

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO - ENGENHARIA DE MATERIAIS

"RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO"

EMPRESA: CDRM/PB.

Carlos Clócio Lucas Farias.
ESTAGIÁRIO: CARLOS CLÓCIO LUCAS FARIAS

ORIENTADORES DA EMPRESA: *Antonio Carlos Rabelo Pires.*
ANTONIO CARLOS RABELO PIRES e

Valdeci Targino da Silva.
VALDECI TARGINO DA SILVA

RELATÓRIO: 01

PERÍODO : 24/02/86 à 24/05/86.

CARGA HORÁRIA:

COMISSÃO: *Maria do Socorro de Paacunda 10 (dez)*

Luca 9,0 (nove)

Thaís 10,0 (dez)



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

AGRADECIMENTOS

MARIA DO SOCORRO LACERDA (M.Sc)

Professora Titular - UFPb

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS MINERAIS DA PARAÍBA
CDRM/PB

IVONALDO ELIAS DE LIMA

Diretor Superintendente

IOMAN LEITE PEDROSA

Diretor de Operações

ANTONIO CARLOS RABELO PIRES

Chefe da Divisão de Geologia e Mineração - DGM

VALDECI TARGINO DA SILVA

Engenheiro de Minas.

Í N D I C E

	<u>PÁGINA</u>
APRESENTAÇÃO	1
OBJETIVO	2
01. INTRODUÇÃO	3
02. PRINCIPAL MÉTODO DE LAVRA	4
03. TIPOS DE ENSAIOS TECNOLÓGICOS NECESSÁRIOS A CARACTERIZAÇÃO DA ROCHA	4
3.1 - Análise Petrográfica	5
3.2 - Ensaio de Serragem e Polimento	6
3.3 - Ensaio de Caracterização Mecânica	6
3.3.1 - Índices Físicos	9
3.3.2 - Resistência à Compressão: Axial Simple	9
3.3.3 - Resistência à Flexão	10
3.3.4 - Resistência ao Desgaste Abrasivo	10
3.3.5 - Alterabilidade	11
04. MÉTODO IDEAL	11
4.1 - Descrição e Caracterização	11
4.2 - Desdobramento da bancada em blocos dimensões comerciais	14
4.3 - Equipamentos Necessários	15
4.4 - Mãos de obra Específicas para desenvolvimento e lavra .	16
4.5 - Segurança exigida para o Método de Trabalho	17
4.6 - Preparação de Rampas, Praças e Bota Fora	18
4.7 - Plano de Fogo Ideal	20
4.7.1 - Carregamento	21
4.7.2 - Escorva	22
4.7.3 - Tamponamento	22
4.7.4 - Cálculos das Cargas	22
4.8 - Fatores que Influenciam na Produção	24
4.9 - Processamento do Curso Operacional	25
4.9.1 - Royalty	26
4.9.2 - Custo de Lavra	27
4.9.3 - Imposto e Participação na Lavra	27
4.9.4 - Custo de Transporte	28
4.9.5 - Custo de Beneficiamento	28
4.9.6 - Custo de Comercialização	29
4.9.7 - Lucro	30
4.10 - Precauções sobre a Degradação Ambiental	30
05. CONCLUSÕES	32
06. BIBLIOGRAFIA	34

