profundidades definidas pelo comprimento das brocas. Normalmente, utilizam-se brocas série 11, nos tamanhos 0,80 e/ou 1,60 metros. As quantidades de explosivos são definidas de acordo com as profundidades dos furos ou pela experiência intuitiva do chefe da banquetta. Após, as detonações são utilizadas ferramentas tradicionais, como pás, picaretas e alavancas, para facilitar na desagregação dos minerais contidos nas superfícies externas das frentes de lavra.

5.3. Carregamento e Transporte

Segundo (BRITO *et al.*, 2006, e BRITO *et al.*, 2007), o transporte de minério e rejeitos divide-se em três etapas:

- A primeira etapa consiste no transporte de minério e dos rejeitos da frente de lavra até uma área, na base do shaft (parte interior da banquetta) reservada para o embarque em um sistema de transporte vertical. Este transporte é feito em carro de mão, com rodas de pneus.

- A segunda etapa, o minério e os rejeitos são transportados da base inferior do shaft, através de um sistema de transporte elevatório (guincho mecânico - movido a motor diesel ou através de sarilho – sistema composto por uma manivela e um carretel, acoplado em uma lança com movimento giratório – (esforço manual), até a superfície superior do shaft.

- A terceira etapa, corresponde ao transporte horizontal, na superfície externa da estrutura pegmatítica, utilizando carros de mão com rodas de pneus, para deslocar o minério e os rejeitos para as áreas de estocagem e de bota-fora, respectivamente.

Foram visitados vários corpos pegmatitos e o método de lavra não é diferente daqueles observados nas outras regiões, ou seja, utilizando equipamentos depreciados, sem planos de fogo definidos. São usadas técnicas que consistem apenas na catação manual na frente de lavra, depois da detonação (Figura 18).



Figura 18 – Frente de Lavra, Alto do Chico Porto – Pedra Lavra/PB

A lavra se passa, na maioria dos casos, como se o depósito mineral fosse formado, em cada alto, por dois vieiros irregulares sub verticais, gêmeos, separados por um cavalo de quartzo leitoso duro (MOORE, 1945).

Ao longo desses vieiros distribuem-se turmas, variando de 3 a 6 homens, ocupando sulcos ou cavas, denominadas de banquetas. Estas são assistidas por um compressor (Figura 19).



Figura 19 – Compressor, Alto do Bernardo – Pedra Lavrada/PB

Em cada banquetta é executada a perfuração necessária, de modo irregular, distribuindo-se o explosivo na quantidade adequada, ficando a detonação a critério do chefe da banquetta.

O explosivo usado geralmente é o ANFO (mistura de nitrato de amônio e óleo diesel), como mostrado na Figura 20.



Figura 20 - Anfo

Fonte: Curso de Tecnologia de Desmontes de Rochas com Aplicações de Explosivos. Centro de Ciência e Tecnologia – CCT, 1997

O material proveniente das banquetas rasas, após ser desmontado e catado, é transportado através de carros de mão. Guinchos (Figura 21) e sarilhos (Figura 22) são usados quando o material for extraído das banquetas profundas, sendo este transportado até o pátio de estocagem.

O carregamento é realizado manualmente ou através de equipamentos rudimentares (pás), utilizando-se caminhões basculantes para o transporte final. Após a cata manual, no interior das banquetas, o material é transportado através de carro de mão (Figura 23) até as áreas de estocagem (Figura 24).

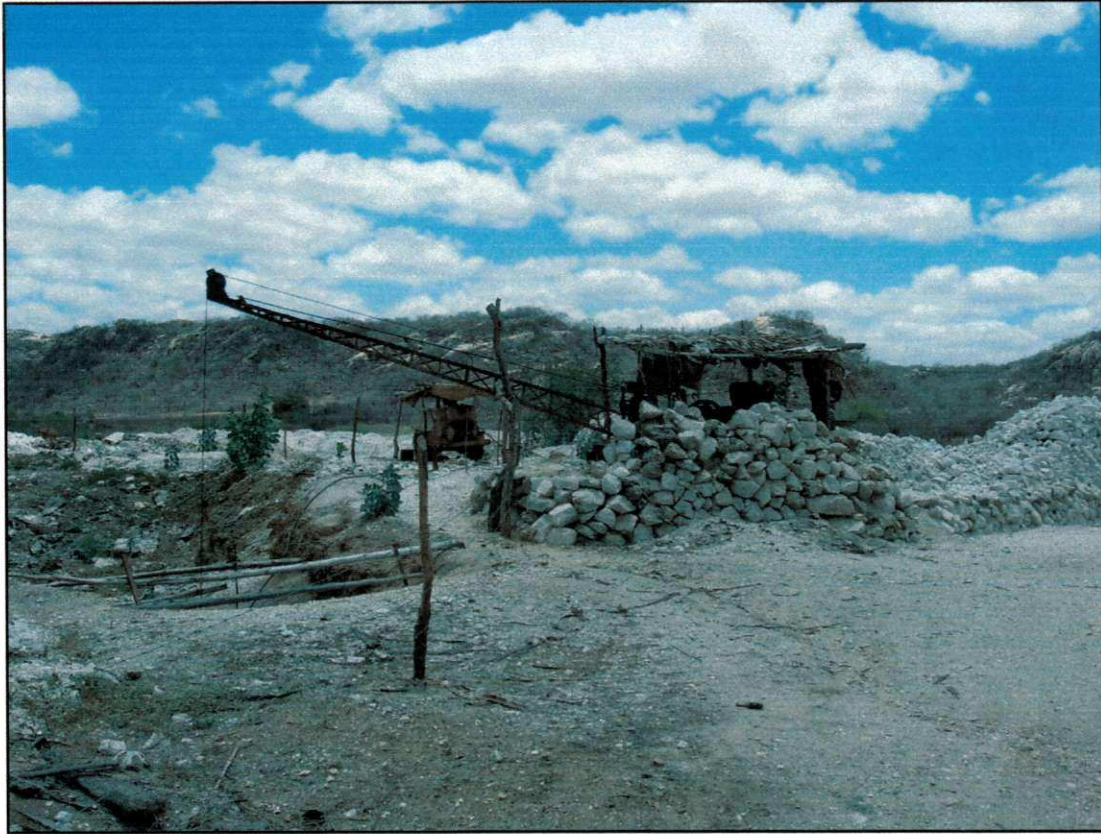


Figura 21 – Guincho, Alto do Bernardo – Pedra Lavrada/PB



Figura 22 – Sarilho, Alto Serra Branca – Pedra Lavrada/PB



Figura 23 – Transporte através de carro de mão, Alto Feio – Pedra Lavrada/PB

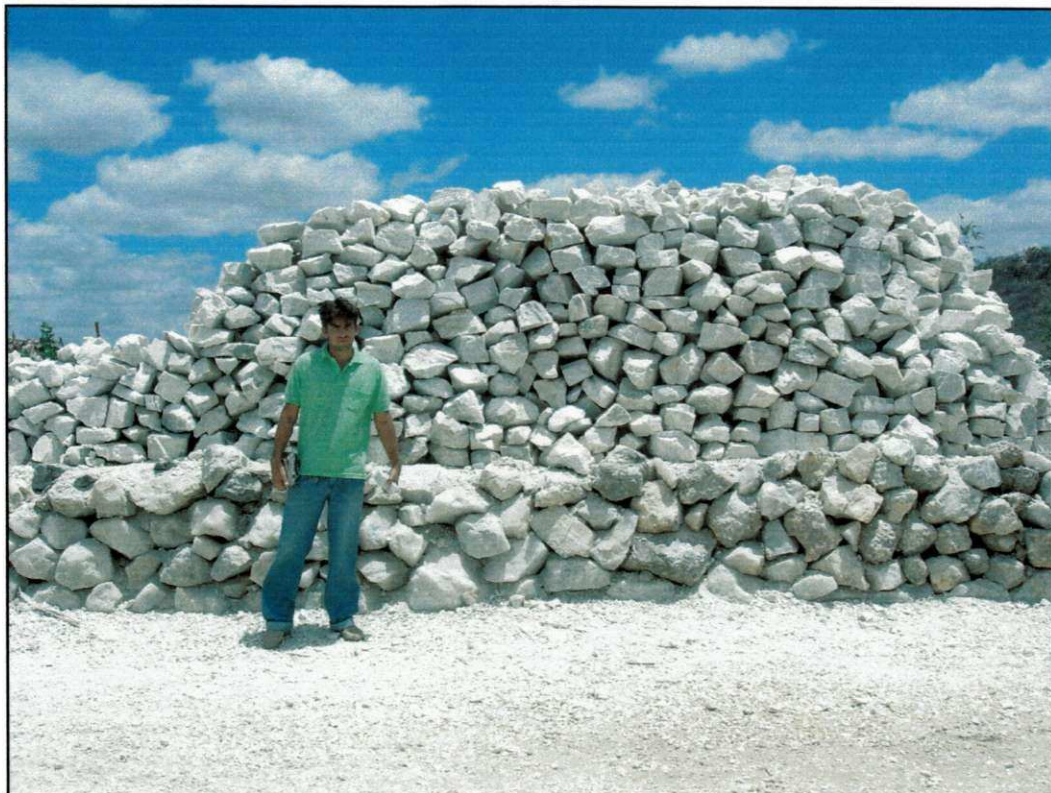


Figura 24 – Pátio de estocagem, Alto do Bernardo – Pedra Lavrada/PB

Depois de chegar ao pátio de estocagem, os materiais extraídos são transportados através de caminhões basculantes para seu destino final, onde tudo ocorre de forma manual. O carregamento somente é feito manualmente e através de pás (Figura 25).

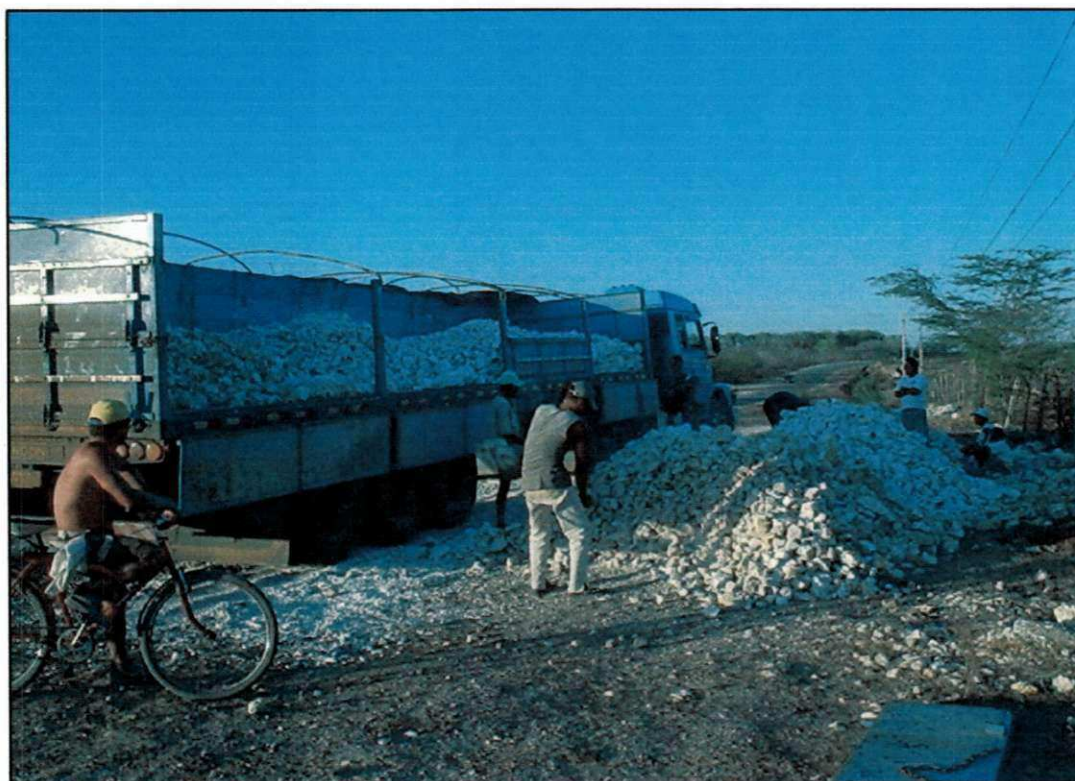


Figura 25 – Carregamento manual e com pás, Alto Feio - Pedra Lavrada/PB

Apesar das precariedades, tudo funciona de forma bem organizada, chegando-se a resultados satisfatórios, que poderiam ser bem melhores se os garimpeiros tivessem acesso a tecnologias de carregamento e transporte, que proporcionariam um aumento na produção.

5.4. Beneficiamento

O beneficiamento consiste basicamente na separação manual, ou catação, do minério da pilha de rocha desmontada, mais especificamente, para os minerais industriais e as gemas. Para os minerais metálicos, no caso específico, os minérios de tantalita e columbita, o beneficiamento envolve outras operações, como moagem em moinhos de martelos e por fim, a separação por processos gravimétricos, por vias úmidas, através de caixas com bicas, revestidas com estopas (sluce). O processo final de limpeza do minério é realizado com bateia (BRITO et al., 2007).

Vale salientar, que esta metodologia, ainda persiste na região, no entanto, não é possível identificar nenhuma atividade utilizando este procedimento. Baixos preços de mercado dos minérios não são interessantes, para o garimpeiro, do ponto de vista econômico. O único caso de extração de tantalita constatado pela equipe de campo ocorreu no Alto da Pendanga, município de Pedra Lavrada. Neste caso, o grupo de garimpeiros, lá instalado tem suas atividades voltadas para a extração de feldspato (albita) e micas. A tantalita é produzida como um subproduto e ocorre na forma de cristais bem desenvolvidos. A separação é feita através de seleção manual e os finos concentrados em bateia.

Os minerais industriais (feldspatos, caulins, quartzos e micas) são beneficiados fora das frentes de garimpagens, através de unidades de beneficiamento, que geralmente são bem estruturadas, com capacidade para produzir elevados volumes destes bens minerais. Quando se tratar de minerais dos tipos feldspatos, quartzos e micas, estes são britados, moídos e classificados pela granulometria, nas dimensões que variam de centímetros até 320 meshes, ou de acordo com as especificações exigidas pelas indústrias de transformação. Estes minerais geram pequenas quantidades de rejeitos em volta das unidades de processamentos, contribuindo com agressões mais moderadas ao meio ambiente, onde os impactos são restritos às poeiras e ruídos de alguns equipamentos em operação.

O beneficiamento de mica consiste em deslocamento (desfolhamento), passamento (formação das placas), moagem e qualificação (classificação final). O material qualificado é vendido para ser usado pela indústria eletro-eletrônica.

O material rejeitado (menor do que 15mm) é vendido como mica-lixo para a indústria automobilística. A produção mensal de mica moída é de cerca de 250t/mês, enquanto a de mica-lixo ultrapassa 1t mês.

5.5. Segurança e Ventilação

A ventilação em todos os garimpos visitados ocorre de forma natural, não sendo encontrada a utilização de qualquer equipamento gerador, inclusive nos locais onde é extraído o material em banquetas subterrâneas, de ventilação artificial, onde muitas vezes um pequeno ventilador e alguns metros de dutos rígidos ou flexíveis podem prover ao referido garimpo a quantidade de ar suficiente para o bem estar dos trabalhadores (Figura 26 – Banqueta subterrânea)



Figura 26 – Banqueta profunda, Alto do Bernardo – Pedra Lavrada/PB

De acordo com a NR-6, Equipamento de Proteção Individual – EPI é todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaça à segurança e à saúde no trabalho.

Nos garimpos de Pedra Lavra e demais da região, a NR-6 não é empregada, pois muitos garimpeiros não têm condições financeiras para adquirir esses equipamentos, que incluem:

- capacetes de segurança para proteção da cabeça;
- óculos e protetores faciais para proteção dos olhos e face;
- protetores auriculares para proteção auditiva;
- calças, perneiras, meias e calçados para proteção dos membros inferiores;
- entre outros.

Portanto, a segurança nos garimpos visitados é muito precária, pois a falta desses equipamentos torna ainda mais perigosa essa profissão. A figura 27 mostra exatamente as condições de trabalho nas quais estão submetidos os trabalhadores, os quais são isentos das mínimas necessidades de segurança para cumprir com eficácia sua função.



Figura 27 – Acidente de trabalho, Alto Feio – Pedra Lavrada/PB

5.6. Meio Ambiente

Na mineração, algumas atividades podem degradar o meio ambiente se não forem realizadas seguindo-se os procedimentos adequados. Por isto, procura-se avaliar ambientalmente a área explorada ou a explorar, buscando medidas que atenuem a ação dos agentes agressores e modificadores da estrutura paisagística natural.

Nas Figuras 28 e 29 são mostrados dois impactos ambientais decorrentes das atividades de mineração, mais especificamente dos garimpos de Pedra Lavrada (PB), baseados nos meios físicos.

Mobilização de terra – Alto Feio



Figura 28 – Vista panorâmica, Alto Feio - Pedra Lavrada/PB

Impactos sobre a fauna e a flora – Alto Feio



Figura 29 – Deposição do bota fora, Alto Feio - Pedra Lavrada/PB

As atividades de garimpagem formam amontoados de rejeitos, depositados em áreas não planejadas, favorecendo o carregamento desses e, conseqüentemente, assoreamento das drenagens para os leitos dos rios e riachos.

Os principais impactos ambientais observados de acordo com a seqüência das etapas de garimpagem são:

5.6.1. Desmatamento

Desconfiguração paisagística (aspectos florísticos) e alteração do sistema superficial de drenagem natural da região, decorrentes da cobertura vegetal.

5.6.2. Decapeamento

Preparação das frentes de lavra, bota-fora e vias de acesso: modificação da topografia local e regional, contribuindo para poluição do solo.

5.6.3. Desativação

Intensificação das feições lunares das áreas lavradas; riscos às populações e aos pequenos rebanhos de subsistência, sem advertência ou cercas de isolamento, bem como a redução da fronteira pastoril.

