



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS

RAYSA S. GOMES GONZAGA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Recife – PE
2013



RAYSA S. GOMES GONZAGA

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
GUARANY MINERAÇÃO E SIDERURGIA S/A**

Relatório de Estágio Supervisionado da aluna Raysa Sthefany Gomes Gonzaga, apresentado ao Departamento de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Pernambuco, sob a orientação do Prof. Dr. Márcio Barros, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Minas.

RECIFE-PE

Catálogo na fonte:
Bibliotecário Josias Machado, CRB-4 / 1690

G643r Gonzaga, Raysa S. Gomes.
 Relatório de estágio supervisionado Guarany Mineração e siderurgia
 S/A / Raysa S. Gomes Gonzaga. – 2013.
 39 f.: il., figs., tabs.

 Orientador: Prof. Dr. Márcio Luiz de Siqueira Campos Barros.
 TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
 Departamento de Engenharia de Minas, Recife, 2013.
 Inclui referências.

 1. Engenharia de Minas. 2. Mineração. 3. Operações de lavra. 4.
 Desempenho de equipamentos. I. Barros, Márcio Luiz de Siqueira Campos
 (orientador). II. Título.

UFPE

623.26 CDD (22. ed.)

BCTG



2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MINAS

RAYSA S. GOMES GONZAGA

Estágio Supervisionado

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, apresentado a Universidade Federal de Pernambuco, no Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Minas, com nota final igual a _____, conferida pela Banca Examinadora formada pelos professores.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Márcio Luiz de Siqueira Campos Barros (DEMINAS – UFPE)

Prof. Dr. Carlos Magno Muniz e Silva (DEMINAS – UFPE)

Prof. Dr. Marinesio Pinheiro de Lima (DEMINAS – UFPE)

Recife, _____ de _____ de 2013.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu sabedoria e oportunidade pra conseguir alcançar meus sonhos, enchendo sempre meu caminho de luz, mesmo nos momentos mais difíceis da vida.

À todos os professores e funcionários do curso de Engenharia de Minas da Universidade Federal de Pernambuco, com os quais convivi e aprendi tanto durante toda minha vivência acadêmica.

Aos Engenheiros de Minas João Afonso Ferraz e André Lins da empresa Guarany Mineração e Siderurgia que me passaram seus conhecimentos e vivências práticas complementando ainda mais meus conhecimentos na área de Mineração.

Aos meus amigos, que estiveram comigo quando mais eu precisei através de gestos simples de cuidado e carinho.

A minha família, Pedro Gomes, Mércia Gomes, Monaliza Gomes, Poliana Gomes e ao meu maior exemplo de força e perseverança, meu irmão, Diego Gomes.

E agradeço, em especial, às pessoas mais importantes da minha vida, sem as quais nada do que conquistei seria possível, à minha avó, Marinete Gomes, e à minha querida mãe, Maiza Gomes.

RESUMO

Este relatório de estágio supervisionado visou à participação da vida prática de uma estudante de Engenharia de Minas, aplicando os conhecimentos teóricos adquiridos na universidade nas atividades a serem desenvolvidas na empresa Guarany Mineração e Siderurgia S/A. Foram realizadas tarefas como: acompanhamento e organização de desmontes primários e secundários, cálculo da eficiência e tempo de ciclos de equipamentos como perfuratrizes, caminhões e escavadeiras, nivelamento de furos nas bancadas, organização de operações especiais tais como desmonte utilizando detonador eletrônico e Boring Track de furos em bancadas altas e por fim elaboração de planilhas de custos de produção das operações unitárias de lavra.

Palavras-chave: Mineração, operações de lavra e desempenho de equipamentos.

ABSTRACT

This report aimed to supervised participation in practical life of a student of Mining Engineering, applying the theoretical knowledge acquired in the Universidad the activities to be developed in the company Guarany Mining and Steel S / A. Were performed tasks such as monitoring and organization of primary and secondary stopes, efficiency calculation and time cycles of equipment such as drills, trucks and bulldozers, leveling holes in the stands, organizing special operations such as blasting using electronic detonator and the Boring Track holes in countertops and high end drafting spreadsheets production costs of unit operations of mining.

Keywords: Mining, mining operations e equipment performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Evolução da Produção de brita para construção civil no Brasil	10
Figura 2. Produção de brita nas Regiões do Brasil em 2010.....	10
Figura 3. Localização da Guarany Mineração.....	13
Figura 4. Mapa geológico do município de Jaboatão dos Guararapes	15
Figura 5. Geologia da Guarany Mineração	16
Figura 6. Decapeamento na Guarany Mineração	18
Figura 7. Equipamentos utilizados na operação de decapeamento.....	19
Figura 8. Perfuratrizes da Guarany Mineração.....	20
Figura 9. Sistema de rodízio de haste na Guarany Mineração.	20
Figura 10 – Medição da inclinação de um furo de perfuratriz pneumática	22
Figura 11. Explosivos e acessórios utilizados na Guarany Mineração.	22
Figura 12. Rompedor Hidráulico Liebherr 964H.	23
Figura 13. Esquema do desmonte secundário com explosivos.	24
Figura 14. Equipamentos de Carregamento e Transporte da Guarany Mineração	25
Figura 15. Plantas de Britagem da Guarany Mineração	26
Figura 16. Sistema de classificação dos produtos finais em uma peneira	27
Figura 17. Marcação de Furos na Guarany Mineração.	28
Figura 18. Aparelhos topográficos utilizados no nivelamento.....	28
Figura 19. Esquema de Nivelamento de Furos.....	29
Figura 20. Carregamento de Explosivos na Guarany Mineração	30
Figura 21. Acessórios do Sistema de Iniciação Eletrônico.	34
Figura 22. Equipamentos utilizados na técnica Bore Tracking.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Produção brasileira e consumo <i>per capita</i> de brita em 2010.	11
Tabela 2. Classificação das Rochas Magmáticas.	14
Tabela 3. Parâmetros do plano de fogo da Guarany Mineração.....	21
Tabela 4. Cálculo da Eficiência da perfuratriz hidráulica Sandvick DX800.	31
Tabela 5. Ciclos dos caminhões e Escavadeiras.....	32
Tabela 6. Produção das Escavadeiras e Caminhões da Guarany Mineração.	33

SUMÁRIO

1. Introdução	8
2. Importância no Mercado Nacional de Agregados	9
3. Localização e História	12
4. Geologia	13
5. Caracterização Tecnológica.....	16
6. Operações de Lavra.....	17
6.1. Decapeamento	18
6.2. Perfuração.....	19
6.3. Desmonte.....	21
6.3.1. Desmonte Primário	21
6.3.2. Desmonte Secundário	22
6.4. Carregamento e Transporte	24
7. Britagem	25
8. Produtos.....	26
9. Atividades de Estágio.....	27
9.1. Marcação de Furos e Nivelamento de Bancadas.....	27
9.2. Acompanhamento e Organização dos desmontes primários e secundários	29
9.3. Cálculo de Eficiência de Perfuratrizes	30
9.4. Cálculo de Tempos de ciclos de Escavadeiras e caminhões	31
9.5. Cálculo da Produção dos equipamentos.....	33
9.6. Elaboração de Planilhas de custos de Produção	33
9.7. Acompanhamento e Organização de operações Especiais.....	33
9.7.1. Desmonte Primário com Uso de Detonador Eltrônico	34
9.7.2. Boring Track	35
CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
ANEXOS.....	39

1. Introdução

Aplicar conhecimentos adquiridos academicamente é de grande importância para o desenvolvimento e amadurecimento profissional de um futuro engenheiro, tendo em vista a maior preparação que o mesmo deve possuir ao término de sua vivência na universidade.

Nesse sentido, além da aplicação e uso desses conhecimentos, ele tem a oportunidade única de conviver com outros profissionais do meio e com isso trocar experiências aplicando ainda mais tudo que foi aprendido durante o seu curso.

Dessa forma, o presente relatório tem como proposta apresentar as vivências e conhecimentos obtidos durante o estágio supervisionado na empresa produtora de brita Guarany Mineração e Siderurgia S/A, bem como mostrar de forma objetiva as atividades realizadas durante o período de permanência na empresa, entre 02/01/13 e 01/04/13.

Durante o estágio foi possível entender todos os processos realizados na empresa, tais como as operações de lavra que incluem perfuração, desmonte, carregamento e transporte, as operações de decapeamento e os processos de britagem. Também foi possível adquirir conhecimentos sobre a geologia local na qual a mina se enquadra, conhecimentos econômicos referente a importância da empresa no setor de agregados para a construção civil e operações que podem ser realizadas visando o controle ambiental da área em que ela se insere.

Também foram realizadas atividades exclusivas para o estagiário sob a orientação dos Engenheiros de Minas João Afonso Sitônio e André Lins Carvalho. Dentre essas podemos citar, acompanhamento e organização do carregamento de explosivos no desmonte primário e secundário, cálculo da eficiência e tempo de ciclos de equipamentos como perfuratrizes, caminhões e escavadeiras, nivelamento de furos nas bancadas, organização de operações especiais tais como desmonte utilizando detonador eletrônico e Bore Traking de furos em bancadas altas e por fim elaboração de planilhas de custos de produção das operações unitárias de lavra.