APRESENTAÇÃO

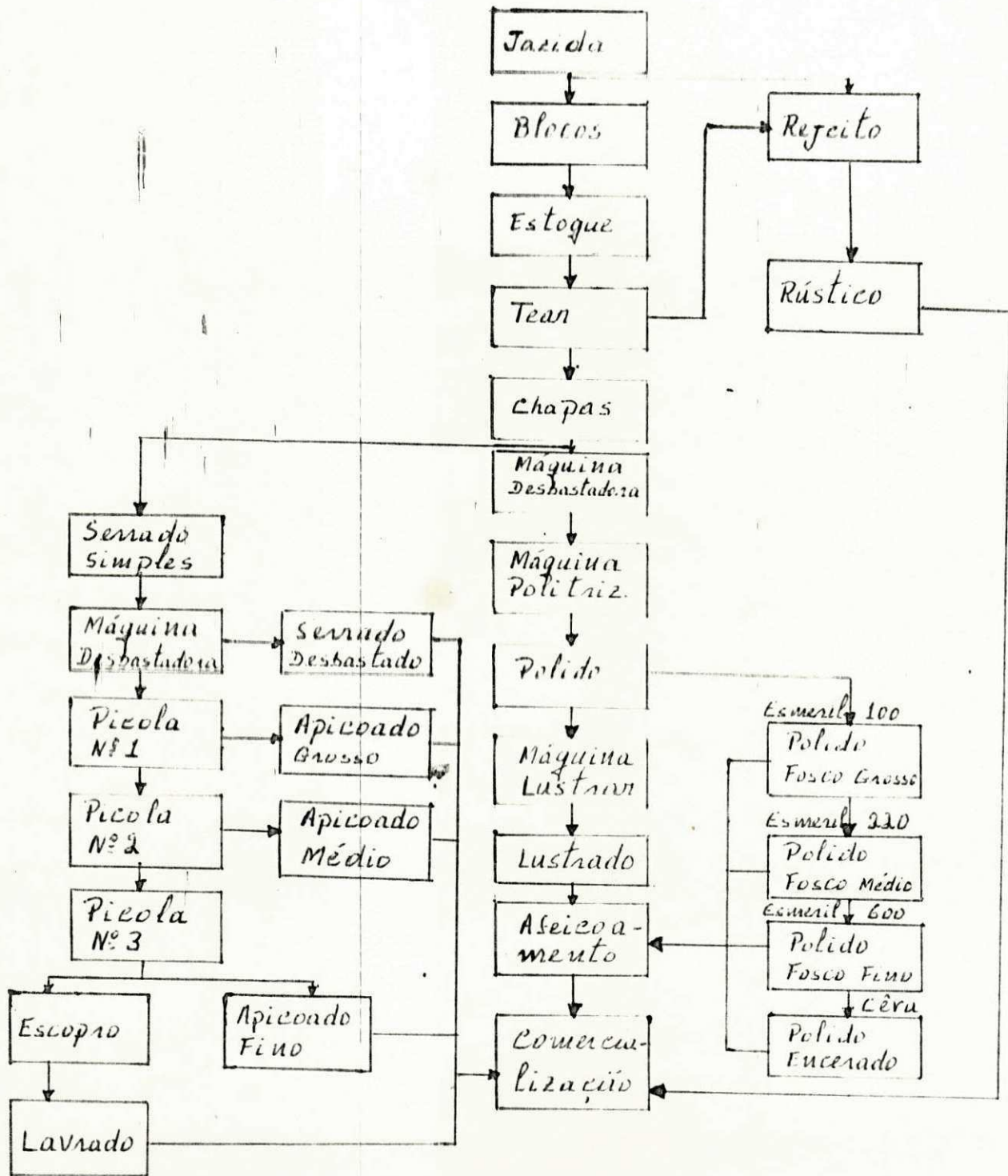
A Companhia de Desenvolvimento de Recursos minerais da Paraíba - CDRM/PB, localiza-se na Av. Getúlio Vargas, nº 975 - Centro - Campina Grande - Paraíba. Criada pela Lei nº 4.067, de 28 de julho de 1979, iniciou suas atividades em 5 de novembro deste mesmo ano, objetivando principalmente, a exploração mineral, lavra e seu beneficiamento, criando uma infra-estrutura adequada para o seu desenvolvimento interno e externo.