5.7. Problemas Identificados no Modelo de Produção

Segundo (BRITO et al., 2007), são identificados os seguintes problemas no modelo de produção:

1. As atividades de garimpagem sendo executadas em áreas tituladas a terceiros e sem licenciamento ambiental, com uma única exceção, para o pegmatito Alto Feio, que possui o título de lavra garimpeira;
2. Os garimpeiros trabalhando sem o uso de equipamentos de proteção individuais (EPI), constantemente, expostos aos riscos de acidentes no trabalho e doenças ocupacionais;
3. A extração mineral realizada de forma rudimentar, sem nenhum planejamento e conhecimento das reservas resulta em baixa produtividade e compromete o aproveitamento futuro dos depósitos. Em alguns casos, a segurança do trabalho é comprometida pelo risco de desabamento;
4. A baixa produtividade dos métodos de produção e como consequência a baixa remuneração dos trabalhadores;

5. As relações comerciais entre garimpeiros, pequenos produtores dos bens minerais e as indústrias de processamento e consumidores finais são extremamente desfavoráveis aos primeiros. As opções de venda à sua disposição são limitadas. Os mesmos são descapitalizados, e conseqüentemente, dependentes de uma receita imediata para sua subsistência. Nessas condições, seu poder de barganha frente aos compradores é muito fragilizado. Na maioria dos casos são dependentes dos compradores para fornecimento de equipamentos e acessórios tais como, compressor, perfuratrizes e explosivos, essenciais a extração do minério. Grande parte dos minerais produzidos possui apenas um comprador e em alguns casos, as relações comerciais são de exclusividade.
6. Embora o caráter rudimentar da atividade mineira nos pegmatitos não requeira um suporte significativo de infra-estrutura de água e energia, as vias de acesso para alguns altos são deficientes;
7. Falta de assistência técnica e de recursos financeiros para a pesquisa mineral, planejamento da lavra e desenvolvimento dos corpos objetivando a lavra racional;
8. A falta de confiança no gerenciamento de entidades associativas, causada por questões culturais e políticas, influenciada por experiências recentes de associações mal sucedidas tem dificultado a consolidação de novas instituições associadas. No entanto, essa é uma condição essencial para a melhoria dos garimpeiros e dos pequenos produtores de bens minerais de pegmatitos na região, tendo em vista, que os problemas enfrentados são comuns e não comportam soluções individuais.

Nesse trabalho constata-se que além das características de informalidade da atividade, processos rudimentares, baixa remuneração, condições desfavoráveis de comercialização, uma quantidade relativamente expressiva

de produtores e uma grande desconfiança nas entidades associativas. Por outro lado, o segmento do beneficiamento é constituído de uma pequena quantidade de unidades industriais, que adquirem o minério dos garimpeiros, beneficiam e repassam para clientes definidos no mercado.

6. CARACTERÍSTICA DO ALTO DO DANIEL NO MUNICÍPIO DE JARDIM DO SERIDÓ/RN

6.1. Localização e acesso

O pegmatito do Alto do Daniel está localizado a cerca de 1 km e meio da Cidade de Jardim do Seridó RN, situado na mesorregião Central Potiguar e na microrregião Seridó Oriental (Figura 30).

A sede do município está distando da capital cerca de 246 km, sendo seu acesso, a partir de Natal, efetuado através das rodovias pavimentadas BR-226 e BR-427.

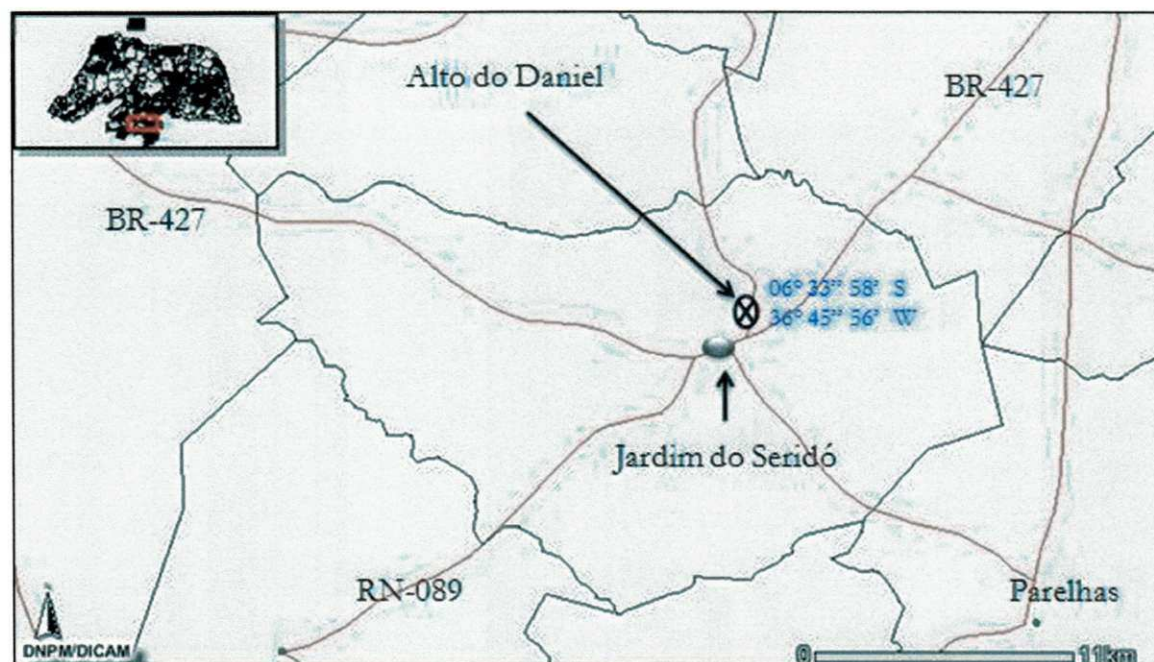


Figura 30 – Localização geográfica do pegmatito do Alto do Daniel – Jardim do Seridó - RN

Fonte: Títulos Minerários no Estado do Rio Grande do Norte – DNPM, 2008 (modificado)

6.2. Geologia Local

O município de Jardim do Seridó encontra-se inserido, geologicamente, na Província Borborema, compreendendo parte da borda ocidental do Planalto da Borborema e da região do Seridó. Posteriormente denominaram a área de ocorrência desses pegmatitos, como sendo a Província Pegmatítica da Borborema-Seridó (Silva e Dantas, 1984 em BRITO *et al* 2006), que abrange uma faixa na fronteira, compreendendo municípios dos Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba. Estas estruturas pegmatíticas, em sua maioria, estão encaixadas nos micaxistos, quartzitos e mataconglomerados do Grupo Seridó e, em menor quantidade, em gnaisses e migmatitos do Complexo Gnáissico-Migmatítico.

A Figura 31 mostra o mapa geológico do Alto do Daniel desenvolvido por pesquisadores da UFRN.

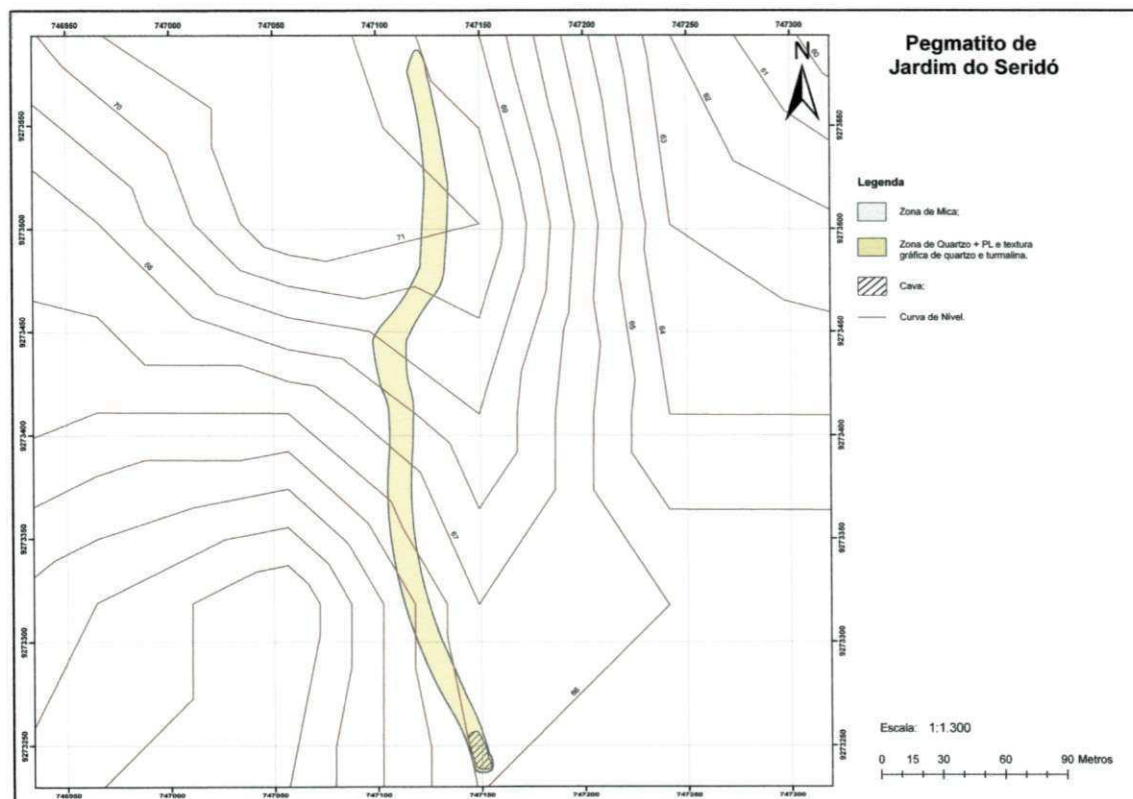


Figura 31 – Mapa Geológico do Alto do Daniel – Jardim do Seridó - RN

Fonte: UFRN, 2008

6.3. Situação do Corpo

O corpo encontra-se praticamente intocável, sendo que foi feita uma pequena abertura na parte sul deste pegmatito, mas logo foi abandonado (Figura 32).

A lavra foi iniciada a céu aberto devido à topografia favorável, no entanto, devido às características do depósito será necessário que se lavre parte a céu aberto e parte subterrânea.

De acordo com o responsável pelo Alto do Daniel, a lavra foi iniciada e logo abandonada por falta de compradores da produção, mas que será iniciada logo que as condições do mercado sejam favoráveis.



Figura 32 – Frente de lavra a céu aberto - Alto do Daniel – Jardim do Seridó/RN

6.4. Plano de Lavra para o Pegmatito do Daniel no município de Jardim do Seridó/RN

O método ideal seria o que permitisse maior lucro, completa extração, máxima segurança, mínima poluição ambiental. Esses fatores deverão ser conciliados, tendo em vista a natureza e as condições físicas da jazida, disponibilidades naturais, humanas, financeiras, produções desejadas, etc. Conseqüentemente, a seleção de um método de lavra depende de condições existentes e das possíveis de se obter, considerando aquelas que sejam mais adaptáveis a jazida em causa (BRITO, 1992).

Comumente vários métodos são possíveis, mas será escolhido o julgado mais satisfatório dentro das condições anteriormente descritas. Para eficiência de um planejamento de lavra, devem ser observadas informações essenciais a respeito:

- Elemento humano;
- Localização da mina e topografia;
- Condições climáticas;
- Dados sobre mecânica das rochas do minério e das encaixantes;
- Práticas mineiras adotadas;
- Seleção do equipamento e uso;
- Determinação da produtividade da mina;
- Informações econômicas;
- Condições de mercado os bens minerais.

Com o objetivo de conseguir um método de lavra e seu planejamento, a estabilidade das escavações a serem desenvolvidas no maciço torna-se um dos fatores mais significantes, pois as condições geomecânicas do maciço rochoso serão básicas para o planejamento de uma lavra segundo locais e formas de aberturas, de modo que possam ser auto-sustentável, sendo assim, a lavra será executada com o máximo de segurança.

Os baixos preços alcançados pelos bens minerais feldspato e quartzo inviabilizam a aplicação de sistemas de suporte mecânico para estabilidade das escavações.

6.4.1. Estabilidades das Escavações

Com o objetivo de conhecer a estabilidade das escavações nos pegmatitos, foi realizado um teste no município de Jardim do Seridó/RN, onde usado o sistema de Barton, onde foram analisados os parâmetros envolvendo três afloramentos distintos em cada alto.

O sistema de classificação de Barton foi desenvolvido na Noruega, em 1974, por **BARTON, LIEN e LUNDE**, sendo denominado de Sistema-Q de Classificação de Maciços Rochosos. Trata-se de um sistema quantitativo, muito detalhado, que permite maior precisão na avaliação de seus parâmetros.

O Sistema-Q é baseado em seis princípios distintos:

- a. RQD;
- b. número de famílias de juntas (J_n);
- c. rugosidade da junta ou descontinuidade mais desfavorável (J_r);
- d. grau de alteração ou preenchimento ao longo da junta mais fraca (J_a);
- e. presença de água (J_w);
- f. condições de tensão (SRF – Stress Reduction Fator).

O índice varia numa escala logarítmica de qualidade, no intervalo de 0,001 até 1000, sendo dado pela seguinte equação:

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \cdot \frac{J_r}{J_a} \cdot \frac{J_w}{SRF}$$

Os parâmetros, agrupados em três quocientes acima, representam:

1. as propriedades geométricas do maciço;
2. a rugosidade e resistência das fraturas;
3. condições de contorno.

Os valores de cada parâmetro do Sistema Q são obtidos de acordo com as Tabela 13, 14, 15, 16, 17 e 18.

Tabela 13 – Classificação qualitativa em função do RQD

1. Designação de Qualidade da Rocha (nota 1)		RQD
R1	muito pobre	0-25
R2	pobre	25-50
R3	regular	50-75
R4	bom	75-90
R5	excelente	90-100

Tabela 14 – Classificação quantitativa de Jn

2. Número de Famílias de Juntas (nota 2)		Jn
A	maciço, nenhuma ou poucas juntas	0,5-1,0
B	um sistema de juntas	2
C	um sistema de juntas mais juntas aleatórias	3
D	dois sistemas de juntas	4
E	dois sistema de juntas mais juntas aleatórias	6
F	três sistemas de juntas	9
G	três sistema de juntas mais juntas aleatórias	12
H	quatro ou mais sistemas de juntas, aleatórias, muito fraturado, poliedros irregulares.	15
I	rocha fragmentada, "brita".	20

Tabela 15 – Classificação quantitativa em função da qualificação Jr

3. Índice de Rugosidade das Juntas		Jr
a) paredes das juntas em contato . (notas 3 e 4)		
b) paredes com menos de 10 cm de cisalhamento		
A	juntas descontínuas	4
B	rugosa e irregular, ondulada	3
C	lisa e ondulada	2;

D	estrias de fricção e ondulada	1,5
E	rugosa ou irregular e plana	1,5
F	lisa e plana	1,0
G	estrias de fricção e plana	0,5
c) sem contato entre paredes, zonas cisalhadas		
H	zonas contendo argilo-minerais com espessuras suficiente para impedir contato entre paredes	1,0
J	arenosa, ou fragmentada com espessura suficiente para impedir o contato entre paredes.	1,0

Tabela 16 – Classificação quantitativa em função da qualificação Ja

4. Índice de Alteração e Preenchimento de Juntas		$\phi_r \sim$	Ja
a) contato entre paredes sem películas			
A	selada, duro, impermeável, preenchida por quartzo, calcita, etc.		0,75
B	paredes sãs, superfície descolorida somente	25° 35°	1,0
C	parede pouco alterada, sem minerais brandos recobrimdo, sem argila e rocha desintegrada	25° 30°	2,0
D	paredes com silte ou areno argilosa, pouca argila.	20° 25°	3,0
E	materiais brandos com baixo atrito, argilo minerais, caolinita ou micas. Também clorita, talco, gipsita, etc. e pouca qtd de minerais expansivos.	8° - 16°	4,0
b) paredes com menos de 10 cm de cisalhamento, preenchimento fino			
F	partículas arenosa, sem argilo minerais e rocha decomposta	25°-30°	4,0
G	argila rígida dura, contínua porém ≤ 5 mm	16° - 4°	6,0
H	argila pouco medianamente consolidada, contínua porém ≤ 5 mm	12° -16°	8,0
J	argilo minerais expansivos, esmectitas, contínua porém ≤ 5 mm; valor de Ja dependerá da % de argila expansivas e acesso à água., etc.	6° -12°	8-12
c) sem contato entre paredes, zonas cisalhadas			
KLM	zonas ou bandas desintegradas, rocha fragmentada e argila, ver G, H, J.	6° - 24°	6, 8, ou 8 -12
N	zonas ou bandas de silte ou argilo arenoso e pouco argilo minerais, dura.	-	5,0
OPR	espessa, contínua zona ou banda de argila, ver G, H, J, para descrição.	6° - 24°	10, 13 ou 13-20

Tabela 17 – Classificação quantitativa em função da qualificação Jw

5. Fator de Redução Devido Presença de Água. (nota 5)		Jw
A	escavação seca ou gotejamento, ≤ 5 l / min localmente	1,0
B	vazão média ou pressão, pode lavar o preenchimento	0,66
C	vazão alta ou alta pressão em rocha competente e juntas não preenchidas	0,5
D	vazão alta ou pressão, considerável lavagem das juntas	0,33
E	excepcionais vazões após a detonação, caindo no tempo	0,2 0,1
F	excepcionais vazões após a detonação, sem diminuição significativa.	0,1 0,05

Tabela 18 – Classificação quantitativa em função da qualificação SRF

6. Fator de Redução Devido Tensões no Maciço				
a)	zonas de fraqueza interceptando a escavação, as quais poderão causar queda de blocos de rocha quando o túnel é escavado. (nota 6)			SRF
A	múltiplas ocorrências de zonas fracas contendo argila ou rocha quimicamente desintegrada, muito material solto na superfície da rocha.			10
B	única zona de fraqueza com argila ou rocha desintegrada (profundidade ≤ 50 m)			5
C	única zona de fraqueza com argila ou rocha desintegrada (profundidade ≥ 50 m)			2,5
D	múltiplas zonas cisalhadas e rocha competente, sem argila; material solto na superfície da rocha; qualquer profundidade.			7,5
E	única zona cisalhada em rocha competente, sem argila; (profundidade ≤ 50 m)			5,0
F	única zona cisalhada em rocha competente, sem argila, (profundidade ≥ 50 m)			2,5
G	fragmentada, juntas abertas, muito fraturada, "brita"			5;0
b)	rocha competente; problemas de tensão no maciço (nota 7)	σ_c/σ_1	σ_θ/σ_c	SRF
H	baixa tensão, próximo da superfície	>200	$< 0,01$	2,5
J	média tensão, condições favoráveis de tensão	200 - 10	0,01-0,3	1
K	tensão alta,	10-5	0.3-0.4	0.5-2
L	moderado deslocamento em rocha maciça, após + de 1 hora	5-3	0.5-0.65	5-50
M	deslocamento e explosão de rocha em rocha maciça, após poucos minutos	3-2	0.65-1	50-200
N	muita explosão de rocha (deformação /explosão) deformação dinâmica imediata,	< 2	$>1,0$	200 400

	rocha maciça		
c) Squeezing rock: fluxo plástico de rocha incompetente causado por altas pressões de rocha. (nota 8)		σ_0/σ_3	
O	moderado squeezing e conseqüente pressão de rocha	1-5	5-10
P	intenso squeezing e conseqüente pressão de rocha	>5	10-20
d) Expansibilidade de rochas: expansão dependente da presença de água			
R	moderada expansansibilidade e conseqüente pressão de rocha		5 -10
S	intensa expansansibilidade e conseqüente pressão de rocha		10 -15

(nota 1) → quando o RQD for medido ≤ 10 (inclusive zero) usar o valor 10 para determinação de Q; usar valores de intervalos múltiplos de 5.