Assim, foi possível agregar dentro de um estágio tudo aquilo que foi aprendido em sala de aula, desde conhecimentos fundamentais a todo engenheiro de minas como os referentes à lavra em minerações a conhecimentos de economia mineral, britagem, geologia, caracterização mineral, pesquisa operacional, controle ambiental e informática, alcançando, dessa forma, o objetivo pretendido que é o de amadurecimento e crescimento profissional.

2. Importância no Mercado Nacional de Agregados

A relevância do setor de agregados para a sociedade é destacada por estar diretamente ligada à qualidade de vida da população tais como: a construção de moradias, saneamento básico, pavimentação e construção de rodovias, vias públicas, ferrovias, hidrovias, portos, aeroportos, pontes, viadutos, etc. (Ferreira & Fonseca Jr., 2012)

Os agregados para a indústria da construção civil são as substâncias minerais mais consumidas e, portanto, os mais significativos em termos de quantidades produzidas no mundo. Minerações típicas de agregados para a construção civil são os portos de areia e as pedreiras, como são popularmente conhecidas (Valverde, 2001).

Em relação às pedreiras, suas reservas minerais, de modo geral, são abundantes no Brasil. Entretanto, o seu uso pode se restringir quando as reservas estão distantes do centro consumidor, tendo-se que transportar o material por distâncias superiores a 100 km, ocorrendo, dessa forma, baixa inversão financeira. Outra forma encontrada de restrição são as de caráter ambiental e as leis de zoneamento Municipal que impossibilitam a exploração de excelentes reservas devido aos riscos que podem causar a malha urbana, na qual, geralmente estão inseridas (Ferreira & Fonseca Jr., 2012).

No Brasil, a mineração de brita está espalhada por todo o território nacional e é uma das mais importantes atividades extrativas do setor mineral brasileiro, devido ao volume produzido que é comparável ao volume de produção do minério de ferro, principal produto mineral brasileiro. Com relação à produtividade, a mineração brasileira de agregados vem tornando-se cada vez mais avançada, com mão de obra treinada e grandes investimentos em instalações de planta de britagem e equipamentos de lavra, mas ainda tem muito que melhorar quando comparado a países como Estados Unidos, Alemanha e Espanha.

Atualmente, o consumo de agregado para a construção civil é de 3,3 t/habitante, considerado baixo, quando comparado aos países desenvolvidos, onde esse consumo *per capita* está entre 5 a 15 t. Esse baixo consumo de agregado no Brasil é atribuído a uma demanda reprimida por agregado, pela inexistência de obras adequadas de infraestrutura e habitação, mesmo com um grande aumento de obras no setor de construção civil dos últimos anos. Mas, como mostra a Figura 1, isso vem mudando e o Brasil encontra-se hoje, em uma época de consumo ascendente de agregado que comparado com anos anteriores, tende a se elevar ainda mais (Luz, 2012).

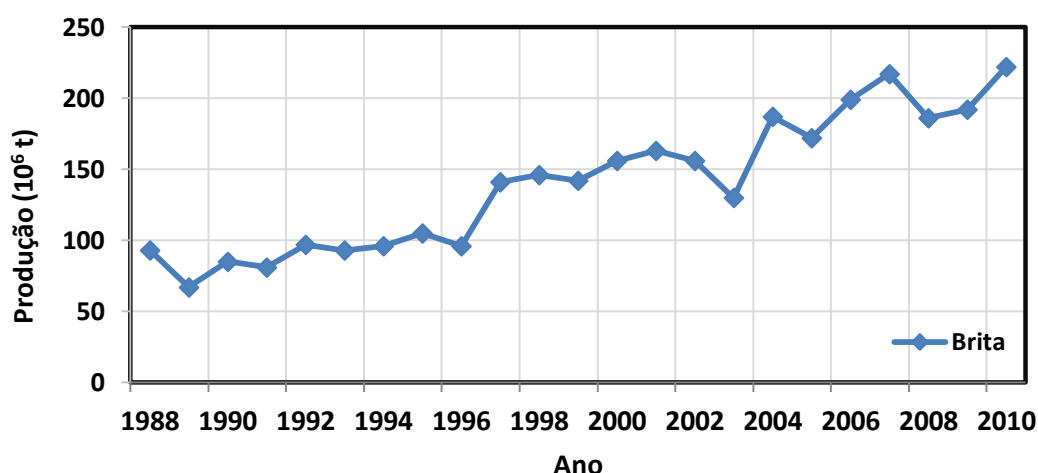


Figura 1 – Evolução da Produção de brita para construção civil no Brasil 1988-2010
(Adaptado de Ferreira & Fonseca Jr., 2012).

No Brasil, atualmente estima-se que há cerca de 600 empresas de pequeno, médio e grande porte produtoras de brita, movimentando mais de 68.000 empregos diretos (Calaes & Amaral, 2012). Segundo a ANEPAC (Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para a Construção Civil), em 2010, a região que mais produziu brita no Brasil foi a Sudeste com quase 50% da produção nacional, seguida da região Nordeste com 20% e da região Sul com 16%, como pode ser visualizado na Figura 2. Já entre os Estados, destaca-se São Paulo, com 26% da produção nacional, seguido por Minas Gerais (10,6%), Rio de Janeiro (8,7%), Paraná (6,1%), Rio Grande do Sul (5,7%) e Bahia (5,6%) visualizados na Tabela 1, que mostra também as produções dos outros Estados brasileiros, bem como a respectiva estimativa de consumo *per capita*, considerando baixos os fluxos de comercialização interestadual e, portanto admitindo que o consumo estadual seja aproximadamente igual à correspondente produção.

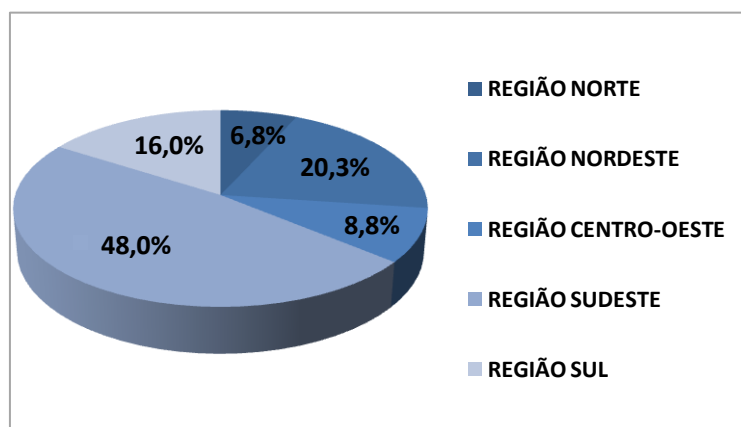


Figura 2 – Produção de brita nas Regiões do Brasil em 2010 (ANEPAC).

Como podemos observar, ainda na Tabela 1, apesar da Região Nordeste ser a segunda maior produtora de brita, seu consumo *per capita* ainda é baixo quando comparado com as Regiões Sudeste e Sul, ficando abaixo do consumo médio do Brasil que é de 3,3 t/hab./ano.

Tabela 1 – Produção brasileira e consumo *per capita* de brita em 2010 (ANEPAC).

Estado/Região	Produção			Consumo <i>per capita</i> t/hab./ano
	10 ⁶ t	%	Ordem	
Acre	0,7	0,3	25º	2,6
Amapá	0,6	0,3	26º	2,5
Amazonas	3,4	1,5	16º	2,8
Pará	6,2	2,8	11º	2,3
Rondônia	2,4	1,1	20º	4,4
Roraima	0,4	0,2	27º	2,4
Tocantins	1,5	0,7	24º	3,1
REGIÃO NORTE	15,2	6,8	5º	2,7
Alagoas	2,4	1,1	21º	2,1
Bahia	12,4	5,6	6º	2,5
Ceará	6,7	3,0	10º	2,3
Maranhão	5,1	2,3	13º	2,2
Paraíba	3,1	1,4	17º	2,3
Pernambuco	8,2	3,7	8º	2,7
Piauí	2,4	1,1	21º	2,1
Rio Grande do Norte	3,0	1,3	18º	2,7
Sergipe	1,8	0,8	23º	2,5
REGIÃO NORDESTE	45,0	20,3	2º	2,4
Distrito Federal	5,1	2,3	12º	5,7
Goiás	7,9	3,6	9º	3,7
Mato Grosso	3,8	1,7	15º	3,6
Mato Grosso do Sul	2,8	1,3	19º	3,2
REGIÃO CENTRO-OESTE	19,6	8,8	4º	4,0
Espírito Santo	4,6	2,1	14º	3,7
Minas Gerais	23,6	10,6	2º	3,4
Rio de Janeiro	19,4	8,7	3º	3,4
São Paulo	59,1	26,6	1º	4,1
REGIÃO SUDESTE	106,6	48,0	1º	3,8
Paraná	13,5	6,1	4º	3,7
Rio Grande do Sul	12,7	5,7	5º	3,4
Santa Catarina	9,4	4,2	7º	4,3
REGIÃO SUL	35,6	16,0	3º	3,7
BRASIL	222,0	100,0	-	3,3

Analisando o comportamento de mercado, tendo em vista que a demanda de brita é condicionada principalmente pelo fluxo de investimentos em obras de infraestrutura econômica regional, acredita-se que a produção do Nordeste pode aumentar mais quando maiores investimentos governamentais forem feitos nessa Região, podendo-se vir a se tornar a maior produtora do Brasil.