Hoje, a CDRM/PB é uma empresa que atua nos mais diversos setores, quer seja no público quer seja no privado, que atuem no seu campo de atividade, aumentando assim, com grande aceleração, sua capacidade produtiva estimulando o descobrimento de novos jazimentos e, intensificando o aproveitamento dos recursos hídricos do sub-solo paraibano, prestando ainda, uma ampla assistência técnico-científica à iniciativa privada em seus empreendimentos que visem a pesquisa, lavra e beneficiamento minerais.

As atividades executadas na CDRM, foram todas coordenadas pelo Chefe da Divisão de Geologia e Mineração - DGM, Geólogo Antonio Carlos Rabelo Pires, que dirigiu juntamente com os geólogos da referida divisão, todos os trabalhos efetados pelo estagiário, no desenvolvimento do seu estágio.

Quanto aos trabalhos de campo efetuados na lavra de granitos de Sucuru - Serra Branca - Pb, estes foram orientados pelo Engenheiro de Minas Valdeci Targino da Silva.

Fluxograma Básico de Beneficiamento de granitos.



ANTE PROJETO PARA LAVRA DE MACIÇOS GRANÍTICOSOBJETIVOS

O estágio realizado na CDRM/PB, objetivou principalmente, o acompanhamento e participação de informações sobre características e viabilidade econômica de ocorrências de rochas ornamentais em sua área de atuação, integrados ao planejamento econômico da região, bem como a exploração na lavra de maciços graníticos em diversas regiões do Estado da Paraíba.

Também, observar o comportamento do material polido, inclusive aspecto como: "fechamento" (acabamento), microfaturamento e sobretudo o aspecto da beleza da rocha, através dos diversos ensaios tecnológicos realizados.

01. INTRODUÇÃO

Desde há muito tempo a Pedra havia chegado a uma explendorosa interrupção como material de construção e o conjunto de todas manipulações necessárias para transformar a matéria bruta em elementos adequados para sua utilização em obra como formação a arte de cantaria, considerado tradicionalmente como um dos ofícios básicos de uma construção.

As pedras naturais, independentemente de qualquer outra classificação que podem receberem atendendo a sua origem e formação, as suas propriedades físicas e químicas, puderam divide-se em pequeno aspecto puramente industrial em três grandes grupos: Pedras, Granitos e Mármore.

Os granitos e os mármore que não podem ser excluídos como materiais de cantaria, reúnem uma série de características tão especiais que os diferenciam completamente das pedras. Adquirem brilho mediante o polimento e, principalmente, permitem sua divisão em delgadas lâminas, expressando em termos mais gerais, considera-se toda classe de trabalho mecânico.

Define-se Granitos, como todas as rochas de dureza elevadas como os granitos, sienitos, gabros, migmetitos, gnais ses.

Hoje, a utilização e aplicação do granito atinge os mais variados campos de atividades, concentrando-se principalmente na engenharia de construção, tais como: construção de túmulos, pisos externos e fachadas, pisos internos ou painéis, acabamento interno, superfícies de mobiliários, tampos de mesa, etc..

A utilização adequada dos materiais de construção está dependente das características de cada material. Essas características são reflexo de um certo número de fatores inerentes à própria constituição do material, ou seja, composição química, mineralógica e arranjo dos cristais, que definem as suas propriedades fundamentais de natureza física, mecânica e térmica. O conjunto dessas propriedades determina uma série de especificações básicas que devem ser conhecidas na escolha dos materiais para diferentes finalidades.

Em alguns países, onde a indústria de granitos para construção está mais desenvolvida, há a preocupação de que cada material esteja definido de acordo com suas propriedades tecnológicas que permitam indicar as limitações de seu uso provável.

02. PRINCIPAIS MÉTODOS DE LAVRA

- Bancada (em maciço de Granitos)
- Em matacões de Granitos.