Para determinação na frente escavada, escolha o trecho mais representativo do maciço, e faça a contagem volumétrica (3 eixos) das juntas, nessa região.

$RQD = 115 - 3,3 J_v$. (J_v é o somatório das juntas por metro encontradas nos 3 eixos.)

(nota 2) → para interseção de túneis usar $3 \times J_n$; portais usar $2,0 J_n$.

(nota 3) → descrição referente as feições de pequena e intermediária escala, nesta ordem.

(nota 4) → adicione 1 se o espaçamento do principal sistema de juntas for maior que 3 m.

(nota 5) → os itens C e F são estimativa grosseiras, os valores de J_w poderão ser aumentados se vazões forem medidas nas drenagens executadas.

(nota 6) → reduzir esses valores de SRF, de 25% a 50%, se relevantes zonas de fraqueza influenciam mas não interceptam a escavação.

(nota 7) → para forte campo de tensões virgens (se medido): quando $5 \leq \sigma_1/\sigma_3 \leq 10$, reduzir σ_c em 25%; $\sigma_1/\sigma_3 > 10$ reduzir σ_c em 50%, onde σ_c = resistência à compressão uniaxial, σ_1 e σ_3 máxima e mínima tensões principais atuantes, σ_0 tensão tangencial máxima (estimada da teoria da elasticidade). Para poucos casos registrados, onde a cobertura é menor que o vão; sugere-se o aumento do SRF de 2,5 para 5,0, item H.

(nota 8) → Squeezing pode ocorrer em profundidades de $H > 350 Q^{1/3}$; resistência à compressão do maciço pode ser estimada da seguinte relação: $0,7 \gamma Q^{1/3}$ em MPa, onde γ = densidade da rocha em kN/m^3 .

6.4.2. Aplicações de Classificações Geomecânicas ao Pegmatito do Daniel no Jardim do Seridó/RN

As litologias onde foram observadas as características das discontinuidades são: o micaxisto que serve como rocha encaixante (Figura 34), o feldspato (Figura 35) e o granito gráfico (Figura 36).

Abaixo (Figura 33), temos a vista panorâmica do Pegmatito do Daniel, onde seu estado encontra-se praticamente intocável, visto que, apenas foi feita uma pequena frente de lavra que logo foi abandonada.

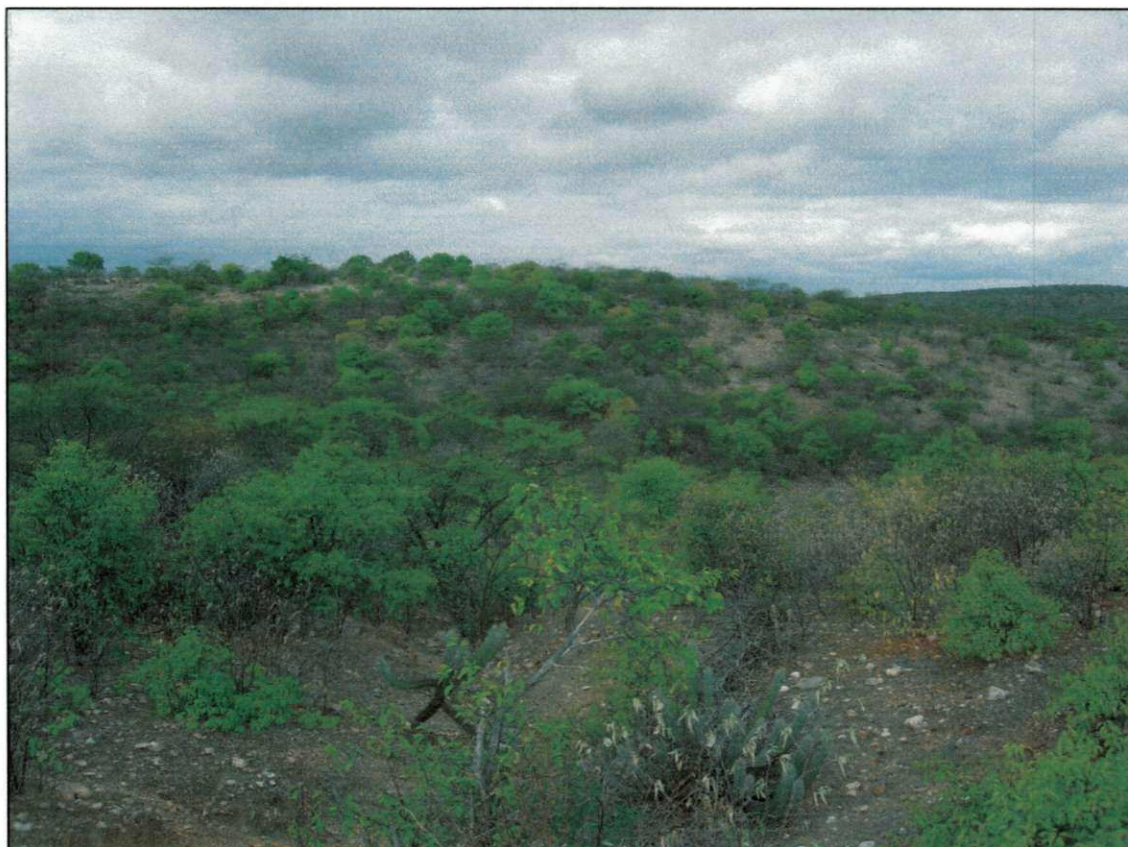


Figura 33 – Vista panorâmica do Pegmatito Alto do Daniel – Jardim do Seridó - RN

a) Micaxisto (rocha encaixante)

1 – RQD = 30

2 – Número de Famílias (J_n)

Um sistema de junta mais juntas aleatórias

J_n = 3

3 – Rugosidade (J_r)

Juntas descontínuas

J_r = 4

4 – Alteração (J_a)

Paredes alteradas

J_a = 4

5 – Fator de Redução de Água (J_w)

Vazão média ou pressão pode levar o preenchimento

J_w = 0,66

6 – Fator de Redução de Tensão (SRF)

Baixa tensão, próximo a superfície (< 50m)

SRF = 2,5

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \cdot \frac{J_r}{J_a} \cdot \frac{J_w}{SRF}$$

Q = 2,5 → Maciço de qualidade regular



Figura 34 – Características das descontinuidades do micaxisto (Pegmatito do Daniel – Jardim do Seridó –RN)

b) Feldspato

1 – RQD = 60

2 – Número de Famílias (Jn)

Um sistema de juntas mais juntas aleatórias

Jn = 3

3 – Rugosidade (Jr)

Juntas descontínuas

Jr = 4

4 – Alteração (Ja)

Paredes sãs, superfície descolorida somente

Ja = 1

5 – Fator de Redução de Água (Jw)

Vazão média ou pressão pode levar o preenchimento

Jw = 0,66

6 – Fator de Redução de Tensão (SRF)

Próximo a superfície

SRF = 2,5

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \cdot \frac{J_r}{J_a} \cdot \frac{J_w}{SRF}$$

Q = 21 → Maciço de qualidade boa



Figura 35 – Características das discontinuidades do feldspato (Pegmatito do Daniel – Jardim do Seridó – RN)

c) Granito Gráfico

1 – RQD = 70

2 – Número de Famílias (Jn)

Um sistema de junta mais juntas aleatórias

Jn = 3

3 – Rugosidade (Jr)

Juntas descontínuas

Jr = 4

4 – Alteração (Ja)

Paredes sãs, superfície descolorida somente

Ja = 1

5 – Fator de Redução de Água (Jw)

Vazão média ou pressão pode levar o preenchimento

Jw = 0,66

6 – Fator de Redução de Tensão (SRF)

Próximo a superfície

SRF = 2,5

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \cdot \frac{J_r}{J_a} \cdot \frac{J_w}{SRF}$$

Q = 24 → Maciço de qualidade boa



Figura 36 – Características das descontinuidades do granito gráfico (Pegmatito do Daniel – Jardim do Seridó – RN)

6.4.3. Determinação do Vão Admissível baseado em cada Litologia

O vão é definido como a menor dimensão de uma escavação, vista em planta, tratando-se da dimensão crítica do ponto de vista da estabilidade mecânica. Para escavações subterrâneas cuja altura torna-se mais de duas vezes a largura a dimensão crítica passa a ser a altura (LIMA, 2002).

Baseado no sistema de Classificação Q são feitas recomendações em relação ao tipo de suporte necessário a estabilidade do maciço rochoso.

A Figura 37 mostra um gráfico proposto por Barton (1993) que permite o tipo de suporte adequado em função do vão equivalente. Esta grandeza é obtida dividindo o vão da escavação por um índice, ESR (Excavation Support Ratio), que constitui o faor de segurança em função do tipo de obra (Tabela 14).

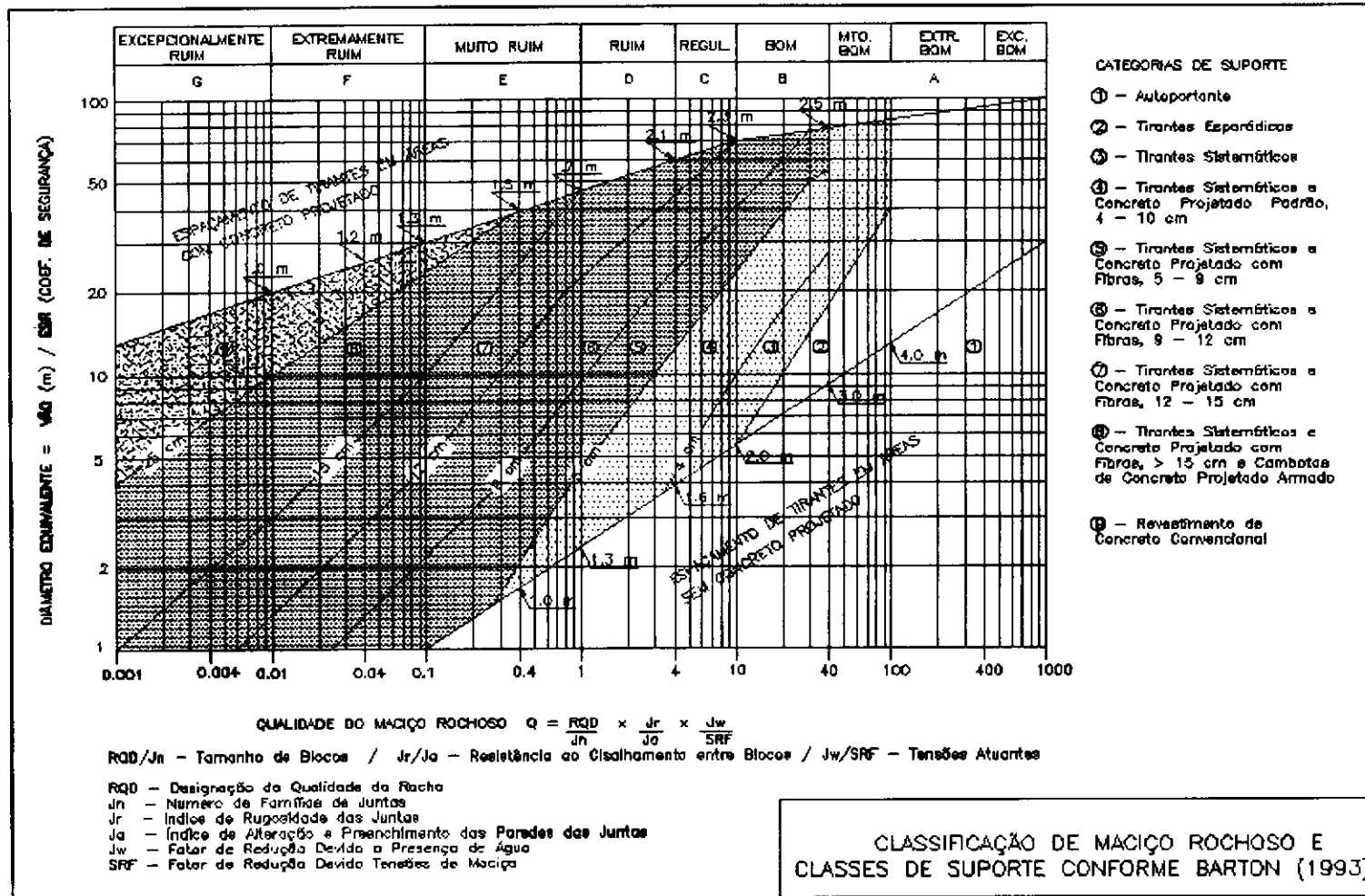


Figura 37 – Gráfico de suporte definido por Barton (1993)

Tabela 19 – Índice de segurança ESR para diferentes obras subterrâneas (Q)

CLASSE	TIPO DE ESCAVAÇÃO	ESR
A	Cavidades minerais temporárias	3-5
B	Poços verticais de secção circular	2,5
	Poços verticais de seção quadrangular ou retangular	2,0
C	Cavidades minerais definidas, túneis de aproveitamentos hidráulicos (exceto túneis sob pressão), túneis piloto, túneis desvio, escavações superiores de grandes cavidades.	1,6
D	Cavernas de armazenagem, estações de tratamento de águas, pequenos túneis rodo-ferroviários, chaminés de equilíbrio, túneis de acesso.	1,3
E	Centrais subterrâneas, túneis rodo-ferroviários de grande dimensão, abrigos de defesa, bocas de entrada, intersecções.	1,0
F	Centrais nucleares subterrâneas, estações de caminhões de ferro, fábricas	0,8

6.4.3.1. Vão do Micaxisto

O índice de qualidade Q desta rocha ficou em torno de 2,5. De acordo com as estimativas para suporte, baseadas no vão e no índice Q (Barton 1993) (Figura 38), o maciço é classificado como ruim, e as características do vão para cada litologia encontra-se na Tabela 15.

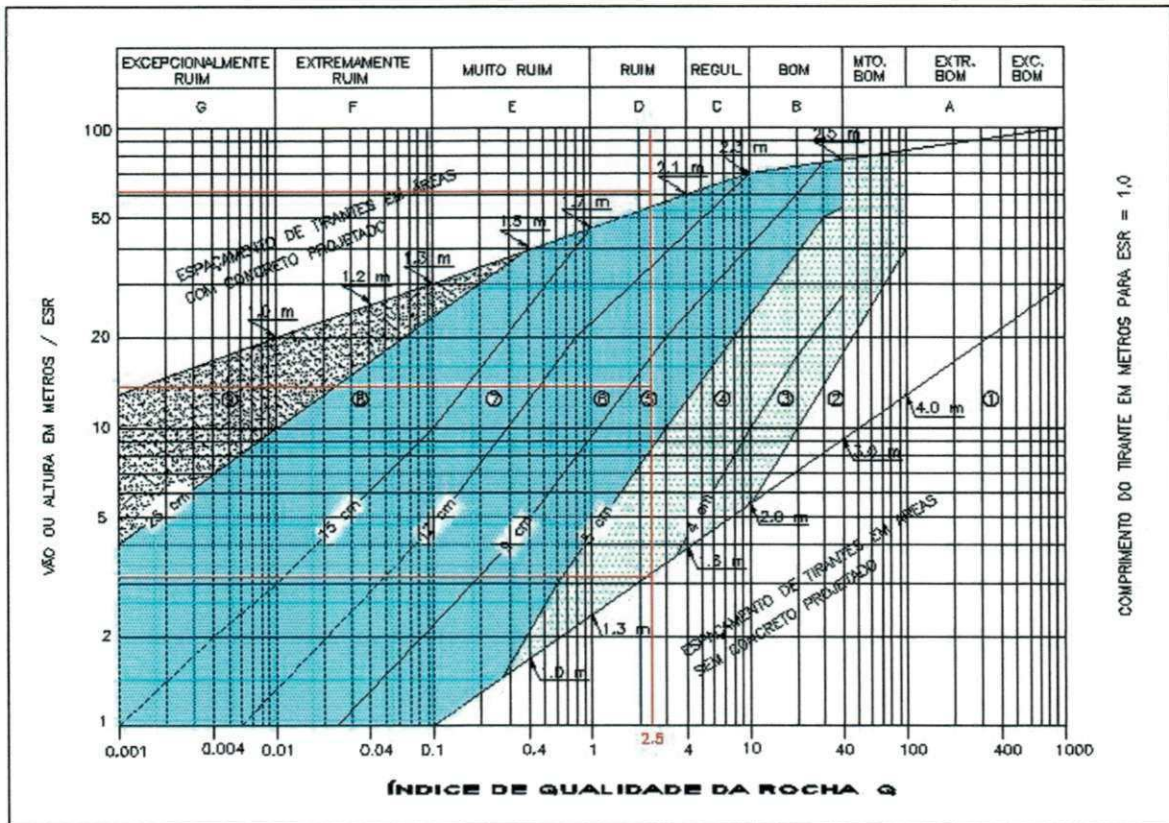


Figura 38 – Estimativa dos vários tipos de reforços para o micaxisto baseado no sistema-Q

Tabela 20 – Características dos Vãos Admissíveis no Micaxisto

Vão (m)	CONSIDERAÇÕES SOBRE O SUPORTE
Até 2,0	Não necessita de qualquer tipo de escoramento *
* É necessário colocar um reforço mínimo por razões de segurança. O reforço mínimo consiste geralmente em tirantes (cavilhas).	