Já entre os Estados do Nordeste produtores de brita, destaca-se a Bahia com 5,6% da produção nacional e Pernambuco com 3,7%, ficando esses, entre os dez maiores Estados que fornecem esse tipo de agregado no Brasil.

Essa posição de destaque de Pernambuco no cenário nacional deve-se muito ao grande número de obras de infraestrutura que vem acontecendo nos últimos anos no Estado, embora, ele sempre tenha tido uma tradição muito forte nesse setor. Acredita-se que atualmente existam cerca de seis minerações de brita na Região Metropolitana do Recife, dentre as quais se destaca a Guarany Mineração que é maior produtora da Região Nordeste com uma produção em torno de 4,9 milhões de toneladas anuais, o que equivale a cerca 60% de toda a produção do Estado de Pernambuco considerando o ano de 2010 (ANAPEC).

Muito dessa liderança de mercado da Guarany Mineração, deve-se a investimentos em equipamentos e mão de obra especializada além de uma política de qualidade do material produzido que como vimos, são fatores essenciais para o crescimento do setor de agregados para a construção civil no Brasil.

3. Localização e História

A mineração Guarany fica localizada no município de Jaboatão dos Guararapes na Região metropolitana do Recife em Pernambuco, muito próximo a BR-101. Ela atualmente pertence ao Grupo empresarial Queiroz Galvão, mas já existe há bastante tempo, tendo, durante esses anos passados, outros proprietários. Devido a tantos anos de funcionamento, sua extensão é formada por vários processos de concessão de lavra do DNPM.

Possui uma área de aproximadamente 850 hectares, o que torna ela não somente como uma das maiores produtoras de brita do Nordeste, como uma das maiores em extensão também. Na Figura 3, podemos ver a localização do município de Jaboatão dos Guararapes no Brasil e uma vista de satélite da Guarany Mineração.



(a) Município de Jaboatão dos Guararapes



(b) Vista de satélite (Fonte: Google Maps)

Figura 3 – Localização da Guarany Mineração.

4. Geologia

Os materiais naturais utilizados como agregados na construção civil são rochas consolidadas e sedimentos como areias e cascalho. Para a produção de brita, são utilizadas as rochas magmáticas ou ígneas e as metamórficas, que passam por processos de britagem para atingir a granulometria necessária.

As rochas magmáticas podem ser classificadas como plutônicas e vulcânicas, que ocorrem de acordo com o resfriamento do magma que é uma fusão silicatada, contendo gases e elementos voláteis, gerada em altas temperaturas no interior da terra. Quando ele resfria lentamente em profundidades de dezenas de quilômetros, ocorre a cristalização de minerais

formando as rochas plutônicas cuja granulação varia de fina (milimétrica) à grossa (até 3 cm). Já as rochas vulcânicas são formadas quando o magma resfria rapidamente, normalmente próximo à superfície da terra, resultando em uma rocha de granulação muito fina ou de textura vítrea, no qual, os minerais formadores não identificados a olho nu (Bertolino et.al., 2012).

Existem várias classificações para as rochas magmáticas baseadas em composição química, percentagem de minerais essenciais, granulometria, etc. Na Tabela 2 é apresentada a classificação sugerida pelo IAEG (International Association for Engineering Geology and the Environment) onde é possível ver o critério de acidez da rocha. De maneira geral, as rochas ácidas são compostas essencialmente por quartzo e feldspatos, e possuem colorações claras, enquanto que as básicas são mais escuras e são em geral formadas por minerais ferro-magnesiano (anfíbios, olivinas e piroxênios) e plagioclásios.

Tabela 2 – Classificação das Rochas Mágmatícas (IAEG).

Rochas	Ácidas (>66% SiO ₂)	Intermediárias (66-52% SiO ₂)	Básicas (52-45% SiO ₂)	Ultrabásica (<45% SiO ₂)
Plutônica	Granito	Sienito e Diorito	Gabro	Peridotito
Vulcânica	Riolito	Andesito	Basalto	-

Já as rochas metamórficas têm características diferentes das magmáticas. Elas podem ser formadas a partir de rochas ígneas, sedimentares ou mesmo metamórficas preexistentes. Elas são submetidas a novas condições de pressão e temperatura das quais foram formadas, ocorrendo modificações denominadas de metamorfismo. O seu efeito progressivo é a geração de foliações, recristalização dos minerais e em condições extremas, a fusão dos constituintes (Bertolino et.al., 2012).

As rochas magmáticas mais comumente utilizadas como agregados no Brasil são os granitos, dioritos e basaltos, enquanto que as metamórficas são os gnaisses, que é a variação metamórfica do granito.

4.1. Geologia local

Como vimos, a Guarany Mineração está localizada no município de Jaboatão dos Guararapes-PE, que abrange três grandes conjuntos litológicos, formados em períodos distintos, o Maciço Pernambuco-Alagoas, o Grupo Pernambuco e sedimentos de cobertura terciários e quaternários, distribuídos na faixa litorânea. Todos esses foram formados no intervalo de tempo de 2.500 milhões de anos atrás até o presente (Assunção et.al., 1997).

Desses três grupos, a Guarany Mineração está na região pertencente ao Maciço Pernambuco-Alagoas, que possui um complexo Gnaíssico-migmatítico definido como da idade Arquena, representado por unidades de Ortognaisses que compreende rochas ortoderivadas de composição granítica e diorítica, migmatizadas. Abrange o Lineamento Pernambuco, onde os ortognaisses ocorrem amplamente associados às intrusões de granitos porfíricos, nem sempre individualizados (Assunção et.al., 1997).

No mapa geológico da Figura 4, podemos observar com mais detalhes a formação geológica do município de Jaboatão dos Guararapes-PE e podemos ver destacada a área onde se localiza a Guarany Mineração com suas respectivas características litológicas.

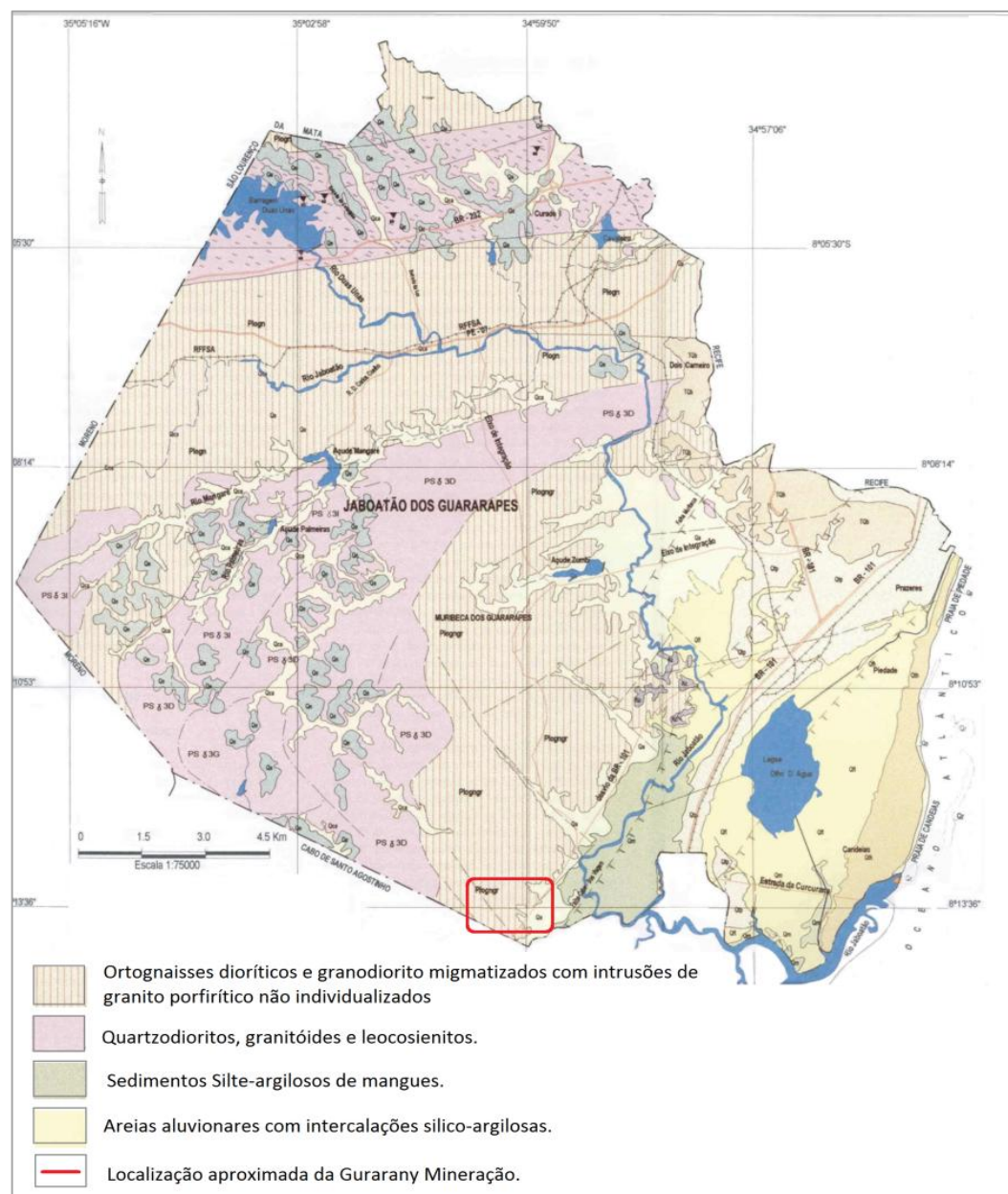


Figura 4 – Mapa geológico do município de Jaboatão dos Guararapes com a localização da Guarany Mineração (Adaptado de CPRM)