6.4.3.2. Vão do Feldspato

O índice de qualidade Q desta rocha ficou em torno de 21. De acordo com as estimativas para suporte, baseadas no vão e no índice Q (Barton 1993) (Figura 39), o maciço é classificado como boa e as características do vão para cada litologia encontra-se na Tabela 16.

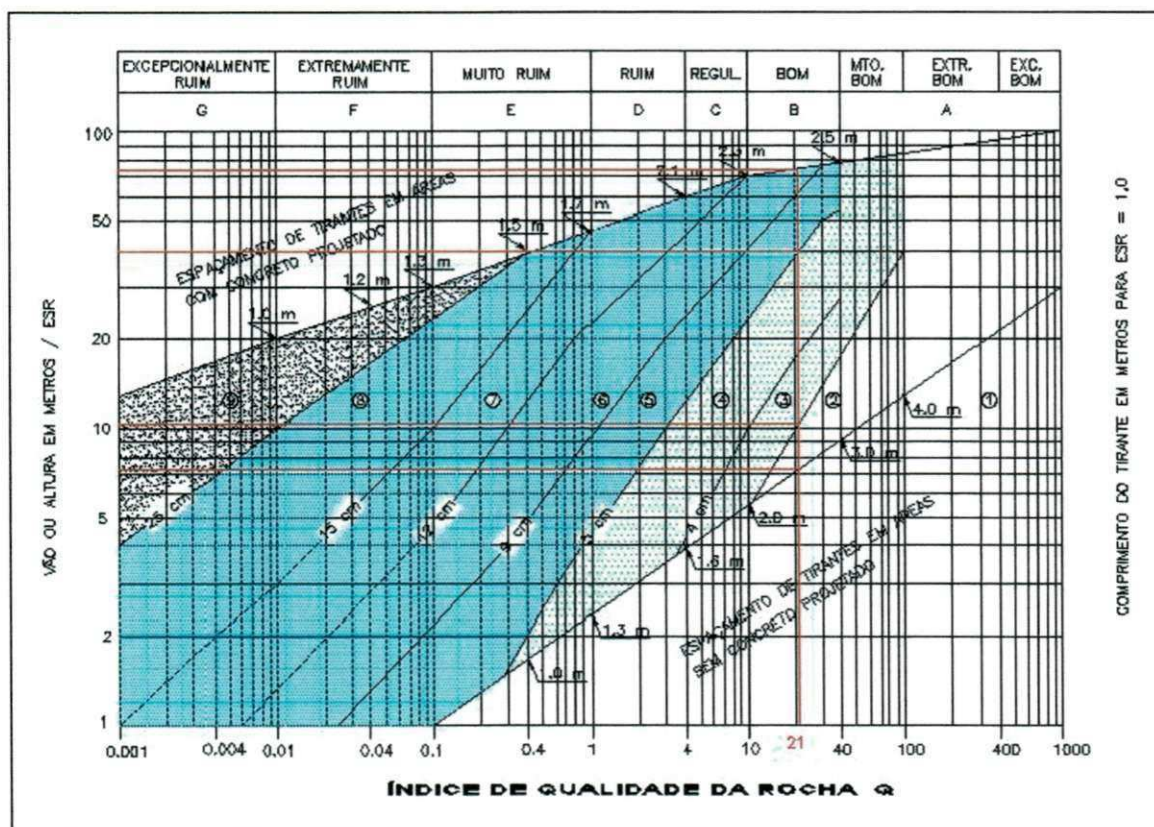


Figura 39 – Estimativa dos vários tipos de reforços para o quartzo baseado no sistema-Q

Tabela 21 – Características dos Vãos Admissíveis no Quartzo

Vão (m)	CONSIDERAÇÕES SOBRE O SUPORTE
Até 7,0	Não necessita de qualquer tipo de escoramento *
* É necessário colocar um reforço mínimo por razões de segurança. O reforço mínimo consiste geralmente em tirantes (cavilhas).	

6.4.3.3. Vão do Granito Gráfico

O índice de qualidade Q desta rocha ficou em torno de 24. De acordo com as estimativas para suporte, baseadas no vão e no índice Q (Barton 1993) (Figura 40), o maciço é classificado como boa e as características do vão para cada litologia encontra-se na Tabela 17.

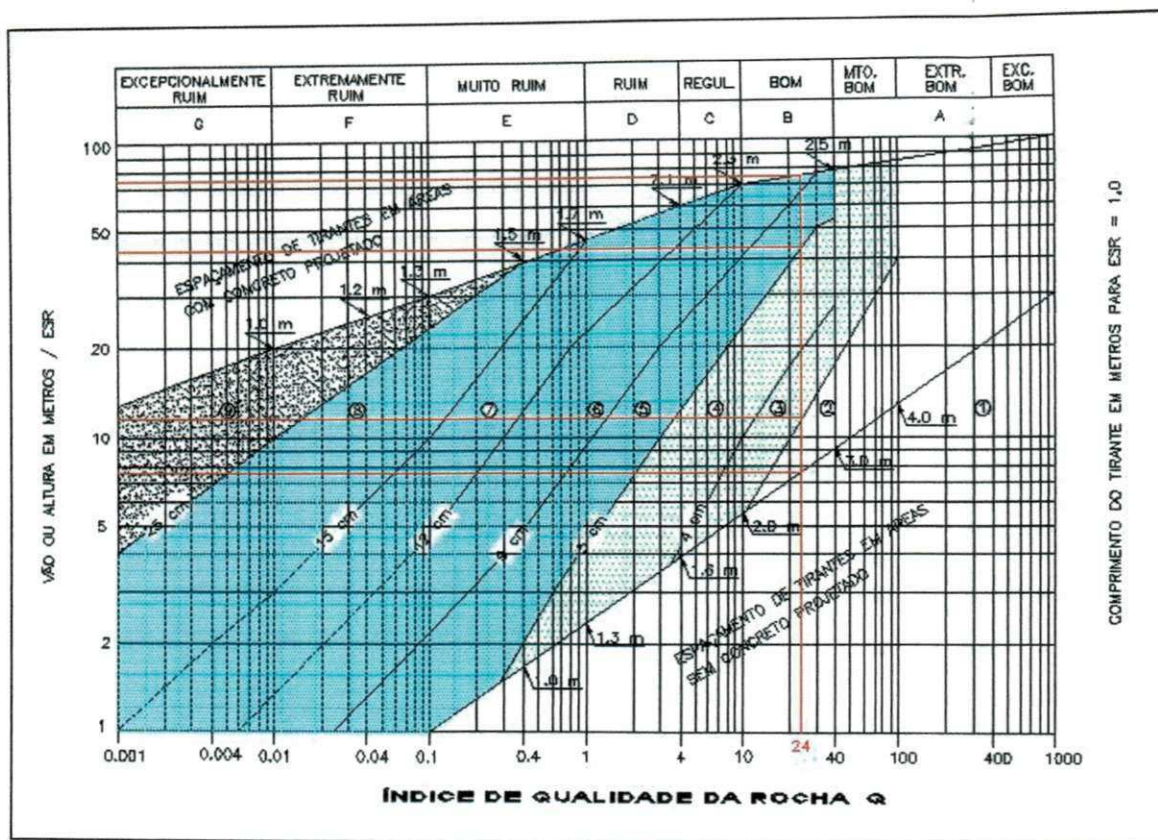


Figura 40 – Estimativa dos vários tipos de reforços para o granito gráfico baseado no sistema-Q

Tabela 22 – Características dos Vãos Admissíveis no Granito Gráfico

Vão (m)	CONSIDERAÇÕES SOBRE O SUPORTE
Até 7,5	Não necessita de qualquer tipo de escoramento *
* É necessário colocar um reforço mínimo por razões de segurança. O reforço mínimo consiste geralmente em tirantes (cavilhas).	

6.4.4. Métodos de Lavra

Baseado nas características dos depósitos estudados nesta pesquisa foi escolhido dois métodos de fácil execução e características próprias, atendendo aos requisitos de seletividade, segurança, e baixo custo operacional.

6.4.4.1. Lavra a Céu Aberto

6.4.4.1.1. Desenvolvimento

O desenvolvimento na lavra a céu aberto requer a construção de acessos ao local onde será lavrado o corpo, visto que o corpo encontra-se praticamente virgem, onde o acesso principal será realizado pela rampa dentro do corpo em toda sua extensão longitudinal.

6.4.4.1.2. Lavra

A seqüência da lavra consiste nas seguintes etapas: decapeamento, perfuração e carregamento com explosivos, detonação, catação manual, carregamento e transporte.

O decapeamento implica em limpeza do local onde será feita a detonação, como também de área próxima.

A perfuração será realizada por pequenas perfuratrizes pneumáticas, acionada por compressores portáteis;

O desmonte se faz com anfo, cordel detonante, estopim e espoleta simples;

A catação será realizada por pessoas com prática na distinção dos minerais, de forma manual, com objetivo de fazer uma melhor seleção.

O carregamento se dá de forma manual ou através de redes de alimentação próxima.

O transporte será feito com caminhões basculantes, com capacidade entre 8 a 10 toneladas.

ARAÚJO (2008) fez o modelamento do Pegmatito do Jardim do Seridó (Figuras 41 e 42), onde através deste detalhamento, foi possível traçar um método de lavra a céu aberto

Característica da lavra a céu aberto:

- A quantidade de frentes de lavra vai depender da disponibilidade de mão de obra, equipamentos utilizados e demanda da produção pelo produto, contudo, é recomendado que a lavra seja realizada da extremidade para o centro, onde poderá ser realizado o desmonte simultâneo de várias frentes de lavra em cada extremidade, o que acarretará em uma ótima produção (Figura 43);

- Bancada 3 m de altura, pois vai evitar o desvio na perfuração, favorecendo o desmonte;

- O desmonte deverá ser planejado de modo a realizar um avanço de 3 metros por detonação;

- O desmonte das bancadas subsequentes deverão obedecer à mesma seqüência de lavra da primeira;

- A terceira bancada só poderá ser lavrada, depois que a segunda e primeira for;

- Logo após ser lavrado o corpo pegmatito na primeira bancada, dá-se início ao processo de desmonte da segunda bancada e depois a terceira.

- No máximo três frentes da lavra em produção simultânea;

- A altura da bancada deve ser obedecida até o encontro das três frentes;

- O número de fatias não deve ultrapassar 5, medindo 3 metros cada;

- Deverão ser construídas rampas que liguem as frentes de lavra, onde a primeira fatia se ligue a segunda e a segunda terceira e assim sucessivamente (figura x).

- A lavra deve ser praticada de forma integral.

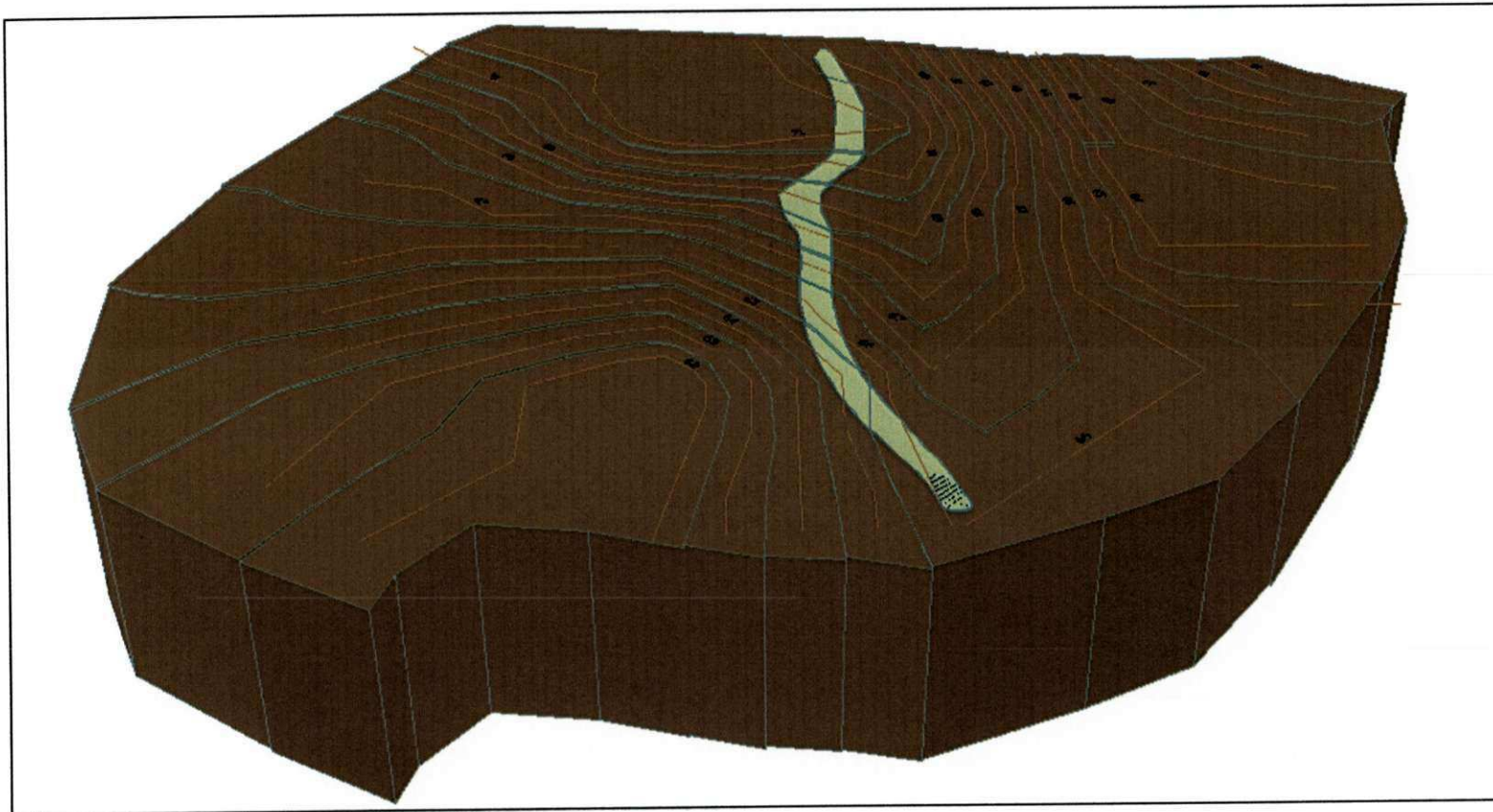


Figura 41 – Cenário 3D modelado através de faces planares

Fonte: Araújo, 2008

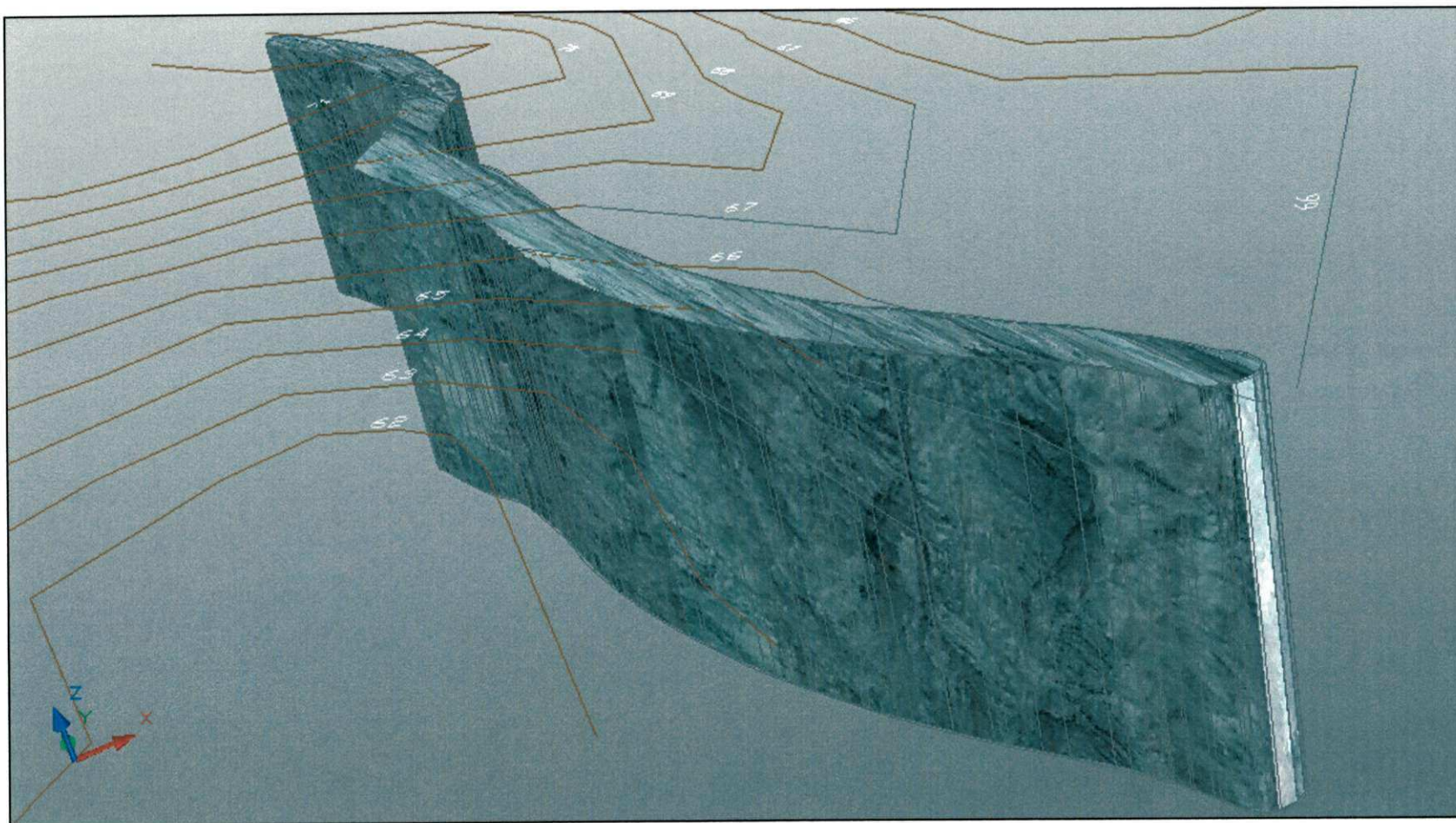


Figura 42 – Corpo de pegmatito com sua superfície suavizada e consistente com a topografia

Fonte: Araújo, 2008

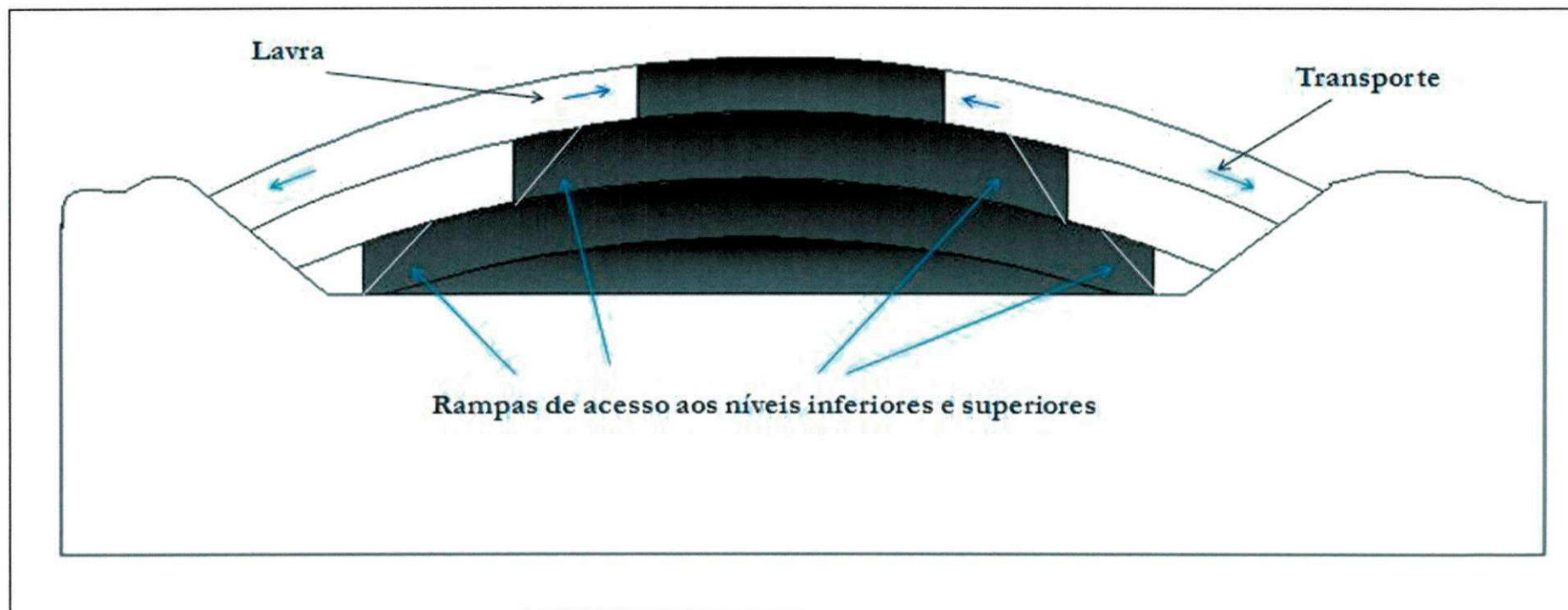


Figura 43 – Seqüência da lavra e transporte

6.4.4.1.3. Reserva para lavra a céu aberto

Segundo o mapa geológico desenvolvido por pesquisadores da UFRN (Figura 31), o Alto do tem um comprimento de aproximadamente 360 metros, sendo que sua largura pode chegar a quase 12 metros em algumas partes do corpo, assim, caso a lavra a céu aberto seja desenvolvida por o todo corpo, admitindo que uma largura de 10 metros, a produção por cada avanço com 3 metros de profundidade apresentará o seguinte volume:

Reserva para primeira etapa com as seguintes características:

- Comprimento: 360 metros

- Largura: 10 metros

- Profundidade: 3 metros

Reserva: $360 \cdot 10 \cdot 3 = 10.800 \text{ m}^3$

Em caso de remoção de 3 bancadas de 3 metros de profundidade, o volume total lavrável será de 32.400 m^3 .

6.4.4.2. Lavra Subterrânea

Este método de Lavra Subterrânea foi desenvolvido por Lima (2002) para o Pegmatito de Capoeira, como as características do Pegmatito de Capoeira são bem parecidos com o Pegmatito de Alto do Daniel em Jardim do Seridó, foram feitas algumas pequenas mudanças e adaptado para o pegmatito de Jardim do Seridó.

6.4.4.2.1. Desenvolvimento

O desenvolvimento consiste basicamente na realização de duas galerias paralelas com seções de 3,0m x 2,5m, separadas por um pilar 4,0m (Figura 44). Estas galerias serão abertas ao longo de todo o corpo, deixando um pilar entre elas.

Este tipo de lavra é favorecido por razões econômicas, visto que, a medida a lavra avança, já é coletado o minério, proporcionando rendimento imediato.

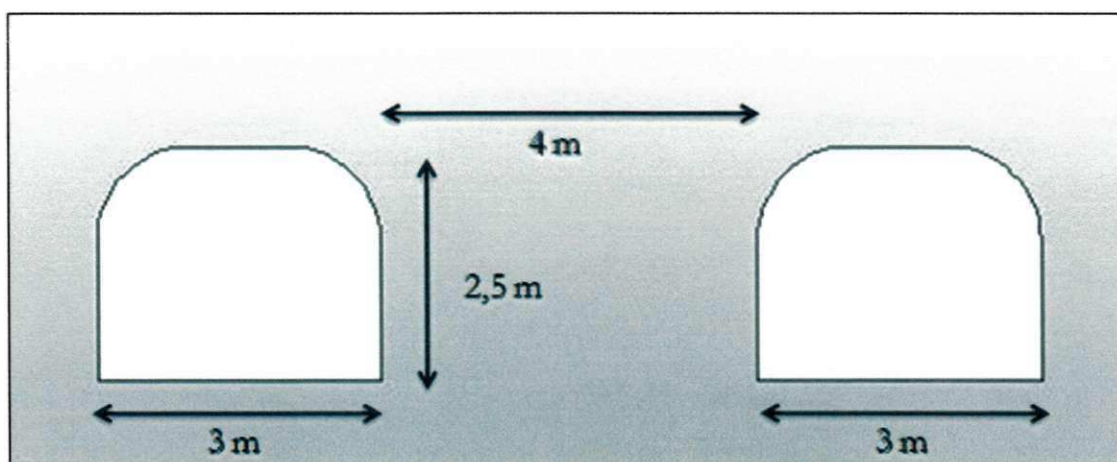


Figura 44 – Frente da Lavra Subterrânea mostrando a disposição das galerias.

O pilar de coroamento será em torno de 4,5 a 6,5 metros de espessura, separando a escavação da cava deixada pela lavra a céu aberto proporcionando uma lavra subterrânea segura.

6.4.4.2.1.1 Seqüência do desenvolvimento:

O acesso a mina se dá através de um plano inclinado.

O espaço entre as galerias é de 4 metros.

O acesso do transporte é feito diretamente pela rampa principal.

Os trabalhos de lavra progredem nas duas extremidades para o centro do corpo, caracterizando um sistema de lavra em avanço, favorecido por questões econômicas.

As galerias deverão ser desenvolvidas abaixo do pilar de coroamento, seguirão em nível por cerca de 8 m proporcionando um emboque de forma segura no maciço. Em seguida, a galeria terá avanço ascendente, mantendo-se a espessura do pilar de coroamento aproximadamente constante (LIMA, 2002)

Para perfuração e o desmonte é sugerido o plano de fogo pré-determinado, que seja realizado cavilhamento sistemático, tendo em vista que o teto da galeria será permanente durante toda a etapa de lavra subterrânea. Recomenda-se o uso de cavilhas formadas por vergalhões de aço com 2 metros de comprimento ancorado na rocha com gorda de cimento.

O carregamento será feito manualmente, já que a galeria é desenvolvida toda dentro da zona de produção.

O transporte deverá ser realizado por caminhões basculantes com capacidade de 8 a 10 toneladas.

Deverão ser abertas chaminés, partindo da galeria subterrânea em locais pré-determinados (de 100 em 100 metros), que servirão para ventilação dos trabalhos subterrâneos. Da mesma forma, deverão ser abertas travessas de comunicação entre as duas galerias visando aumentar a ventilação.

6.4.4.2.1.2. Seqüencia da Lavra

A progressão da lavra será ascendente e em avanço, ou seja, das extremidades para o centro. À medida que seja concluída uma fatia, uma nova será feita abaixo e assim sucessivamente até concluir a lavra, deixando entre elas um pilar de coroamento de 4,5 a 6,5 metros.

A lavra terá um avanço de 2 metros por detonação, sendo que a cada detonação, é necessário avaliar o que está efetivamente minerado para que seja feita a correções necessárias para uma melhor produção.

O ciclo operacional da lavra:

- Perfuração;
- Carregamento;
- Transporte;

6.4.4.2.1.3. Vantagens do método:

- Método conceitualmente simples;
- Custos relativamente baixos, visto que, não precisando de grandes investimentos;
- Bom sistema de ventilação, visto que, são feitas travessas entre as galerias e criado chaminés a cada 100 metros;
- As frentes de lavra podem ser trabalhadas de forma simultânea;
- Como o minério e de baixo valor econômico, justifica o abandono do pilar;
- Poucos níveis de desenvolvimento;
- Como os vão são pequenos, praticamente não tem diluição pelas encaixantes;
- Investimentos pequenos com equipamentos;
- Versátil para condições de teto;
- Boa seletividade;
- Centralização da produção;

6.4.4.2.1.4. Desvantagens do método:

- Como o método se dá em avanço e os vãos ficarão abertos por um período longo, torna-se um pouco inseguro, caso não seja seguidas as normas de segurança, como: colocação de cavilhas, visto que, isso comprometeria a estrutura das galerias.

- Produtividade relativamente pequena;

- Necessita de cavilhamento para uma melhor segurança do pessoal envolvido no processo de produção.

- Como não é possível recuperar os pilares por motivos de segurança, o método tem baixa recuperação.

- As figuras 47, 48, 49 e 50, mostram as galerias desde o seu planejamento até a aplicação de cavilhas.

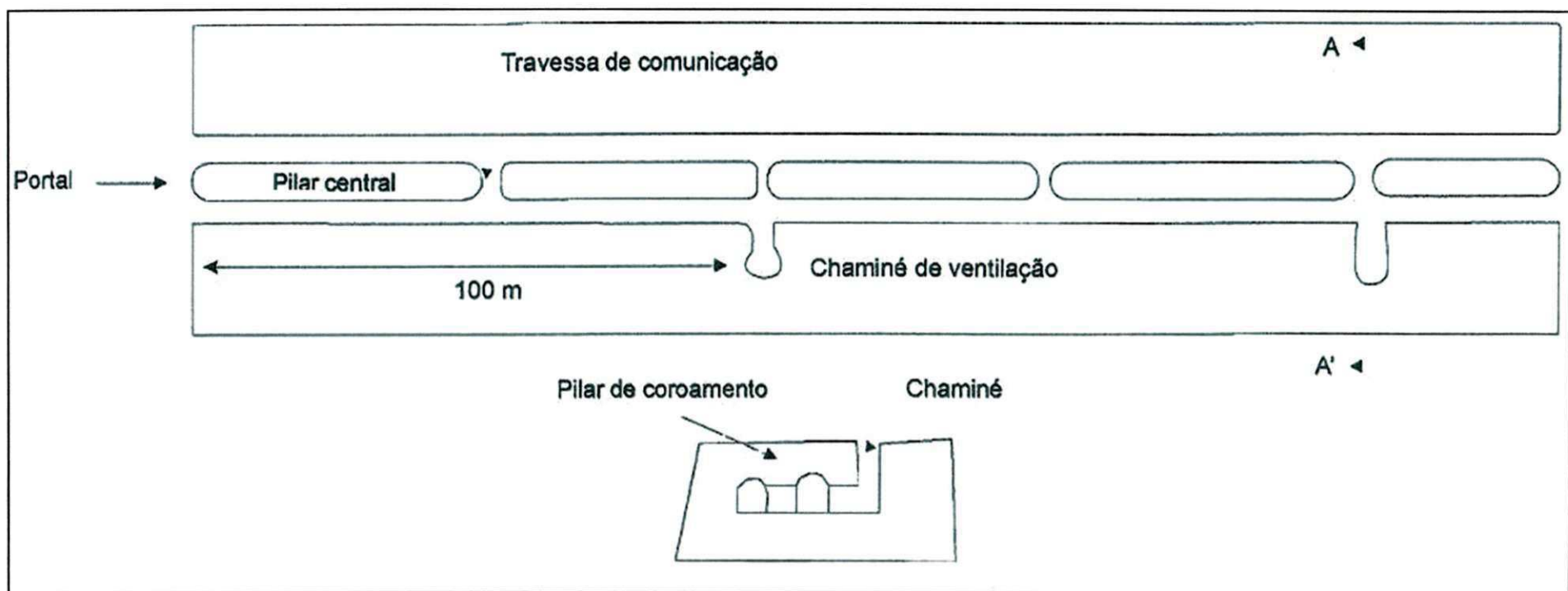


Figura 45 – Detalhe do desenvolvimento ao nível da primeira fatia

Fonte: Lima, 2002

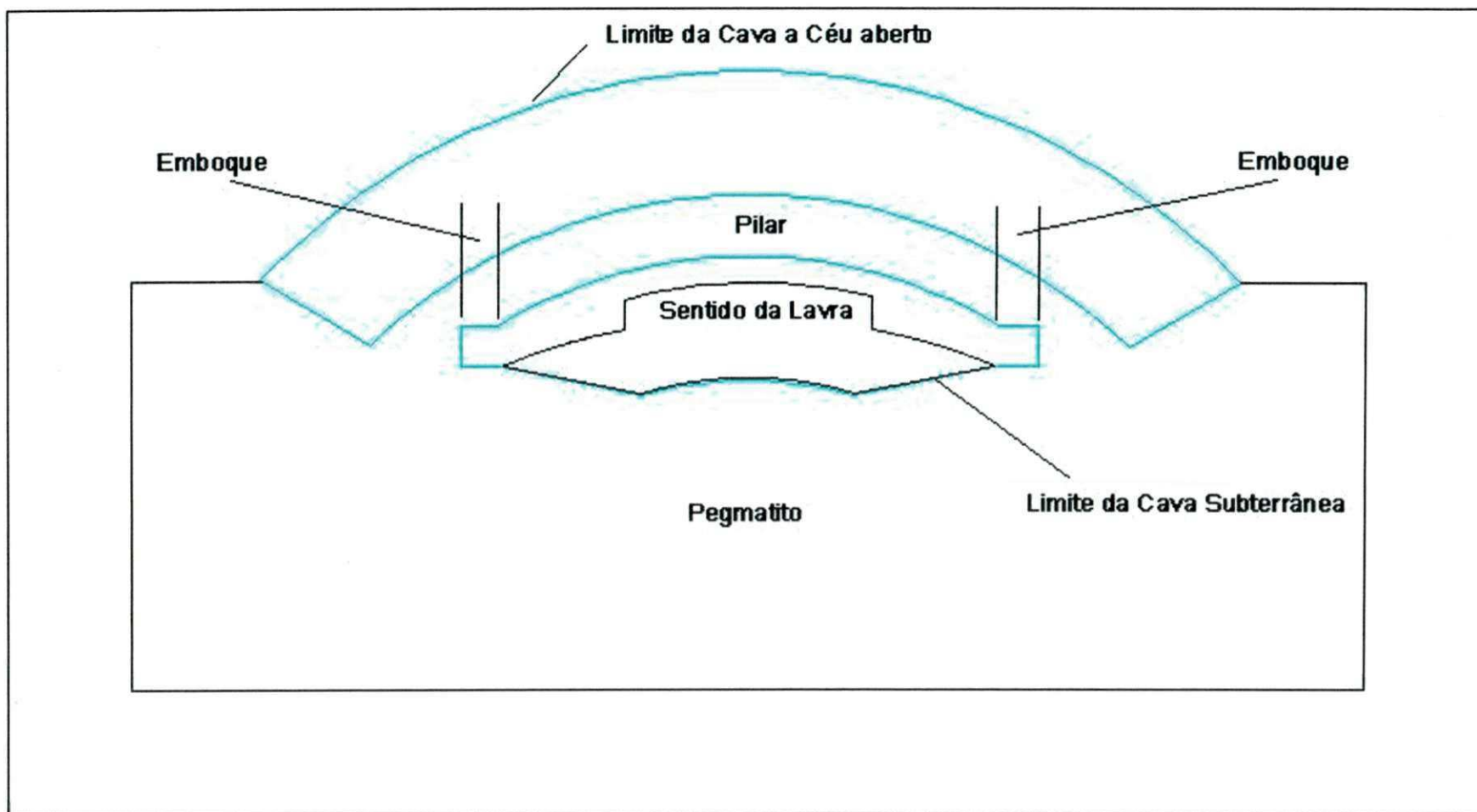


Figura 46 – Perfil longitudinal esquemático com seqüência da lava subterrânea (modificado)