Dessa forma, a Guarany Mineração é formada pelas rochas que constituem o Maciço Pernambuco-Alagoas, com a predominância de granitos porfiríticos e ortognaisses dioríticos e apresenta uma estrutura geológica bastante fraturada, devido principalmente a grande falha do Lineamento Pernambuco, na qual ela está inserida. Na Figura 5 Podemos visualizar com mais detalhes um granito porfirítico da Guarany Mineração e um afloramento que se encontra na parte mais alta da mina a cerca de 70 m acima do nível do mar.



(a) Granito porfirítico

(b) Afloramento

Figura 5 - Geologia da Guarany Mineração.

5. Caracterização Tecnológica

As propriedades e o comportamento de muitos materiais preparados como agregados dependem da natureza da rocha (mineralogia, propriedades mecânicas e físicas) e das condições de lavra e processamento (características geométricas e distribuição granulométrica). A caracterização tecnológica tem como objetivo determinar essas propriedades, visando o uso desses materiais na construção civil, fazendo isso através da descrição petrográfica da rocha e de ensaios de laboratório para determinar os parâmetros físicos, químicos e mecânicos da mesma (Bertolino, 2012).

A descrição petrográfica fornece informações importantes sobre a composição mineralógica, tamanho de grãos, textura, grau de fraturamento das rochas e grau de alteração

dos minerais que a compõem e possibilita a sua classificação fornecendo subsídios sobre sua utilização.

A observação da rocha é realizada inicialmente em campo com o auxílio de uma lupa, e posteriormente em um laboratório através de um microscópio petrográfico utilizando-se lâminas delgadas da rocha. Essa análise é bastante importante, pois, muitas vezes uma rocha pode parecer pouco alterada macroscopicamente, mas ao se fazer a análise petrográfica percebe-se o seu verdadeiro grau de alterabilidade que representa uma importante informação para uma aplicação futura da rocha (Luz & Almeida, 2012).

Além da petrografia, devem ser realizados testes químicos e físicos, sendo os principais, a densidade, porosidade, adesividade, absorção e retenção de águas. Já os testes mecânicos, também muito importantes, são o desgaste de abrasão, esmagamento e o ensaio de compressão uniaxial. Todos esses testes devem atender as Normas ABNT de caracterização tecnológica de agregados.

Outros ensaios obrigatórios, que antigamente não eram exigidos, mas são de grande importância, são os de minerais reativos. Destacam-se entre eles, os testes de reações álcali-agregado, álcali-sílica, álcali-carbonato e álcali-silicato. Todos eles visam prever reações que podem ocorrer entre o agregado e cimento utilizado.

Na Guarany Mineração, todos esses testes já foram realizados, e são repetidos periodicamente conforme a necessidade. Dessa forma, a empresa garante a qualidade da brita fornecida ao mercado.

6. Operações de Lavra

A extração de brita é sempre realizada à céu aberto devido ao seu baixo valor agregado, sendo mais viável esse tipo de operação dessa forma. Dos tipos de extração à céu aberto, os métodos mais utilizados são o Open Pit e Quarry Mining ou lavra em encosta. Mas, normalmente, quando se utiliza o Open Pit, não é realizado um aprofundamento muito grande da cava, tendo em vista também o aumento dos custos de extração (Koppe, 2009).

Nesses tipos de procedimento, todo o material de cobertura é removido e transportado para uma área de depósito, a fim de se descobrir o minério. Tanto a remoção do material de cobertura quanto o minério de interesse são conduzidos em bancadas.

As principais operações utilizadas para a lavra do minério na extração de brita propriamente dita são perfuração, desmonte com explosivos, carregamento e transporte. Já as operações auxiliares são estabilidade de taludes, controle de poeiras, bombeamento e

drenagem, disposição de estéril, manutenção de equipamentos e estradas, transporte de pessoal e controle ambiental.

Nos próximos tópicos vamos ver em detalhes essas operações na Guarany Mineração.

6.1. Decapeamento

A preparação do terreno para início das operações de lavra em uma pedreira constitui uma fase bastante delicada para o bom andamento dos futuros trabalhos de desmonte de rocha. Nessa fase, é importante se preservar parte do solo removido para posterior recuperação de área degradada. Dessa forma, durante o planejamento das operações de lavra deve ser reservada uma área adequada à estocagem do solo (Koppe, 2009).

Na Guarany Mineração a operação de decapagem é realizada nos turnos da noite e aos sábados durante a manhã. São retiradas camadas de solos existentes sobre o minério e estes são depositados em uma área próxima a BR-101, onde ficam estocados para que no futuro, possa ser dado um uso a esse material. Na Figura 6, observamos o depósito e uma área onde está sendo realizado o decapeamento.



(a) Área de decapeamento

(b) Depósito

Figura 6 – Decapeamento na Guarany Mineração.

Os equipamentos que são utilizados no processo de decapeamento são pás carregadeiras e, quando necessário, escavadeiras para a retirada da camada de solo, caminhões para o transporte até o depósito e uma motoniveladora para o espalhamento do material no local de descarregamento.

O número de caminhões e carregadeiras necessários vai depender da distância do local onde está sendo realizado o decapeamento até o depósito e do volume de material que precisa ser retirado. Esse cálculo é realizado no planejamento em curto prazo, realizado na mina semanalmente.

Na Figura 7, podemos visualizar a pá carregadeira Caterpillar 972H utilizada na retirada de material e a motoniveladora Patrol.



(a) Pá carregadeira

(b) motoniveladora

Figura 7 – equipamentos utilizados na operação de decapeamento na Guarany Mineração.

6.2. Perfuração

As operações de perfuração do maciço rochoso na lavra em pedreiras são importantes para o sucesso do desmonte da rocha. A correta execução da perfuração assegura os furos efetivamente desenvolvidos dentro de um plano de fogo, mantendo-se a malha como planejada, com a correta inclinação e retinidade dos furos (Koppe & Costa, 2012).

Na Guarany Mineração, a operação de perfuração inicia-se logo após a marcação dos furos de acordo com o plano de fogo. O operador da perfuratriz recebe uma planilha com as informações referente ao comprimento do furo e a inclinação e inicia a tarefa.

São utilizados dois tipos de perfuratrizes na pedreira, uma pneumática ROC e outra hidráulica Sandivick DX800 conforme podemos visualizar na Figura 8. Ambas são do tipo *top hammer* também conhecida como martelo de superfície.

A perfuração pneumática, normalmente é realizada nas bancadas de difícil acesso, devido principalmente a sua maior mobilidade por apresentar um tamanho bastante compacto. Sua eficiência fica em torno de 160 m de rocha perfurado por dia, trabalhando dois turnos. A energia fornecida pra esse equipamento provém de um compressor de ar ligado à perfuratriz.

Já a hidráulica, possui uma eficiência bem melhor que a pneumática furando cerca 350 m de rocha por dia trabalhando por dois turnos, e também possui troca de haste automática o que melhora bastante o desempenho do equipamento. Como a perfuração é hidráulica, não é necessário o uso de compressores, a energia gerada para o equipamento provém de óleo diesel.



(a) Hidráulica

(b) Pneumática

Figura 8 - Perfuratrizes da Guarany Mineração.

No caso da perfuratriz pneumática, como a troca de haste não é automática, é utilizado o sistema de rodízio de haste que visa sempre preservar a haste que durante a perfuração de um furo trabalhou mais, deslocando esta para a última posição do cavalete que determina a ordem das hastes que vão ser utilizadas no outro furo, diminuindo, dessa forma, o maior desgaste de uma haste específica. No Figura 9, podemos ver um esquema que sintetiza o sistema de rodízio de haste da Guarany Mineração.

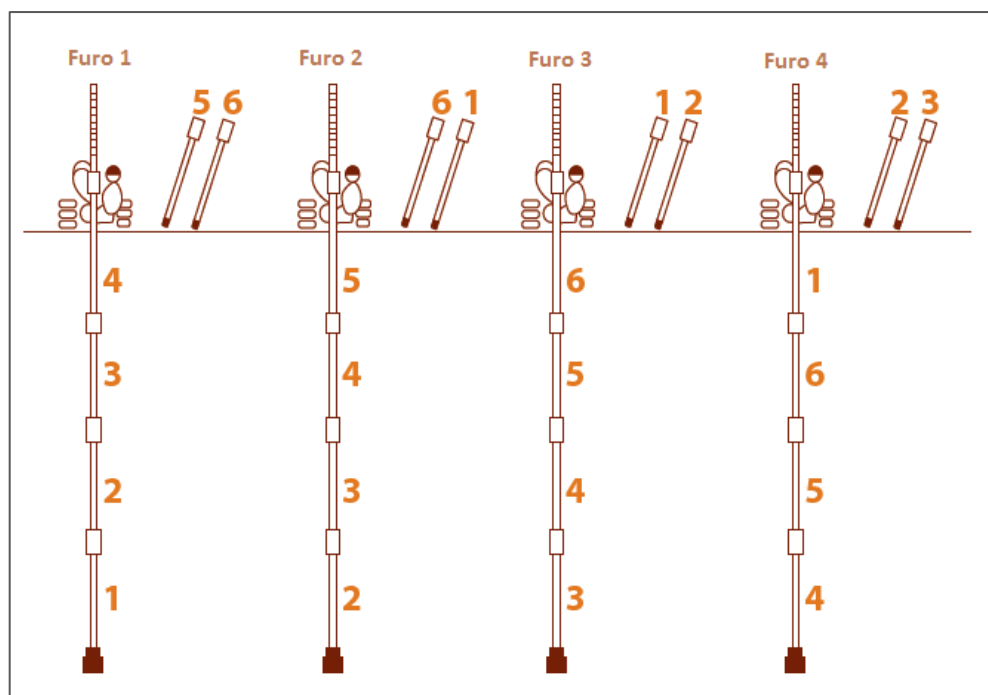


Figura 9 – Sistema de rodízio de haste na Guarany Mineração.

Para a medida da inclinação do furo, no caso da perfuratriz hidráulica, faz-se automaticamente através do equipamento, mas na perfuratriz pneumática, utiliza-se um gabarito que se assemelha bastante com um esquadro e contém a inclinação que vai ser utilizada. Ele é colocado junto à haste para direcioná-la na posição correta de inclinação..

6.3. Desmonte

O desmonte de rocha em pedreiras é tradicionalmente realizado por meio de explosivos, embora várias questões de ordem ambiental, tais como ruído, ultra lançamentos e vibrações transmitidas à vizinhança devam ser consideradas. O planejamento do desmonte é influenciado por diversos fatores, os quais necessitam de controle para que os objetivos pretendidos do desmonte sejam efetivamente alcançados. A escolha do método e dos equipamentos de perfuração, a distribuição, o diâmetro e a profundidade dos furos, o tipo de explosivo a ser utilizado e a qualificação da equipe de funcionários são fatores relevantes para o sucesso do desmonte, mas é o controle das condições geológicas que tem o papel principal nessa operação e deve ser considerada no projeto (Koppe & Costa, 2012).

Na Guarany Mineração são utilizados dois tipos desmonte, o primário através de explosivos e o desmonte secundário realizado no material desmontado que não atingiu o tamanho adequado para britagem.

6.3.1. Desmonte Primário

O desmonte primário é realizado em bancadas de aproximadamente 15 m de altura. Na Tabela 3, podemos visualizar alguns parâmetros do plano de fogo da Guarany Mineração. Esses valores foram obtidos através das equações encontradas na literatura e depois foram realizados ajustes para melhor adequação a rocha existente na pedreira.

Tabela 3 – Parâmetros do plano de fogo da Guarany Mineração.

Diâmetro do furo/explosivo (pol)	3,50
Afastamento (m)	2,50
Espaçamento (m)	3,00
Sub-furação (m)	0,85
Inclinação	0°
Tampão (m)	1,80

Quanto aos explosivos, na extensão do furo são utilizados emulsão bombeada e iniciadores não elétricos de coluna conectados a reforçadores que fornecem a energia necessária para a iniciação da emulsão. Para a ligação na superfície da bancada, são utilizados iniciadores não elétricos de ligação, normalmente com tempos de 42 ms entre linhas e 17 ms entre furos que vai ser conectado ao cordel detonante e a um espoletim (espoleta ligada a um

estopim) para iniciar a detonação. O material utilizado no tampão são britas de 12 mm e também são utilizadas tampas vedadoras para melhorar a segurança do desmonte e sua eficiência, pois a mesma promove uma menor dispersão de energia. Na Figura 11, podemos visualizar esquematicamente esses explosivos e os acessórios utilizados.



Figura 11- Explosivos e acessórios utilizados na Guarany Mineração.

6.3.2. Desmonte Secundário

O desmonte secundário na Guarany mineração ocorre de duas formas, com o uso de explosivo, popularmente conhecido como fogacho, ou de forma mecânica utilizando um equipamento chamado de Rompedor hidráulico. A escolha entre os dois métodos vai depender do tamanho da pilha formada, pois muitas vezes o rompedor hidráulico não consegue chegar até os blocos maiores que devem ser desmontados. Na Figura 12 podemos ver o Rompedor Hidráulico Liebherr 954H utilizada na mina.



Figura 12 – Rompedor Hidráulico Liebherr 964H.

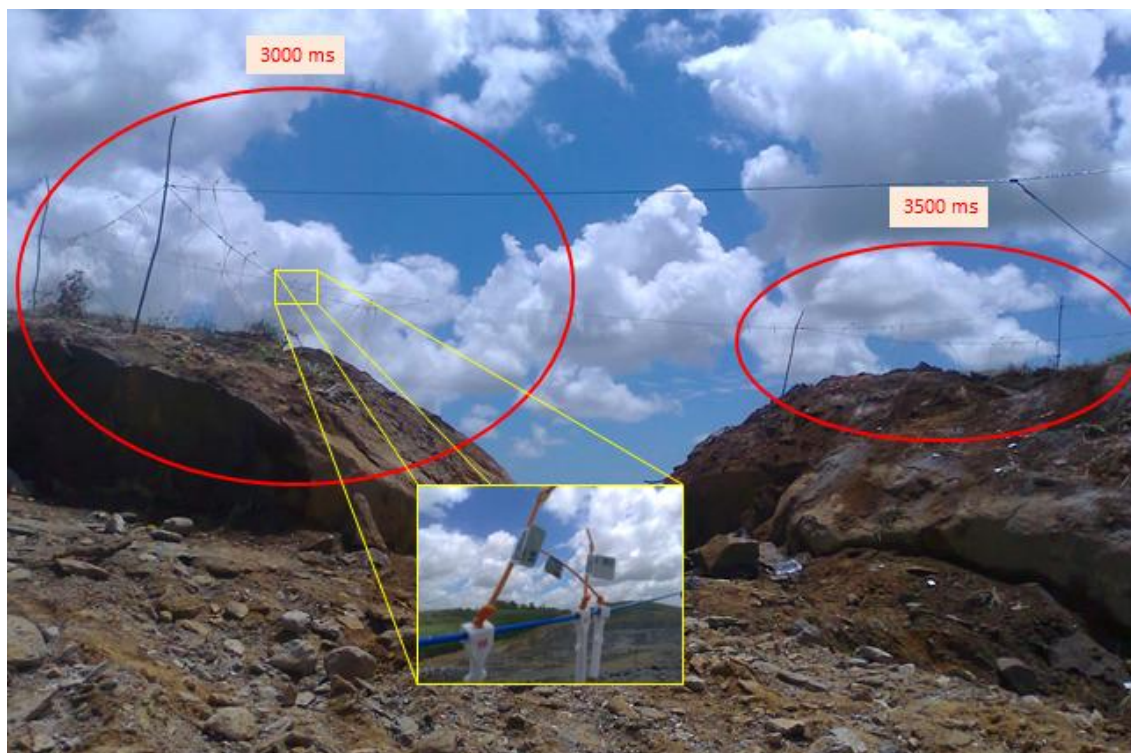
O desmonte secundário com explosivos já é uma operação mais complexa do que o desmonte mecânico com o rompedor hidráulico. Os blocos maiores, a serem detonados são furados com marteletes hidráulicos com um diâmetro de $1\frac{3}{4}$ ". Os furos são preenchidos com emulsão encartuchada de 1" escorvados em iniciadores não elétricos de coluna. Na superfície, existem cordéis detonantes que ficam no ar, prendidos por varetas, para diminuir a vibração ao detonar. Nesses cordéis são conectados os iniciadores não elétricos que ficam separados em grupos de tempos diferentes, também visando à diminuição de vibração e o aumento de segurança ao detonar. Na Figura 13 é possível visualizar a escorva da emulsão encartuchada, o esquema dos cordéis presos nas varetas e a separação dos tempos dos iniciadores não elétricos.



(a) Emulsão encartuchada



(b) escorva



(c) Ligação

Figura 13 – Esquema do desmonte secundário com explosivos na Guarany Mineração.

6.4. Carregamento e Transporte

O carregamento e transporte, juntos, são as operações de lavra mais custosas em uma mineração. Existem vários sistemas que combinam os equipamentos de carregamento e de transporte utilizados em minas, dentre eles, podemos citar o sistemas shovel/caminhão, escavadeira/caminhão, carregadeira/caminhão, shovel/trem, motoniveladora/ripper e Bucket wheel excavator (BWE). Os principais fatores que vão determinar a escolha desses sistemas vão ser o tipo de material minerado, o tamanho da operação e distância a ser transportado o material (Koppe, 2009).