Fonte: Lima, 2002

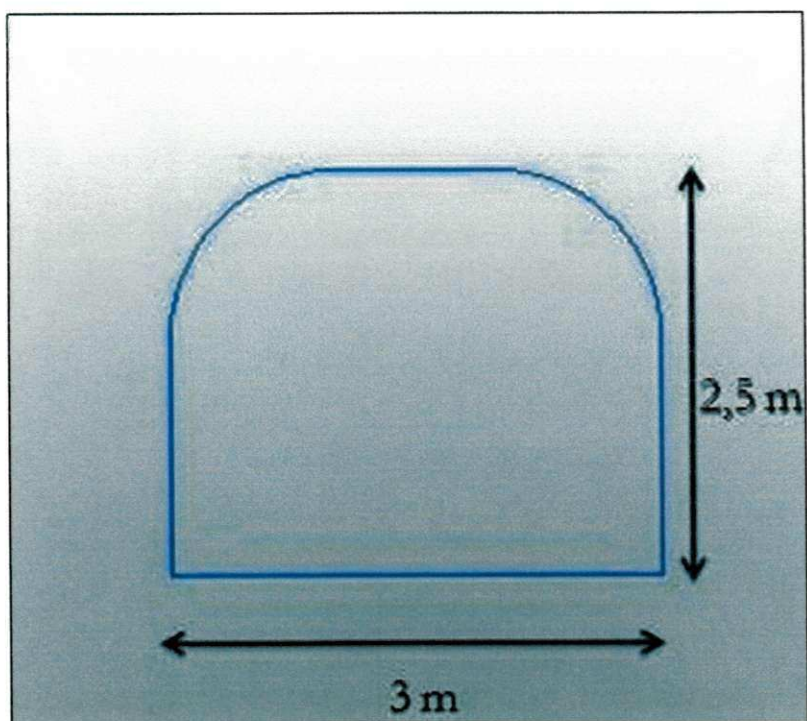


Figura 47 – Seção não escavada

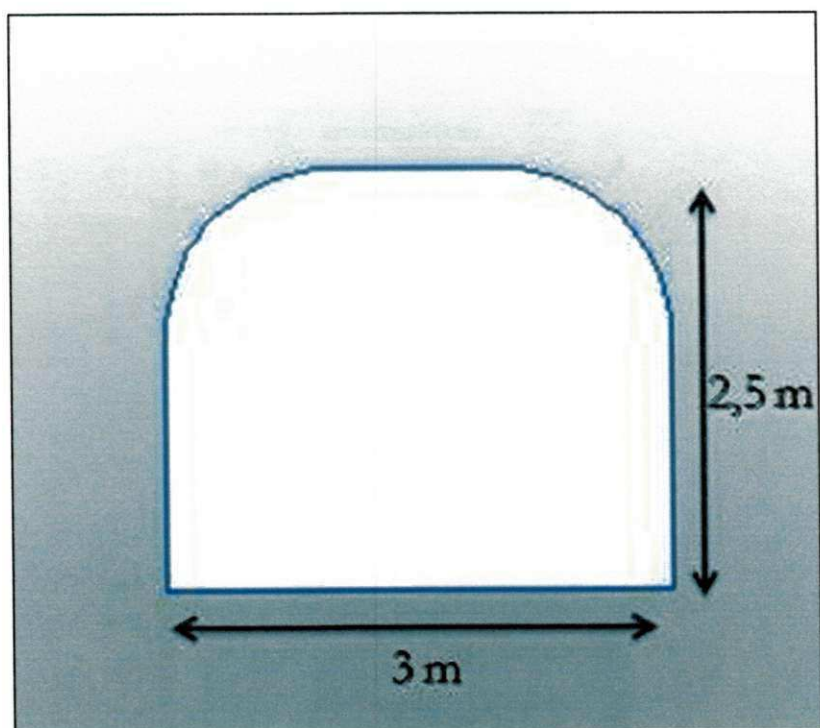


Figura 48 – Seção escavada

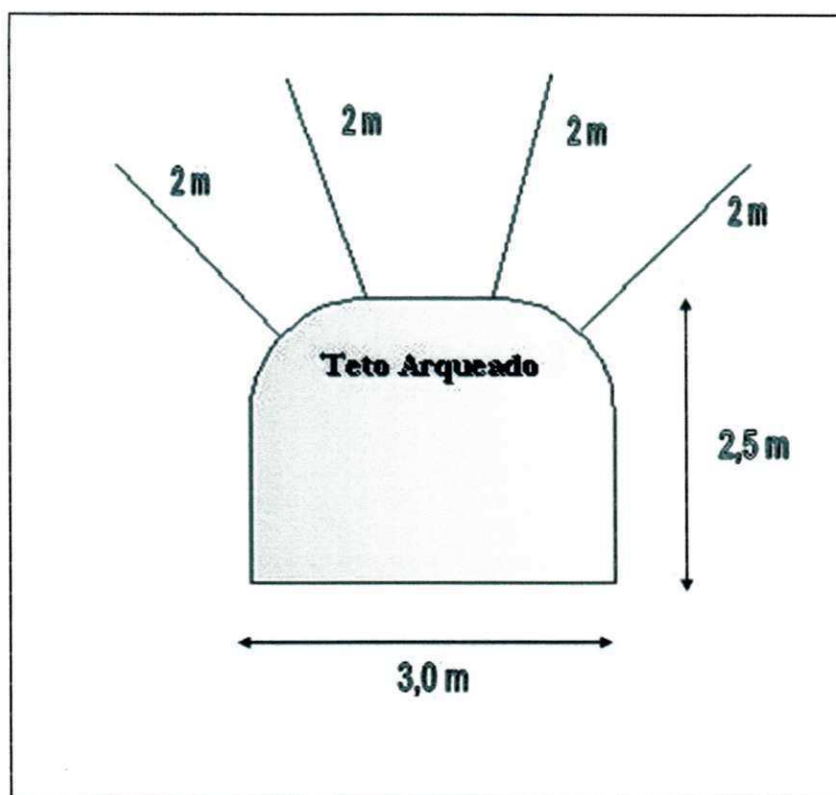


Figura 49 – Seção da galeria arqueada

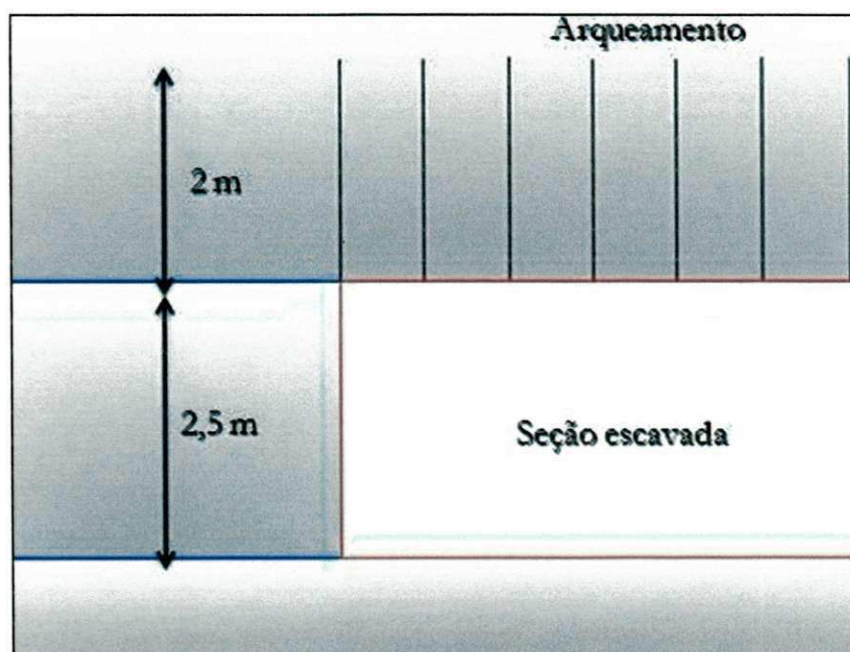


Figura 50 – Seção longitudinal arqueada

7. CONCLUSÕES

O presente trabalho mostrou as atividades desenvolvidas na Província Pegmatítica da Borborema. Tal empreendimento foi financiado pela CAPES em conjunto com UFCG, em virtude do grave problema social dessa região, surgido em consequência da longa estiagem.

Foi possível fazer uma análise sobre alguns aspectos importantes da região, onde se encontra a área em estudo, tais como geologia local, geomorfologia, clima, pedologia, meio biológico e meio sócio-econômico e, especialmente, a geologia regional, na qual ficou constatado que os pegmatitos podem ser classificados de três formas distintas: homogêneos, que não têm valor econômico; heterogêneos, com valor econômico; e mistos.

Em relação à segurança, constatou-se que as condições de trabalho são precárias. A maioria dos garimpeiros não utiliza os equipamentos necessários à sua atividade, tais como capacetes, luvas, óculos, etc. A falta de informação, aliada às condições de trabalho e à indisponibilidade de recursos, são fatores preocupantes nos garimpos, o que dificulta a melhoria das condições desejáveis para a realização das atividades.

O sistema de ventilação existente no local ocorre de forma natural, visto que não é utilizada nenhuma ventilação artificial, inclusive nas banquetas subterrâneas.

Foram detectados alguns impactos ambientais negativos, como mobilização de terra e devastação da fauna e da flora, evidenciando-se a necessidade de um planejamento adequado e sustentável, visando conciliar a extração com a preservação do meio ambiente.

Outra informação relevante diz respeito ao aspecto legal que na sua grande maioria não possuem Licenciamento Ambiental, nem Plano de Controle Ambiental, dificultando o prosseguimento das atividades em alguns locais.

Com o auxílio do Sistema de Barton, foram analisadas as estabilidades dos maciços pegmatíticos da região estudada, procurando-se determinar uma margem de segurança para a realização das atividades de garimpagem, determinando-se um vão seguro, de acordo com os parâmetros encontrados

em cada localidade. Além disso, foram demonstrados todos os processos realizados pelos garimpeiros, desde a lavra até o transporte.

Foi proposto um método de lavra a céu aberto onde se consegue bons resultados em bancadas de 3 m, pois evita os desvios durante a fase perfuração, visto que, na maioria dos casos, a perfuração se dá com marteleiros manuais, provocando grandes desvios quando usados em bancadas altas.

No plano de lavra a céu aberto, obteve-se um volume de 32.400 m³ para um avanço de 9 metros de altura (sendo 3 bancadas de 3 metros cada), com 10 metros largura e 360 m de comprimento.

Para a lavra subterrânea é indicado que seja realizada a lavra integral, porém, que sejam feitos ajustes nas galerias à medida que a lavra avance, pois o custo de produção subterrânea pode inviabilizar a lavra, devido aos baixos custos dos minérios explorados.

Na aplicação da lavra subterrânea é necessário o acompanhamento de pessoas especializadas durante todo o processo de produção, garantindo assim segurança durante os trabalhos.

Foram mostradas algumas vantagens e desvantagens na aplicação do método de lavra subterrânea desenvolvido, no entanto, são sugeridos estudos mais detalhados na aplicação deste método.

Em virtude da importância dos minerais pegmatíticos extraídos na província pegmatítica para a economia da região, são recomendáveis estudos mais aprofundados a respeito do tema, a fim de que sejam desenvolvidas técnicas de extração para melhorar a produção local.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, C. E. S; LIMA, A. A. Métodos de Lavra para Pegmatitos da Província Borborema/Seridó, 2008.

AZAMBUJA, J.C. Perfil analítico do quartzo róseo, Rio de Janeiro, 1974. 13 p. (Boletim nº 34).

BARTON, N., LIEN, R. & LUNDE, J. Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. Rock Mechanics, 1974. pp. 183-236.

BARTON, N. "Previsão do comportamento de aberturas subterrâneas em Maciços rochosos". Lição Manuel Rocha. Sociedade Portuguesa de Geotecnia. Revista Geotecnia, Nº 53, 1988. pp. 3-48.

BARTON, N. "The influence of Joint Properties in modeling Jointed Rock Masses". 8th ISRM Congress, Tokyo, September, 1996. pp 25-29

BIENIAWSKI, Z. T. Engineering Rock Mass Classification. John Wiley & Sons. Estados Unidos, 1989.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Sumário Mineral. DNPM. Brasília, 2001 e 2008.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Anuário Mineral. DNPM. Brasília, 2001 e 2008.

BRASIL, Departamento Nacional de Produção Mineral. SIGMINE. DNPM. Brasil, 2008.

BRITO NEVES, B. B. Regionalização Geotectônica do Pré-Cambriano Nordeste. São Paulo, USP, 1975. 198 p. Tese de doutorado.

BRITO NEVES, B. B. O Ciclo Brasileiro no Nordeste. Simpósio de Geologia do Nordeste. Recife, 1981.

BRITO, L. G. S. Introdução a Lavra Subterrânea, 1992.

BRITO, J. S.; LIMA, A. A.; PEREIRA, E. B.; COSTA, J. C. A.; PONTES, J. C.; ANDRADE, A. L. Diagnóstico sobre a produção de bens minerais na província pegmatítica da Borborema Seridó – RN/PB, 2007. (Relatório de pesquisa).

BRITO, J. S.; LIMA, A. A.; PEREIRA, E. B.; COSTA, J. C. A.; PONTES, J. C.; ANDRADE, A. L. Diagnóstico preliminar sobre a produção de bens minerais em pegmatitos no município de Pedra Lavrada – PB, 2006. (Relatório de pesquisa).

COELHO, J. M. Impactos da Reestruturação do Setor de Feldspato no Brasil sobre as Empresas de Pequeno Porte: Importância de uma Nova Abordagem na Análise de Investimentos. Tese de Doutorado. Campinas-SP, 2001.

CRANDALL, R. Geografia e Suprimento D'água. Transporte e Açudagem nos Estados Orientais do Nordeste do Brasil: Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará. Rio de Janeiro, 1910.

CRANDALL, R. & WILLIAMS, H. Mapa Geológico dos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba; Escala 1:3.000.000. Rio de Janeiro, 1910.

DANA, J. R. Manual de Mineralogia. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro, 1981.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAIBA. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO. UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA. Atlas geográfico do Estado da Paraíba. João Pessoa, Grafset, 1985.

JARDIM DE SA, E.F. Revisão Preliminar sobre a “Baixa Dobrada do Seridó” e Eventuais Correlatos no Nordeste. Revista da UFRN, Natal, 1978.

JONHSTON JR, W.D. Os pegmatitos berilo-tantalíferos da Paraíba e Rio Grande do Norte, no Nordeste do Brasil, Rio de Janeiro, DNPM, 1945. 85 p. (Boletim 72).

MARQUES, R.S; BRAGA, L.E; GRACIANO, M.M. Curso de Tecnologia Avançada de Desmonte de Rochas com Aplicações de Explosivos. Centro de Ciência e Tecnologia – CCT, 1997

MARANHÃO, R. J. L. Introdução a Pesquisa Mineral. BNB, ETENE. Fortaleza, 1982.

MEDEIROS LIMA et. alii. Projeto Scheelita do Seridó: Relatório Final. Recife, DNPM/CPRM, 1980.

LIMA, M.P., RAMOS NETO, J.L., LIMA, A.A., GOPINATH, T.R., SOUSA, A.P. Método de Lavra Integral em Pegmatitos da Província da Borborema, In: I Semana Ibero Americana de Engenharia de Minas, E PUSP/USP, São Paulo, 2004. pp. 203-210.

LIMA, A. A. Estudos de Otimização das Operações Unitárias, Adequação de Métodos e Planejamento de Lavra de Pegmatitos. UFPB. Departamento de Mineração e Geologia. Campina Grande-PB, 1985.

LIMA, M.P. Aspecto da Lavra de Feldspato em Pegmatitos da Província da Borborema, 2002.

LUZ, A., LINS, F.A.F. Rochas e Minerais Industriais, CETEM – MCT, Rio de Janeiro, 2005. pp. 413-429.

MOORE, J.E. Lavra de Pegmatitos Tantalíferos e Gluníferos no Nordeste do Brasil, Rio de Janeiro, DNPM – DFPM, 1945. 51 p. (Boletim 71).

MORAIS, L. J. Serras e Montanhas do Nordeste. Rio de Janeiro. IFOCS, 1924.

PEREIRA, J. P. "Túneis em maciços rochosos e terrosos - métodos de escavação e materiais utilizados no suporte primário". Seminário de Túneis Rodoviários. IST, Lisboa, 1994. pp. 97-107.

RODRIGUES DA SILVA, M.R. e Dantas, J.R.A. A Província Pegmatítica da Borborema – Seridó nos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, In: Principais Depósitos Minerais do Nordeste Oriental, Série Geologia Econômica N° 4, Departamento Nacional da Produção Mineral, Brasília, 1984, pp. 235-303.

RODRIGUES, J.L. Atlas Escolar da Paraíba, 2002.

ROLFF, P.A.M.A. Contribuição ao Estudo da Cassiterita no Nordeste, DNPM – DFPM, 1945. 27 p. (Avulso n. 64).

ROLFF, P.A.M.A. Minerais dos Pegmatitos da Borborema. Rio de Janeiro, DNPM-DFPM, 1946.

SCORZA, E. P. Província Pegmatítica da Borborema. Rio de Janeiro, DNPM-DGM, 1944, 57 p. (Boletim 112).

SOPPER, R. H. Geologia e Suprimentos D'água Subterrânea do Rio Grande do Norte e Paraíba. 2° ed., Rio de Janeiro, IFOCS, 1913.

ANEXO 1

CRONOGRAMAS DE VISITAS AOS PEGMATITOS

CRONOGRAMA DE VISITAS EM 2006

Cidades	Mês	Jan. 2006	Fev. 2006	Mar. 2006	Abr. 2006	Mai. 2006	Jun. 2006	Jul. 2006	Ago. 2006	Set. 2006	Out. 2006	Nov. 2006	Dez. 2006
Lajes Pintada												20	
Currais Novos								6				21	
Acari								8				22	
Parelhas								7				22 e 23	
Ouro Branco												24	18,19 e 20
Jardim do Seridó													
Vázea													21 e 22
Pedra Lavrada			13, 14 e 15	20,21 e 22	17,18 e 20								
Junco do Seridó						18,19 e 20							
Assunção						22 e 23							
Equador						23 e 30							
Salgadinho						31							
Frei Martinho									31	1 e 2			
Picuí								21,22 e 23					

CRONOGRAMA DE VISITAS EM 2007

Cidades	Mês	Jan. 2007	Fev. 2007	Mar. 2007	Abr. 2007	Mai. 2007	Jun. 2007	Jul. 2007	Ago. 2007	Set. 2007	Out. 2007	Nov. 2007	Dez. 2007
Lajes Pintada				26		21			20	17	15	19	
Currais Novos				27		22			21	18	16	20	
Acari				28		23			22	19	17	21	
Parelhas				29		23 e 24		12	22 e 23	19 e 20	17 e 18	21 e 22	
Ouro Branco				30		25			24	21	19	23	
Jardim do Seridó								13					
Vázea													
Pedra Lavrada								5					
Junco do Seridó								5					
Assunção								6					
Equador													
Salgadinho													
Frei Martinho													
Picuí													

ANEXO 2

**FOTOS COM ASPECTOS RELEVANTES DA EXPLORAÇÃO ECONÔMICA
DE PEGMATITOS DA PROVÍNCIA PEGMATÍTICA DA
BORBOREMA–SERIDÓ - RN / PB**

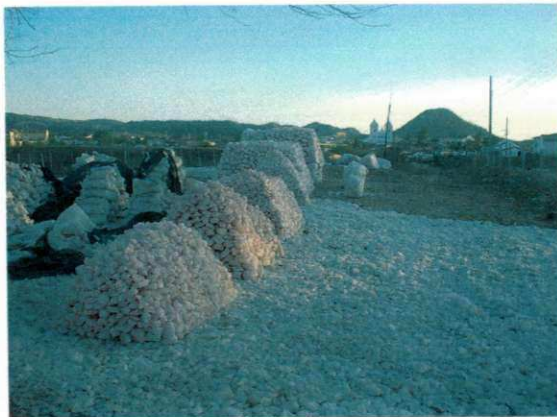
Pedra Lavrada



Luzarte Estrela Ltda., britagem primária e pilha de feldspato moído.



Seridó Mineração Ltda., mica moída ensacada e correia para limpeza manual.



Alto Feio, vista panorâmica da área de lavra e pilhas do minério quartzo róseo.



Alto do Sino, vista panorâmica com empilhamento de rejeito e estoque de albita.



Alto Tanquinho, guincho e estoque de feldspato.



Alto Malhada da Bezerra, produção de granito gráfico (prego) e abertura de banqueta.



Alto da Pendanga, produção de tantalita e área de produção.



Alto do Patrimônio, pilha de rejeito e estoque e quartzo leitoso



Alto Serra Branca, cristal de berilo e sistema de transporte através de sarrilho.



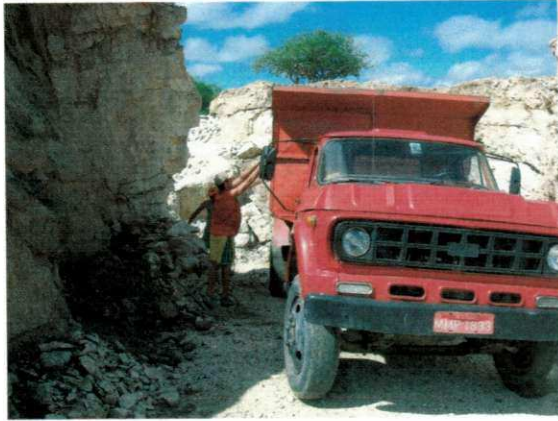
Alto Chico Porto, operador de guincho mecânico e perfuração pneumática.



Alto da Situação, abertura de banqueta e compressor utilizado na perfuração de rocha.



Alto de Manoel Paulo, retirada e transporte da produção.



Alto da Coroa-1, carregamento da produção e atividades na banqueta.



Alto da Coroa-2, sistema de transporte e área de produção.



Alto Negro Lau, evidência de deslizamento e rocha encaixante do pegmatito.



Alto Dois Irmãos, atividades superficiais e alojamento de garimpeiros.

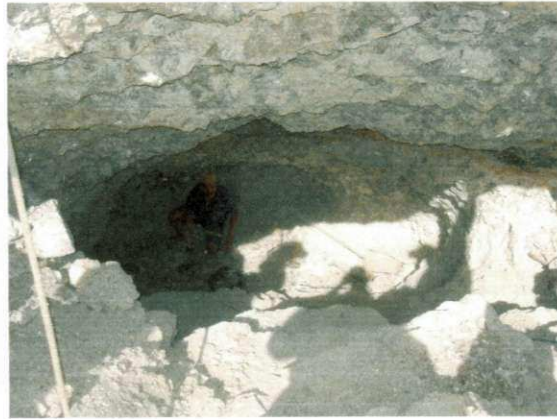


Alto do Bernardo, seleção manual e transporte da banqueta para área de estoque.

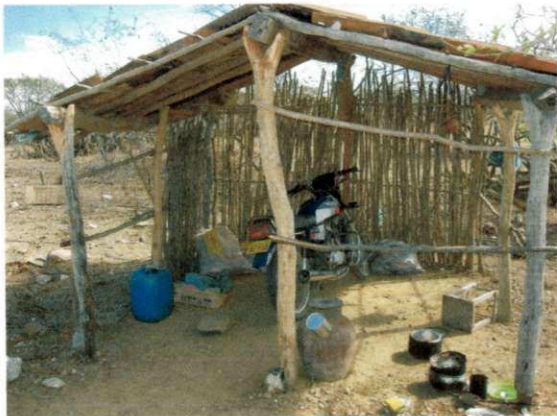


Alto do Edvaldo, transporte na banqueta e carregamento da produção

Frei Martinho



Alto da Quixaba, produção de mica e vista da banqueta

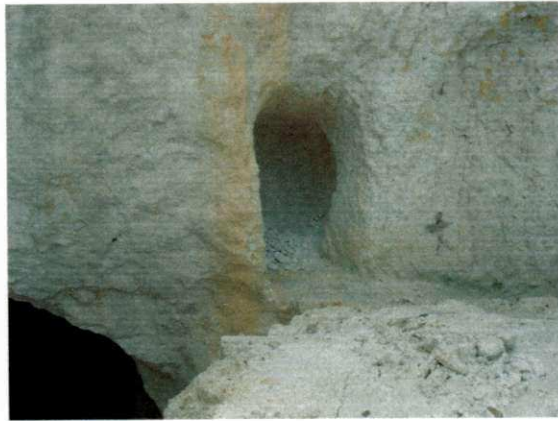


Alto do Titico, condições de alojamento e rejeitos de mica

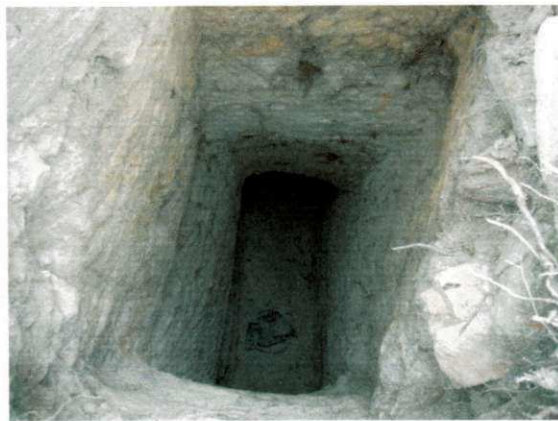


Alto do Caulim, banqueta em atividade e produção de micas em placas.

Assunção



Extracção de Caulim na localidade de Olho D'água, banqueta I e II cava e galeria.



Localidade de Olho D'água, vista panorâmica da banqueta e do shaft.

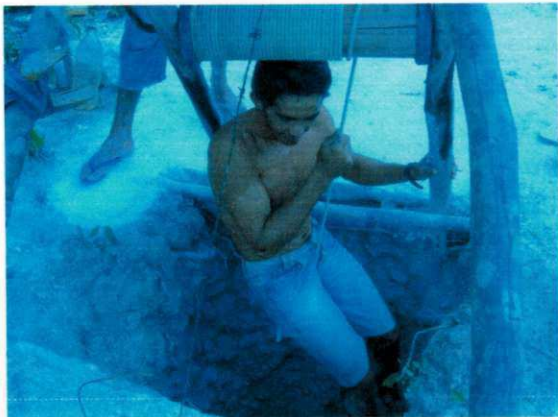


Localidade de Cajazeiras, depósito de estéril e o decantador.

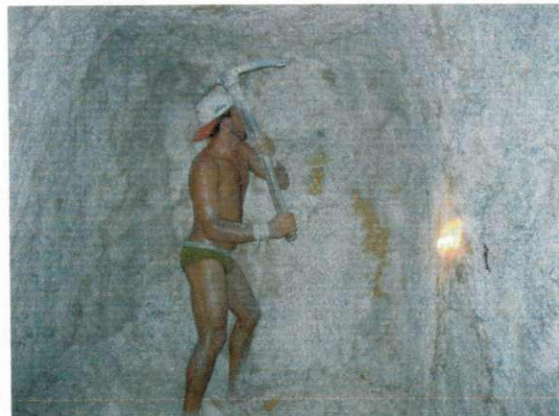
Junco do Seridó



Localidade da Carneira, vista da banqueta I e sistema de retirada do Caulim



Localidade da Carneira, sistema de acesso ao interior da banqueta



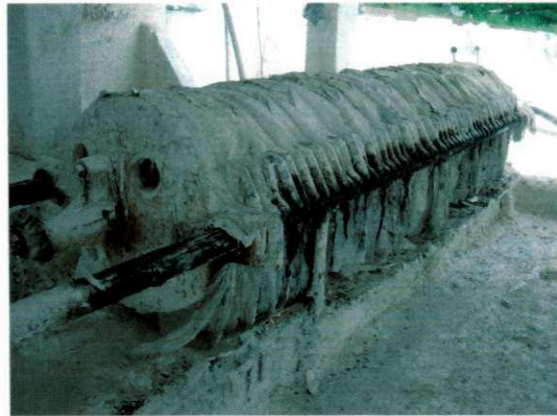
Localidade da Carneira, vista do interior da banqueta e processo de extração do Caulim



Localidade da Carneira, estrutura interna da banqueta e rocha encaixante do Caulim



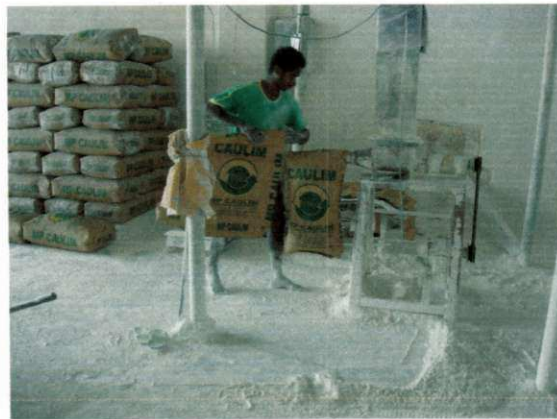
Beneficiamento do Caulim na fase de desagregação e separação por telas.



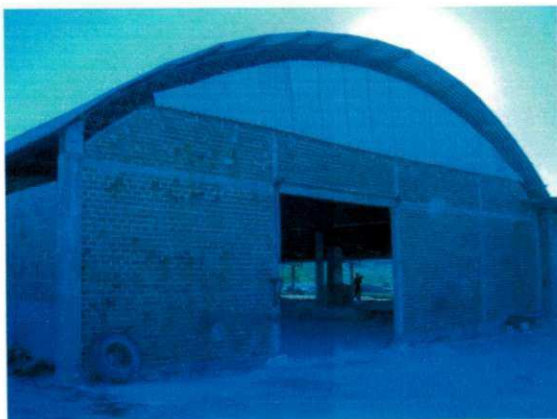
Beneficiamento do Caulim na fase de decantação e prensagem



Beneficiamento do Caulim na forma de torta prensada e secagem ao sol



Beneficiamento do Caulim na fase de secagem ao forno e embalagem.



Galpão de beneficiamento de Caulim da Pignor e formato das pilhas de rejeitos.

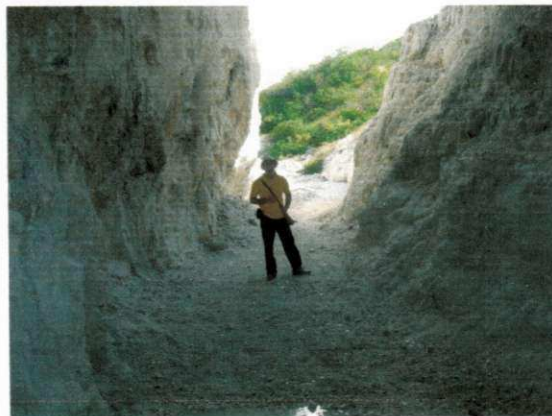
Parelhas



Alto do Combe, sistema de transporte da banqueta e estoque de feldspato

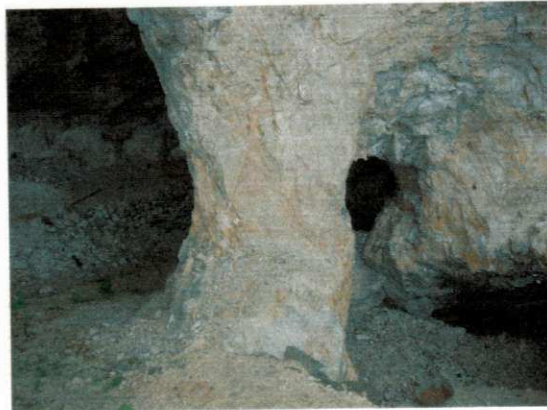


Alto da Malhada Vermelha, vista externa da banqueta e da pilha de rejeito.



Alto do Trigueiro, acesso a banqueta e vista interna.

Currais Novos



Alto da Ubadeira, vista externa e sistema de escoramento



Alto da Ubadeira, acesso e cristais de berilo, feldspato e quartzo no teto da galeria



Casas de apoio em Ubadeira e sede da futura usina de beneficiamento de minério na localidade da Cruz – UNIMINA.

ANEXO 2

**FORMULÁRIO PARA COLETA DE DADOS NO CAMPO DESENVOLVIDO
PELO PROF.DR. AARÃO DE ANDRADE LIMA**

Data: ___/___/___

Responsáveis pela Coleta:

Instrumentos Usados:

GPS: GarminMap76S _____

Datum SAD69 _____

Bússola: Brunton ref: 5006 ref: 5008

Declinação magnética _____

Câmara Digital: Pentax Coolpix 5600

1. DADOS GERAIS DA ÁREA

Município _____

Localidade _____

Situação legal Alvará de lavra Alvará de pesquisa

Licenciamento Garimpagem

Titular da lavra _____

Proprietário da operação _____

Proprietário do solo _____

Responsável Técnico (engenheiro, geólogo, técnico) _____

Atividades da mina / planta Em atividade

Início das atividades ___/___/___

Paralisada
paralisação ___/___/___

Início da _____

Coordenadas UTM das áreas em operação (usar o datum SAD69)

Ponto central Número no GPS _____ N _____ E

Altitude _____

Contorno 1: Número no GPS _____ N

_____ E _____ Altitude _____

Contorno 2: Número no GPS _____ N

_____ E _____ Altitude _____

Contorno 3: Número no GPS _____ N

_____ E _____ Altitude _____

Contorno 4: Número no GPS _____ N

_____ E _____ Altitude _____

Contorno 5: Número no GPS _____ N

_____ E _____ Altitude _____

Contorno 6: Número no GPS _____ N

_____ E _____ Altitude _____

Contorno 7: Número no GPS _____ N

_____ E _____ Altitude _____

Contorno 8: Número no GPS _____ N
_____ E _____ Altitude _____
Contorno 10: Número no GPS _____ N _____ E
_____ Altitude _____
Contorno 11: Número no GPS _____ N _____ E
_____ Altitude _____
Contorno 12: Número no GPS _____ N _____ E
_____ Altitude _____
Croqui das áreas em operação

2. ASPECTOS FISIOGRAFICOS

Tipo de relevo

Topografia na área da jazida

Encosta Topo de serra Vale Chapada

Tipo de vegetação

Rede hidrográfica

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Tipo de pegmatito

Heterogêneo Homogêneo Misto

Forma do corpo

Veio Camada Lente

Massivo

Outro _____

Dimensões
provada (m) _____

Espessura (m) _____

Comprimento (m) _____ Profundidade

Atitude geral do corpo _____ / _____

_____ / _____

Falhas (número de famílias) _____

Juntas (número de famílias) _____

Granulometria e textura do pegmatito (grossa, média, fina, mm)

Encaixantes

Gnaisse

Xisto

Quartzito

Atitudes da foliação _____ / _____

_____ / _____

_____ / _____

Diagrama do corpo

4. DADOS BÁSICOS DA MINA

Lavra a céu aberto

Lavra subterrânea

Ambas

Vias de acesso (descrever)

Condições de acesso (citar meses do ano transitável)

Infra-Estrutura

Energia elétrica

Monofásica

Trifásica

Potência (KVA)

Grupos-geradores

Instalações para suprimento de água

Edificações

Escritório (m²) _____

Oficina (m²) _____

Usina (m²) _____

Garagem (m²) _____

Almoxarifado (m²) _____

Alojamento (m²) _____

Refeitório (m²) _____

Paiol (m²) _____

Outras

edificações _____

Observações

5. OPERAÇÕES DE PERFURAÇÃO E DESMONTE

Compressores

Marca _____ Modelo _____ Estado*

Marca _____ Modelo _____ Estado

Marca _____ Modelo _____ Estado

Marteletes

Marca _____ Modelo _____ Quantidade _____

Estado* _____

Marca _____ Modelo _____ Quantidade _____ Estado _____

Marca _____ Modelo _____ Quantidade _____ Estado _____

Proprietário dos equipamentos _____

*Especificar: quantidade de horas (quando semi-novo), meia vida, ou depreciado.