Em pedreiras tradicionalmente essas operações são realizadas com os sistemas caminhão/escavadeira e caminhão/carregadeira, como no caso da Guarany Mineração. Ela possui duas escavadeiras hidráulicas, Liebherr 964C que têm uma capacidade de 3 m^3 e uma Liebherr 954C que carrega $2,7 \text{ m}^3$, e duas pás carregadeiras Liebherr L-580, responsáveis pelo carregamento e limpeza de frente de lavra e acessos. Quanto ao transporte, ela opera com 12 caminhões basculantes, sendo três com a capacidade da caçamba de 22 m^3 e o restante de 20 m^3 . Na Figura 14, podemos visualizar alguns desses equipamentos.



(a) Escavadeira Liebherr 964C



(b) Escavadeira Liebherr 954C



(c) Pá Carregadeira Liebherr L-580



(d) Caminhão Volvo 22 m³

Figura 14 - Equipamentos de Carregamento e Transporte da Guarany Mineração.

As escavadeiras sempre estão em operação no sistema de carregamento, enquanto que as pás carregadeiras, são equipamentos de suporte, carregam, quando a mina está operando com três frente de lavra, ou auxiliam na limpeza de frente e organização do material estocado. A escolha da quantidade de caminhão para as escavadeiras depende da distância de transporte, portanto, são fatores escolhidos no planejamento em curto prazo, tendo em vista o grande número de frentes de lavra existentes na Guarany Mineração.

7. Britagem

Os circuitos de produção de britas são constituídos essencialmente de equipamentos de britagem, peneiramento, classificação e transportador de correias, formando a usina de britagem. Elas podem ser fixas, móveis ou temporárias. O estudo da viabilidade de uma unidade fixa considera uma vida útil da pedreira de pelo menos 30 anos ou mais, já as unidades móveis são mais complexas e adequadas a projetos específicos como a construção de uma ferrovia ou de uma barragem (Chaves, 2012).

No caso da Guarany Mineração, o sistema de britagem é composto por duas usinas fixas. Uma chamada de Planta Guarany, que possui dois britadores primários de mandíbula de 1 eixo que somados tem uma capacidade de 950 t/h e formam uma pilha pulmão que alimenta um britador cônico que faz a britagem secundária para depois passar pela britagem terciária que é formada por outros dois britadores cônicos. Já a segunda planta de britagem, chamada de Planta Brifort, é mais simples, formada por um britador primário de mandíbulas de 1 eixos com capacidade de 500 t/h e dois britadores cônicos, um secundário e outro terciário.

A classificação, em ambas as usinas, são realizadas por peneiras vibratórias colocadas entre os britadores e por uma peneira no final do processo que possui três telas para gerar os produtos. Na Figura 15, podemos ver as imagens das duas plantas de britagem e nos Anexos I é possível ver o fluxograma da Planta Guarany.



(a) Planta Guarany

(b) Planta Brifort

Figura 15 – Plantas de Britagem da Guarany Mineração.

8. Produtos

Um projeto de uma usina de britagem para a produção de brita deve considerar a cominuição e as operações de peneiramento e classificação como um processo integrado. A rocha britada é separada em frações granulométricas para gerar produtos acabados, cuja distribuição granulométrica é da maior importância. A produção de agregados de várias granulometrias deve estar focada na demanda de mercado, de forma a maximizar o retorno econômico, muito embora, certos índices de flexibilidade no processo de britagem e classificação tornam-se essenciais como seleção do tipo de britador e número de estágios de redução de tamanhos (Chaves, 2012).

Na Guarany Mineração atualmente existem três produtos classificados a partir de seu tamanho, a brita 12 (5 a 12 mm), a brita 19 (12 a 19 mm) e brita 22 (19 a 22 mm). Eles são obtidos na última fase de peneiramento através de três telas que classificam essas granulometrias em uma mesma peneira, como podemos ver na Figura 16.

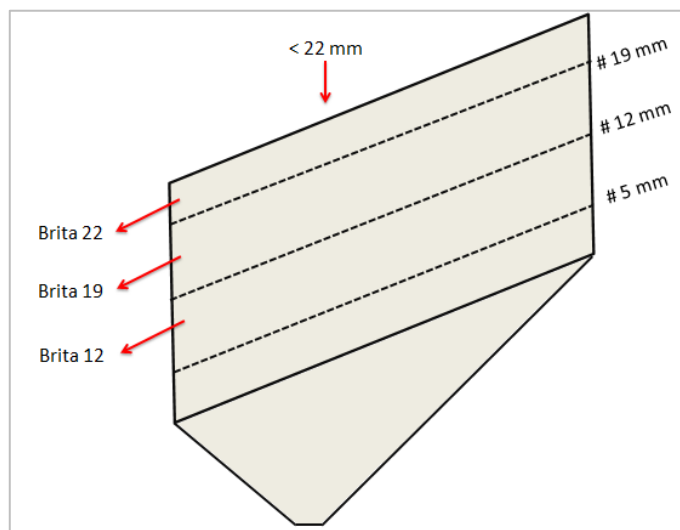


Figura 16 – Sistema de classificação dos produtos finais em uma peneira na Guarany Mineração.

Além desses produtos, a Guarany Mineração possui dois subprodutos, a brita corrida ou graduada que contém britas de todos os tamanhos misturadas e o pó de brita gerado nos três estágios de britagem.

9. Atividades de Estágio

Durante o período de estágio foram realizados, além do acompanhamento de todas as atividades da mineração, nivelamento de bancadas, marcação de furos, organização dos desmontes primários e secundários, cálculo de eficiência e tempos de ciclos e elaboração de planilhas de custos de produção na perfuração, desmonte, carregamento e transporte.

9.1. Marcação de Furos e Nivelamento de Bancadas

A marcação de furos é realizada logo após o desmonte primário em uma bancada. Depois do fogo, uma pá carregadeira é encaminhada ao topo da bancada onde é realizada uma limpeza de possíveis materiais que tenham sido ultralaçados. Depois dessa retirada, é realizada a marcação de furos conforme a orientação do Engenheiro de Minas da Guarany Mineração.

Seguindo o modelo do croqui, marca-se a primeira linha de furos, respeitando o valor do afastamento que normalmente é de 2,5 m. Para a medição da distância utiliza-se uma mira

topográfica. Já entre furos, utiliza-se uma fita métrica também de acordo com o valor do espaçamento do plano de fogo que é de 3 m. Na Figura 17 é possível ver um funcionário medindo o primeiro afastamento e depois os espaçamentos.

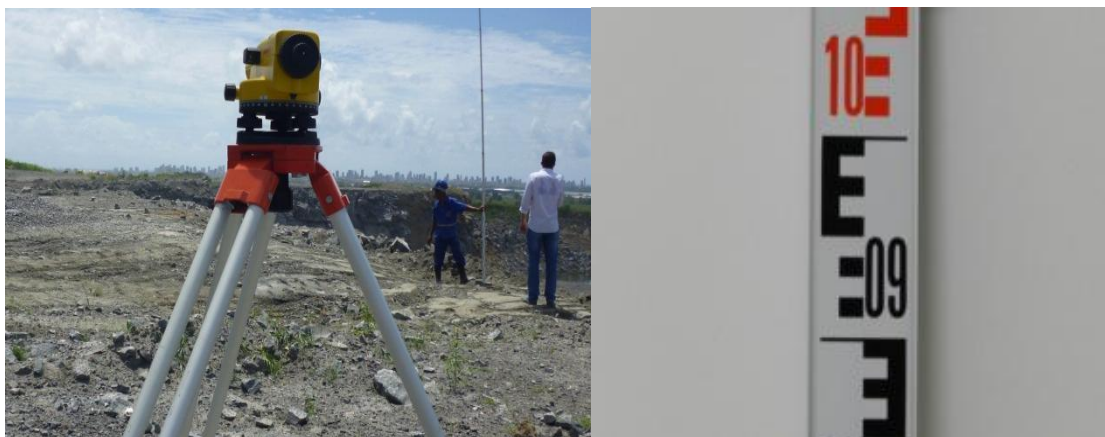


(a) Afastamento

(b) Espaçamento

Figura 17 – Marcação de Furos na Guarany Mineração.

Uma vez marcado os furos, é realizado um nivelamento dos mesmos para saber o quanto deve suas alturas. Essa operação consiste em descobrir o desnível em relação a um ponto de referência chamado de RN, que nesse caso, representa a altura da bancada. Para isso utiliza-se um equipamento topográfico chamado Nível e uma Mira topográfica que podem ser visualizados na Figura 18. Quanto a leitura na mira, o valor maior está representado em decímetros e suas divisões em centímetro.



(a) Nível e Mira topográfica.

(b) Leitura na Mira.

Figura 18 – Aparelhos topográficos utilizados no nivelamento.