Tipos de explosivos

Tipos de acessórios

Forma de aquisição e fornecedores dos explosivos e acessórios

Planos de fogo céu aberto

Fogo para decapeamento

Fogo de produção

Altura das bancadas (m) _____ Diâmetro de furação (cm, pol.) _____
Afastamento (m) _____ Espaçamento (m) _____ Profundidade (m) _____
Sub-furação (m) _____ Tamponamento (m) _____
Volume de rocha por fogo (m³) _____ Razão de carga (g/m³) _____

Fogo para decapeamento

Fogo de produção

Altura das bancadas (m) _____ Diâmetro de furação (cm, pol.) _____
Afastamento (m) _____ Espaçamento (m) _____ Profundidade (m) _____
Sub-furação (m) _____ Tamponamento (m) _____
Volume de rocha por fogo (m³) _____ Razão de carga (g/m³) _____

Planos de fogo subterrâneo

Fogo de desenvolvimento

Fogo de produção

Desenvolvimento e produção

Dimensões da face (largura, altura) _____ Avanço perfurado (m) _____
Avanço arrancado (m) _____
Diâmetro dos furos (cm, pol.) _____ Número de furos no pilão (carga e alívio) _____
Número de furos de alargamento _____ Número de furos de contorno _____
Volume de rocha por fogo (m³) _____ Razão de carga (g/m³) _____

Fogo de desenvolvimento

Fogo de produção

Desenvolvimento e produção

Dimensões da face (largura, altura) _____ Avanço perfurado (m) _____
Avanço arrancado (m) _____
Diâmetro dos furos (cm, pol.) _____ Número de furos no pilão (carga e alívio) _____
Número de furos de alargamento _____ Número de furos de contorno _____
Volume de rocha por fogo (m³) _____ Razão de carga (g/m³) _____

Croqui do plano de fogo

6. OPERAÇÕES DE CARREGAMENTO E TRANSPORTE

Lavra a céu aberto

Equipamentos de raspagem / escarificação

Marca _____ Modelo _____ Capacidade _____ Estado*

Marca _____ Modelo _____ Capacidade _____
Estado _____

Equipamentos de carregamento

Marca _____ Modelo _____ Capacidade _____ Estado

Marca _____ Modelo _____ Capacidade _____
Estado _____
Marca _____ Modelo _____ Capacidade _____ Estado

Proprietário dos equipamentos _____

*Especificar: quantidade de horas (quando semi-novo), meia vida, ou depreciado.

Caminhões

Marca _____ Modelo _____ Capacidade _____ Estado*

Marca _____ Modelo _____ Capacidade _____
Estado _____
Marca _____ Modelo _____ Capacidade _____ Estado

Proprietário dos equipamentos _____

Transporte minério bruto (ROM) (t/dia, t/mês) _____

Transporte estéril (t/dia, t/mês) _____

Lavra subterrânea

Equipamentos de carregamento no subsolo

Marca _____ Modelo _____ Capacidade _____ Estado*

Marca _____ Modelo _____ Capacidade _____ Estado

Equipamentos de transporte no subsolo

Marca _____ Modelo _____ Capacidade _____ Estado*

Marca _____ Modelo _____ Capacidade _____ Estado

Transporte vertical

Seção do poço _____ Profundidade (m) _____

Capacidade do skip (t) _____

Tipo de guincho (motor, mecânica, torre)

Seção do inclinado _____ Comprimento (m) _____ Grade (%) _____

Capacidade do skip (t) _____

Tipo de guincho (motor, mecânica, torre)

Esquema de Manuseio de Materiais

(desagregação, carregamento, transporte, pilha, silo, bica, *orepass*, correia)

7. ESTABILIDADE DAS ESCAVAÇÕES

Taludes

Altura (M) _____ Inclinação (% , °) _____
Falhas (Atitude) _____ / _____ _____ / _____ _____ / _____
Juntas (Atitude) _____ / _____ _____ / _____ _____ / _____
Foliação (Atitude) _____ / _____ _____ / _____ _____ / _____

Presença de blocos soltos nas faces (quantidade de choccos) _____

Presença de água Seca Úmida
 Fluxo Inundada
Número de rupturas observadas _____ Circular _____ Planar _____
_____ Cunha _____
_____ Toppling _____ Rastejamento _____
_____ Erosão superficial _____ Erosão profunda _____

Diagnóstico sumário Estável Localmente estável Instável

Galerias

Vão (m) _____ Altura (m) _____

Classificação geomecânica do maciço (Barton et al., 1974)

Tipos de domínios (litologia, alteração, estado de fraturamento)

Índices Q por domínios _____

Tipo de cavilha _____ Comprimento (m) _____ Quantidade por seção _____
Espaçamento entre seções (m) _____
Outros suportes (malhas, arcos, madeira) _____

Número de rupturas observadas _____ Pilar _____ Cunhas teto _____
_____ Cunhas laterais _____
_____ Domo teto _____

Diagnóstico sumário Estável Localmente estável Instável

Poços / Inclinações

Seção (m, m) _____ Profundidade / comprimento (m) _____

Tipos de suporte _____

Reforço do colar _____

Realces

Tipo _____ visitado não-visitado
Vão (m) _____ Altura (m) _____ Comprimento (m)

Áreas afetadas por subsidência (m²)

Áreas afetadas por abatimento tipo *caving* (m²)

Diagramas sobre rupturas e sistemas de suporte

8. MÉTODOS DE LAVRA

Lavra a Céu Aberto

Tipo de lavra

Encosta

Cava

Tiras

Formas de acesso

Longitudinal

Transversal

Altura das bancadas (m) _____ Número de bancadas _____

Drenagem

Natural

Forçada

Potência das bombas

Lavra Subterrânea

Método de lavra

Câmaras e pilares

Lavra descendente

Lavra

ascendente

Shrinkage

Corte e enchimento

Forma de acesso aos realces

Longitudinal

Transversal

Ventilação

Natural

Forçada

Potência dos ventiladores

Características do circuito

Drenagem

Natural

Forçada

Potência das bombas

Estágio da lavra

Desenvolvimento

Lavra

Pesquisa

Estimativa da reserva já lavrada (t) _____

Estimativa de reservas remanescentes (t) _____

Diagrama dos métodos de lavra

9. CARACTERÍSTICAS DA PLANTA DE BENEFICIAMENTO

Equipamentos de Cominuição

Britadores

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Moinhos

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Equipamentos de Classificação

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Equipamentos de Transporte e Estocagem

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Outros Equipamentos

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

Tipo _____ Marca _____ Modelo _____ Capacidade (t) ___ Estado*

*Especificar: quantidade de horas (quando semi-novo), meia vida, ou depreciado.

Fluxograma da Planta

10. SEGURANÇA DO TRABALHO, SAÚDE OCUPACIONAL E LEGISLAÇÃO TRABALHISTA

Uso de EPI

- Capacete Luvas Botas
 Protetor auricular
 Máscara para gases Óculos

Riscos identificados

Operação de equipamentos

Gases e poeiras

Produtos químicos

Desmoraonamentos

Uso de explosivos e acessórios

Outros riscos de acidentes

Outros riscos à saúde

Tipos de acidentes ocorridos

Exames Médicos Periódicos (anual ou bi-anual)

Audiometria _____ Raios-X do tórax _____

Expirimetria _____

Hemograma com plaquetas _____ Outros

Atendimento à Legislação Trabalhista

Forma de remuneração

Por produção

Diária

Semanal

Mensal

Recolhimento de encargos

Previdência

FGTS

Valor da remuneração

Auxílios aos trabalhadores

Alimentação

Transporte

Outros _____

Estatística por Faixas Etárias dos Trabalhadores

Menor de 14 anos _____

Entre 14 e 16 anos _____

Entre 16 e 18 anos _____

Entre 18 e 30 anos _____

Entre 30 e 50 anos _____

Entre 50 e 60 anos

Mais de 60 anos _____

Sindicalização

Trabalhadores sindicalizados _____

Não

sindicalizados _____

Observações

11. ASPECTOS AMBIENTAIS

Identificação de Impactos

Contaminação do solo

Erosão

Assoreamento

Contaminação de cursos d'água, açudes ou nascentes

Atmosfera
(gases)

(poeira)

(ruído)

Impactos na flora

Impactos na fauna

Características do estéril (bota-fora)

Origem (encaixantes, pegmatito)

Solo (classificação)

Rocha decomposta (aspecto)

Rocha alterada

Rocha sã (granulometria, aspecto)

Possíveis aplicações do bota-fora
Recuperação de bens minerais

Indústria cerâmica

Construção civil (argamassa, brita, rachão)

Recomposição do solo

Obras civis (estradas, barragens, nivelamentos)

Outras aplicações

Forma de deposição (encosta, vale, plano)

Volume estimado (m³) _____

Características do rejeito

Origem (catação, decantação, jigs, mesas, peneiramento)

Características granulométricas

Possíveis aplicações
Concentração de bens minerais

Indústria cerâmica

Construção civil (argamassa, fabricação de blocos)

Recomposição do solo

Obras civis (estradas, barragens, nivelamentos)

Outras aplicações

Forma de deposição (encosta, vale, plano)

Volume estimado (m³) _____

Formas de manuseio e deposição de efluentes líquidos

12. PRODUÇÃO NA MINA

Bens minerais produzidos (ordenar pela importância)

Produção mensal

Características dos produtos

Comercialização

Produto _____

Preço _____

Destino do
produto _____

Quantidade vendida

Produto _____

Preço _____

Destino do
produto _____

Quantidade vendida

Produto _____

Preço _____

Destino do
produto _____

Quantidade vendida

Forma de Comercialização

Venda direta avulsa

Contrato de fornecimento (Empresa compradora)

Venda por intermediário

Dificuldades de comercialização

Adequação do produto às necessidades do consumidor (qualidade, homogeneidade, garantia de fornecimento)

Desconhecimento do mercado

Comportamento da economia

Gargalos na infra-estrutura

Estrutura do mercado consumidor

Concorrência entre produtores

Inadimplência

Outros fatores

Principais consumidores / aplicações

Observações

13. PRODUÇÃO EM PLANTAS DE BENEFICIAMENTO

Bens minerais produzidos (ordenar pela importância)

Produção mensal

Características dos produtos

Comercialização

Produto

Preço

Destino do produto _____
Quantidade vendida _____

Produto _____
Preço _____

Destino do produto _____
Quantidade vendida _____

Produto _____
Preço _____

Destino do produto _____
Quantidade vendida _____

Forma de Comercialização

Venda direta avulsa _____

Contrato de fornecimento (Empresa compradora) _____

Venda por intermediário _____

Dificuldades de comercialização

Adequação do produto às necessidades do consumidor (qualidade, homogeneidade, garantia de fornecimento) _____

Desconhecimento do mercado _____

Comportamento da economia _____

Gargalos na infra-estrutura _____

Estrutura do mercado consumidor _____

Concorrência entre produtores _____

Inadimplência _____

Outros fatores _____

Principais consumidores / aplicações

Observações

14. CUSTOS DE PRODUÇÃO EM MINA**Mão de obra**

Função _____	Nº de empregados _____
Remuneração _____	
Função _____	Nº de empregados _____
Remuneração _____	
Função _____	Nº de empregados _____
Remuneração _____	
Função _____	Nº de empregados _____
Remuneração _____	
Função _____	Nº de empregados _____
Remuneração _____	
Função _____	Nº de empregados _____
Remuneração _____	

Total

Encargos

Materiais de consumo

Combustíveis

Lubrificantes_____
Pneus_____
Peças de reposição máquinas_____
Explosivos e acessórios_____
Brocas_____
Oficina mecânica_____
Ferramentas_____
Outros

Total

Serviços

Administração

Aluguel de equipamentos

Energia elétrica

Água
Telefone
Outros

Serviços terceirizados

Total

Compensações aos proprietários

Total

Impostos

Total

Depreciação de equipamentos

Total

Custo Mensal

Custo por Tonelada

15. CUSTOS DE PRODUÇÃO EM PLANTA DE BENEFICIAMENTO

Mão de obra

Função _____	Nº de empregados _____
Remuneração _____	
Função _____	Nº de empregados _____
Remuneração _____	
Função _____	Nº de empregados _____
Remuneração _____	
Função _____	Nº de empregados _____
Remuneração _____	
Função _____	Nº de empregados _____
Remuneração _____	

Função _____
Remuneração _____

Nº de empregados _____

Total

Encargos

Materiais de consumo

Combustíveis

Lubrificantes

Peças de reposição máquinas

Oficina mecânica

Ferramentas

Outros

Total

Serviços

Administração

Aluguel de equipamentos

Energia elétrica

Água

Telefone

Outros

Serviços terceirizados

Total

Compensações aos proprietários

Total

Impostos

Total

Depreciação de equipamentos

Total

Custo Mensal

Custo por Tonelada

16. LISTA DE FOTOS (usar escalas)

1. DADOS GERAIS DA ÁREA

Vista geral da área Fotos ____ a ____

2. ASPECTOS FISIOGRAFICOS

Vista mostrando relevo Fotos ____ a ____

Vista da topografia Fotos ____ a ____

Cursos de água Fotos ____ a ____

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Forma do pegmatito Fotos ____ a ____

Falhas Fotos ____ a ____

Juntas Fotos ____ a ____

Textura do pegmatito Fotos ____ a ____

Detalhe das encaixantes Fotos ____ a ____

4. DADOS BÁSICOS DA MINA

Vias de acesso Fotos ____ a ____

Instalações elétricas Fotos ____ a ____

Grupos geradores Fotos ____ a ____

Instalações para suprimento de água Fotos ____ a ____

Edificações Fotos ____ a ____

5. OPERAÇÕES DE PERFURAÇÃO E DESMONTE

Compressores Fotos ____ a ____

Marteletes Fotos ____ a ____

Explosivos Fotos ____ a ____

Acessórios de detonação Fotos ____ a ____

Esquemas de perfuração Fotos ____ a ____

Pilha de rocha detonada Fotos ____ a ____

6. OPERAÇÕES DE CARREGAMENTO E TRANSPORTE

Equipamentos de escarificação e raspagem Fotos ____ a ____

Equipamentos de carregamento Fotos ____ a ____

Caminhões Fotos ____ a ____

Equipamentos de carregamento no subsolo Fotos ____ a ____

Equipamentos de transporte no subsolo Fotos ____ a ____

Poço, skip, gaiola, torre e guincho Fotos ____ a ____

Correias, silos, bicas, pilhas Fotos ____ a ____

Outros equipamentos de manuseio de materiais Fotos ____ a ____

7. ESTABILIDADE DAS ESCAVAÇÕES

Taludes, falhas, juntas, foliação, blocos e água Fotos ____ a ____

Rupturas de taludes Fotos ____ a ____

Galerias Fotos ____ a ____

Domínios geomecânicos Fotos ____ a ____

Sistemas de suporte, rupturas subterrâneas Fotos ____ a ____

Reforço em poços, inclinados, colares e emboques de galerias e realces Fotos ____ a ____

Zonas de subsidência e abatimento Fotos ____ a ____

8. MÉTODOS DE LAVRA

Cava, encosta, tiras, acessos Fotos ____ a ____

Drenagem, bombas, tubos Fotos _____ a _____
Método de lavra subterrânea, acessos e realces Fotos _____ a _____
Ventilação e drenagem subterrânea Fotos _____ a _____

9. CARACTERÍSTICAS DA PLANTA DE BENEFICIAMENTO

Britadores, moinhos, classificadores, correias, pilhas, silos, tanques e bombas
Fotos _____ a _____

10. SEGURANÇA DO TRABALHO, SAÚDE OCUPACIONAL E LEGISLAÇÃO TRABALHISTA

Equipamentos de proteção individual Fotos _____ a _____
Condições de risco de acidentes e de insalubridade Fotos _____ a _____

11. ASPECTOS AMBIENTAIS

Contaminação do solo, erosão, assoreamento Fotos _____ a _____
Poeira e gases Fotos _____ a _____
Impactos na flora e na fauna Fotos _____ a _____
Material estéril (bota fora) e rejeitos Fotos _____ a _____
Deposição de efluentes Fotos _____ a _____

12. PRODUÇÃO NA MINA

Produtos da lavra Fotos _____ a _____

13. PRODUÇÃO EM PLANTAS DE BENEFICIAMENTO

Produtos do beneficiamento Fotos _____ a _____