O procedimento do nivelamento é iniciado posicionando-se o Nível topográfico em um lugar onde é possível visualizar o RN, que foi medido usando os mesmos procedimentos descritos, e todos os furos, quando possível. Depois posiciona-se a Mira topográfica sob o

RN e marca-se a leitura realizada, a qual chamamos de Ré. Em seguida a mira vai se posicionando em cada furo marcado e faz-se a marcação das medidas vantes. Com isso, têm-se todos os dados para a se saber a altura da bancada. Eles são processados somando cada desnível (calculado como a diferença entre o valor ré e valor vante) do RN obtendo-se, dessa forma, a altura de cada furo onde é acrescida a subfuração, resultando, assim, no valor em que cada furo deve ser perfurado. Na Figura 19 é possível ver com mais clareza a forma que se realiza o nivelamento.

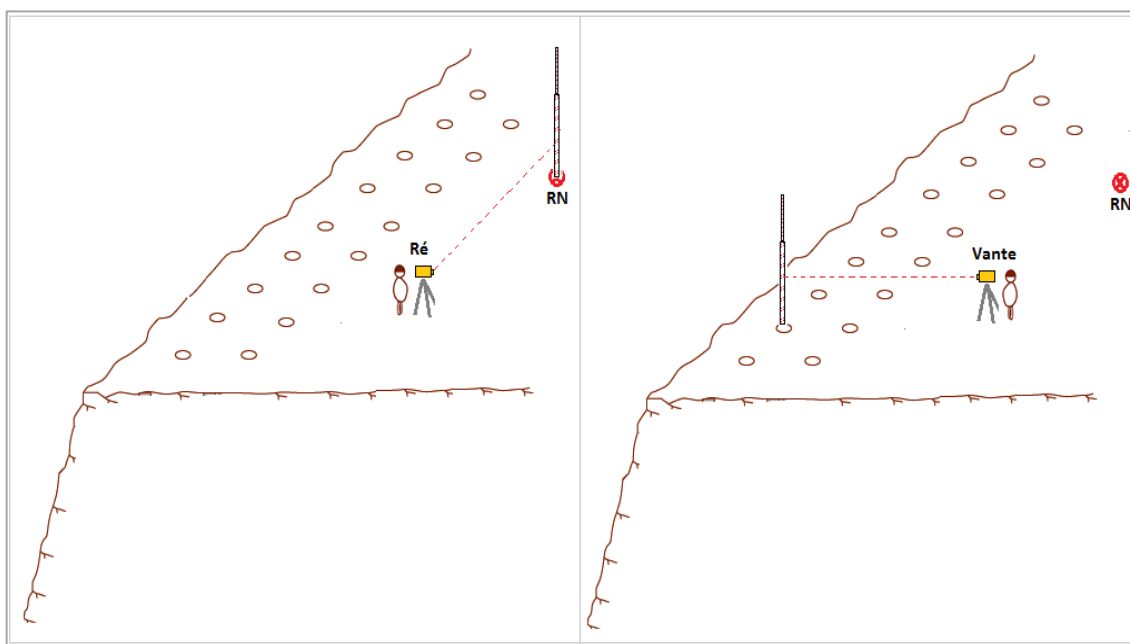


Figura 19 – Esquema de Nivelamento de Furos.

9.2. Acompanhamento e Organização dos desmontes primários e secundários

O carregamento de explosivo bombeado no desmonte primário na Guarany Mineração é realizado por uma empresa terceirizada. A organização do desmonte consiste, primeiramente, no encaminhamento dos funcionários dessa empresa até a bancada onde será realizado o desmonte e fazer a distribuição dos reforçadores e dos iniciadores não elétricos de coluna nos furos, pois os mesmos devem ser colocados antes da emulsão bombeada.

Uma vez colocados a emulsão deve-se esperar o tempo de reação do explosivo para colocação do tampão, realizada por um funcionário da pedreira. Depois, deve ser encaminhado o croqui de amarração para o Blaster que faz a ligação dos iniciadores não elétricos na superfície e do espoletim.

Por questões de segurança, a bancada é toda vistoriada para se certificar que nenhum furo falta ser amarrado e depois é avisado ao Engenheiro de Minas e aos técnicos de segurança que a bancada está pronta para o Blaster acender o fogo e detonar a bancada.

Já em relação ao carregamento do desmonte secundário, fiscaliza-se para ver se as escorvas estão sendo realizadas corretamente, verifica-se a amarração com o cordel e os iniciadores não elétricos de coluna e faz-se uma vistoria pra ver se algum furo não está carregado ou amarrado.

Na Figura 20 vemos uma bancada sendo carregada com explosivos e um carregamento de desmonte secundário.



(a) Desmonte primário

(b) Desmonte secundário

Figura 20 – Carregamento de Explosivos na Guarany Mineração.

9.3. Cálculo de Eficiência de Perfuratrizes

A eficiência da perfuratriz consiste em saber quantos metros ela perfura por hora e, dessa forma, saber quantos furos em média ela faz por dia. Para calcular esse valor, é necessário um número de medidas bastante alto para ter um dado confiável, tendo em vista que a perfuração da rocha varia bastante com algumas condições de perfuração como característica/dureza da rocha, afiação do bit e habilidades do operador.

As medidas que devem ser obtidas são o tempo de perfuração de cada haste que é medido em um cronômetro digital, e a metragem perfurada. Para a obtenção do tempo de perfuração total basta somar os valores do tempo de cada haste. Já para saber o tempo de manobra, deve-se anotar da perfuratriz o horímetro inicial e final do martelo e da máquina e assim calcular a suas variações ($\Delta H_{máquina}$ e $\Delta H_{martelo}$) e depois subtraí-las para assim, dividir o valor obtido pelo número de furos perfurados, de acordo com a equação 1:

$$T_{manobra} = \frac{\Delta H_{máquina} - \Delta H_{martelo}}{N^{\circ} \text{ de furos}} \quad (1)$$

Já a eficiência é calculada dividindo os metros perfurados pelo tempo total de perfuração. Como exemplo, podemos ver o resultado de um dos diversos cálculos realizados da eficiência da perfuratriz hidráulica Sandvick DX800 na Tabela 4.

Tabela 4 – Cálculo da Eficiência da perfuratriz hidráulica Sandvick DX800.

Data	08/01/2013		Horímetro	Inicial	Final	Tempo
Perfuratriz	044.1506		Martelo	724,8	726,5	1,7
Nº Furos	16		Máquina	2497,8	2499,9	2,1

Furo	H1	H2	H3	H4	H5	H6	Metros Perfurados	Tempo de perfuração
1	02:33	02:01					4,20	04:34
2	04:09	01:38					4,40	05:47
3	05:58	01:39					4,08	07:37
4	04:37	01:49					4,00	06:26
5	03:35	01:55					4,20	05:30
6	05:17	02:22					4,10	07:39
7	05:29	02:09					4,80	07:38
8	03:38	01:44					4,10	05:22
9	03:02	02:17					4,30	05:19
10	02:52	02:14					4,30	05:06
11	03:12	03:45					4,30	06:57
12	03:43	04:00					4,60	07:43
13	03:47	01:58					4,60	05:45
14	04:37	03:11					4,60	07:48
15	04:30	02:58					4,80	07:28
16	02:27	02:33					4,90	05:00
Total	01:03:26	00:38:13	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	70,28	01:41:39
Tempo de manobra	01:30				Eficiência (m/h)		56,40	

Fonte: Arquivos pessoais.

9.4. Cálculo de Tempos de ciclos de Escavadeiras e caminhões

Foi realizado um estudo dos tempos de ciclos das escavadeiras e caminhões com o objetivo de aproveitar esses equipamentos sem desperdícios e evitar a formação de filas de espera de caminhões para serem carregados. Esse cálculo era realizado sempre quando havia troca de frentes de lavras, pois a distância de transporte mudava. E também era realizado

levando em consideração os equipamentos de transporte e carregamento já existentes na mineração.

Para a escavadeira eram considerados os seguintes fatores: tempo de carregamento, tempo de manobra, capacidade da concha, número de conchadas, ciclo da concha. Já para os caminhões levava-se em conta: o tempo de ida e volta; tempo de manobra; tempo de carregamento e tempo de basculamento. Todos os tempos eram medidos com o auxílio de um cronômetro e a capacidade dos equipamentos era dada pela empresa.

Assim como no cálculo de eficiência das perfuratrizes, os tempos de ciclos eram medidos várias vezes para se ter uma confiabilidade estatística boa, tendo em vista que os mesmos podem ser afetados por vários fatores como boca do britador cheia, rocha fragmentada que apresenta dificuldade de carregamento, parada de funcionamento de algum equipamento e eficiência do operador. Na Tabela 5, podemos ver, como exemplo, os ciclos dos caminhões e das escavadeiras de uma determinada frente de lavra.

Tabela 5 - Ciclos dos caminhões e Escavadeiras.

Ciclo Caminhões					
22 m ³			20 m ³		
Ida e volta	04:32	min	Ida	04:32	min
Manobra	01:51	min	Manobra	01:51	min
Carregam.	02:44	min	Carregam.	02:14	min
Basc.	03:07	min	Basc.	03:07	min
Total	12:14	min	Total	11:44	min
Ciclo Escavadeira					
Liebherr 964C			Liebherr 954C		
Tempo Carreg.	02:45	min	Tempo Carreg.	02:34	min
Tempo de manobra	01:51	min	Tempo de manobra	01:47	min
Cap. da Concha	3	m ³	Cap. da Concha	2,7	m ³
Nº de Conchadas	7,1	un	Nº de Conchadas	8,1	un
Ciclo p/ Concha	23,2	s	Ciclo p/ Concha	19,0	s

Fonte: Arquivos pessoais.

Com esses dados, referente a uma frente de lavra específica, é possível saber quantos caminhões são necessários para atender determinada escavadeira, bastando dividir o tempo total de ciclo do caminhão pelo tempo de carregamento da escavadeira. Por exemplo, se for escolhida a escavadeira Liebherr 964C e os caminhões de 20 m³, seriam necessários, fazendo as aproximações necessárias, 4 caminhões desse tipo para atender essa lavra.

Com isso, era possível dimensionar de forma prática a distribuição dos equipamentos sempre que houvesse mudança de frente de lavra.

9.5. Cálculo da Produção dos equipamentos

Para o cálculo da produção mensal de cada equipamento faz-se uma estimativa da produção horária dos caminhões considerando a capacidade das escavadeiras que estavam os carregando e depois multiplica esse valor pelo produto das horas trabalhadas por mês, a quantidade de caminhões e a eficiência do operador, como podemos ver na Tabela 6.

Esse cálculo é útil para saber se a produção dos equipamentos está de acordo com a produção mensal da mina. Caso se utilize alguma pá carregadeira, que em algumas situações também são utilizadas no carregamento, faz o cálculo análogo, incluindo esse equipamento.

Tabela 6 – Produção das Escavadeiras e Caminhões da Guarany Mineração.

Escavadeira	Caminhão (m³)	Produção	Horas Trab. (mês)	Ciclo (h)	Quant. Caminhões	Eficiênc.	Volume (m³/mês)
Liebherr 964C	22	107 m³/h	198	0,20611	2	0,8	33.814,95
	20	99 m³/h	198	0,2028	2	0,8	31.242,60
	-	- m³/h	-	-	-	-	-
Liebherr 954C	22	108 m³/h	198	0,2039	2	0,8	34.181,46
	20	102 m³/h	198	0,1956	1	0,8	16.196,32
	-	- m³/h	-	-	-	-	-
TOTAL							115.435,34

Fonte: Arquivos internos Guarany Mineração.

9.6. Elaboração de Planilhas de custos de Produção

Com o intuito de descobrir informações referentes aos custos de produção para colocar no Relatório Anual de Lavra 2012, todos os custos referentes as operações de decapeamento, perfuração, desmonte, carregamento, transporte e britagem foram levantados.

Para isso, foram vistos todos os gastos com manutenção de equipamentos, compra de novas peças, combustível, mão de obra, energia elétrica, serviços terceirizados, depreciação, explosivos, dentre outros, referentes a essas atividades no ano de 2012.

Por se tratar de dados confidenciais da empresa, tais tabelas não podem ser exibidas no presente relatório.

9.7. Acompanhamento e Organização de operações Especiais

As operações especiais consistem em atividades que tem que ser realizadas conforme a necessidade, com o intuito de auxiliar a execução de uma operação maior. No período de estágio, foram realizadas dois desses tipos de atividades: desmonte com uso de detonador eletrônico e Boring Track em furos.

9.7.1. Desmorte Primário com Uso de Detonador Eletrônico

Esse tipo de operação é realizado na Guarany Mineração quando se tem bancadas muito fraturadas ou bancadas muito altas, pois nesses casos, a iniciação não elétrica pode ser falha e necessita-se de uma desmorte especial, onde os tempos de retardo entre furos devem ser calculados mais livremente, não tendo que seguir os padrões de tempos impostos sobre os acessórios tradicionais. Como o detonador eletrônico é programável, esses tempos podem ser colocados de acordo com a necessidade da bancada, sendo ideais para bancadas mais difíceis de ser detonadas.

O procedimento do Sistema de Iniciação eletrônica é todo realizado pela empresa encarregada de fazer o carregamento de emulsão bombeada, que são encaminhados até a bancada onde se realizará o fogo.

Inicialmente faz a ligação do cabo de conexão do sistema com o reforçador que é colocado em cada furo, depois executa o carregamento com a emulsão bombeada. Uma vez carregados os furos, os tampões são colocados, com muito cuidado para não romper o cabo de conexão, pois os mesmos são bastante sensíveis, para depois fazer a ligações entre os furos através de plugs que são conectados formando uma espécie de “zig-zag” entre os furos.

Depois desse procedimento, o croqui do plano de fogo é encaminhado ao Engenheiro de Minas da empresa terceirizada que registra os tempos de retardo de cada furo em um equipamento eletrônico. No último plug do furo é colocada uma antena.



Figura 21 - Acessórios do Sistema de Iniciação Eletrônico.

Uma vez fiscalizado e conferido toda a amarração, a bancada pode ser detonada. Para isso, o equipamento eletrônico é levado para uma distância de aproximadamente 3 km da bancada, para assim, iniciar o fogo que ocorre via ondas de rádio através da antena colocada na bancada. Na Figura 21 podemos visualizar todos acessórios do Sistema de iniciação eletrônica.

9.7.2. Bore Traking

Essa técnica permite saber a direção dos furos já perfurados, pois, como sabemos, muitas vezes ocorrem desvios durante a perfuração, com isso é possível detectar esses erros para depois corrigi-los usando a técnica mais adequada para cada caso.

Esse serviço é realizado por outra empresa, mas conta com acompanhamento e auxílio de funcionários da Guarany Mineração. Ele consiste primeiramente em marcar pontos no espaço ao longo do furo que se está examinando. Isso é realizado utilizando um equipamento chamado de Probe que consiste em um conjunto de várias hastes, de um metro de comprimento cada, e um sensor, colocado na extremidade da primeira haste. Ao longo do furo, marca-se um ponto em um intervalo de distância de três em três metros, e este dado é armazenado em outro equipamento chamado CPU. Com isso obtém-se a localização dos pontos dos furos no espaço. Na Figura 22 podemos ver esses equipamentos.



Figura 22 - Equipamentos utilizados na técnica bore Traking.

Depois que se obtém esses pontos, deve-se fazer uma espécie de escaneamento da face da bancada que consiste em delimitar uma área da mesma e pegar vários pontos topográficos em intervalos muito pequenos e depois, juntar esses dados para se ter a localização dessa bancada no espaço. Para isso usa-se o equipamento que dá nome a técnica, o Bore Traking que pode ser visualizado também na Figura 22.

Ao reunir os dados da Probe e do Bore traking se tem uma visão da bancada e da extensão dos furos em relação a ela, podendo-se visualizar os desvios e a distância de afastamento por dentro da rocha, alcançando, dessa forma, o objetivo pretendido.

CONCLUSÃO

O estágio na Guarany Mineração alcançou todas as expectativas de aprendizado, mesmo sendo realizado em apenas três meses, um tempo de duração relativamente curto. Ele trouxe um amadurecimento profissional e abriu a visão para as circunstâncias práticas na qual nossa área está inserida.

Foi possível adquirir conhecimentos sobre todas as etapas da Mineração, mesmo aquelas que não foram lidadas diretamente, como geologia e controle ambiental. E também aprender bastante sobre as áreas fundamentais da Engenharia de Minas como perfuração, desmonte, carregamento, transporte e economia mineral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANEPAC – Associação Nacional de Entidades de Produtores de Agregados para a Construção Civil. Disponível em: <www.anepac.org.br>. Acesso em 22/03/2013.
- ASSUNÇÃO,P.R.S. Atlas do meio físico do município de Jaboatão dos Guararapes-PE. Projeto Single, Recife: 1997.
- BERTOLINO,L.C., PALERMO,N. Geologia. In: Manual de Agregados para a Construção Civil, Luz & Almeida. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012.
- CALEAS.G.D, AMARAL, J.A.G. Imagem pública do setor de agregados. In: Manual de Agregados para a Construção Civil, Luz & Almeida. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012.
- CHAVES,A.P. Projeto de instalações de britagem. In: Manual de Agregados para a Construção Civil, Luz & Almeida. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012.
- CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Disponível em <www.cprm.gov.br>. Acesso em 22/03/2013.
- FERREIRA,G.E., FONSECA,C.A.F. Mercado de agregados no Brasil. In: Manual de Agregados para a Construção Civil, Luz & Almeida. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012.
- KOPPE,J.C., COSTA,J.F.C.L.. Operações de lavra em pedreiras. In: Manual de Agregados para a Construção Civil, Luz & Almeida. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012.
- KOPPE, J.C. Seleção de equipamentos e procedimentos operacionais. Apostila Curso de mineração de bauxita. Vale: Porto Alegre, 2009.
- LUZ,A.B. Introdução. In: Manual de Agregados para a Construção Civil, Luz & Almeida. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012.
- LUZ,A.B., ALMEIDA,S.L.M. Normas técnicas e caracterização tecnológica dos agregados. In: Manual de Agregados para a Construção Civil, Luz & Almeida. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012.
- VALVERDE,F. Balanço Mineral Brasileiro (2001). Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/balancomineral2001/agregados.pdf>>. Acesso em 22/03/2013.

Anexo 1: Fluxograma do processo produtivo da Planta de britagem Guarany.