03. TIPOS DE ENSAIOS TECNOLÓGICOS NECESSÁRIOS A CARACTERIZAÇÃO DA ROCHA

Pode-se perceber que desde o início da extração, passando pelo beneficiamento, até a sua aplicação final, os granitos sofrem as mais variadas solicitações como atrito, flexão, compressão, ataque químico e biológico, abrasão, etc. Estas solicitações podem ser simuladas através dos ensaios tecnológicos, que visam caracterizar os granitos para uma

aplicação correta e segura quando usado em cantaria. Os conhecimentos das características tecnológicas destas rochas pode conduzir também a um aproveitamento mais racional e auxiliar nas operações de extração e beneficiamento.

Vale salientar, que os ensaios tecnológicos não são realizados pela empresa CDRM/PB; e sim, por uma empresa sediada em Recife, mas é pretensão da empresa CDRM/PB, adquirir futuramente tais equipamentos para a realização dos referidos ensaios.

3.1 - Análise Petrográfica

A descrição petrográfica de uma-rocha envolve basicamente a sua mineralogia, textura, estado de alteração, estado microfissural e classificação. O simples reconhecimento de um determinado tipo petrográfico já permite aos especialistas estimar algumas de suas propriedades tecnológicas. A ocorrência significativa de minerais tais como a pirita, a marcassita, a pirrotita, as micas e a granada almandina, provavelmente implicará em problemas de desgaste diferencial e de ordem estética.

A análise petrográfica é muito útil para explicar comportamentos anômalos, para predizer modificações mineralógicas ou propriedades de engenharia em um novo ambiente e também para estabelecer relações entre propriedades petrográficas e tecnológicas.

As Análises Petrográficas - compreende descrição macroscópica em amostra manual quebrada e em amostra serrada e polida e descrição microscópica em lâmina delgada.

Os objetivos das análises são: identificação precisa da rocha, indicações sobre sua gênese e influência da sua composição na sua utilização. Nessas descrições é da ênfase aos minerais dielétricos, que podem causar mudanças de coloração ou de resistência mecânica às pedras quando de sua utilização.

Dentre esses minerais os que podem causar maiores problemas são a pirita, a marcassita, a pirrotita, as micas e a granada almandina.

3.2 - Ensaios de Serragem e Polimento

Nestes ensaios os critérios adotados são geralmente a facilidade de Serragem da Rocha, coloração, presença de fraturas, presença de minerais deletérios ou materiais que provoquem dificuldade de serragem ou polimento, tipo de lustro alcançado e fechamento. Este último é um termo do jargão dos marmoristas, significando a regularidade da superfície polida. Um granito que contenha cristais de mica com orientação inclinada em relação à superfície polida, por exemplo, não fecha bem, pois há tendência de desprendimento de placas da mica, formando pequenas cavidades que diminuem o lustro e facilitam o ataque químico da placa instalada.

3.3 - Ensaios de Caracterização Mecânica

Aqui serão descritas as principais ocorrências de rocha ornamental, granitos, selecionadas após um criterioso

estudo que inclui desde a forma de ocorrência até o aspecto da rocha polida.

Os ensaios físicos e mecânicos do material em várias áreas do Estado da Paraíba, apresentaram resultados que atendem aos padrões normais exigidos pela ABNT para a utilização como pedra ornamental, conforme quadros a seguir por região.

Sumé I

Massa específica aparente g/cm ³	Porosidade Aparente (%)	Absorção d'água (%)	Resistência a compressão Kg/cm ²	Resistência a flexão Kg/cm ²
2,68	0,68	0,25	1.331	233

Sumé II

Massa específica aparente g/cm ³	Porosidade Aparente (%)	Absorção d'água (%)	Resistência a compressão Kg/cm ²	Resistência a flexão Kg/cm ²
2,69	0,66	0,25	1.139	215

Picuí

Massa específica aparente g/cm ³	Porosidade Aparente (%)	Absorção d'água (%)	Resistência a compressão Kg/cm ²	Resistência a flexão Kg/cm ²
1,86	1,26	0,67	658	124

Catolé do Rocha

Massa específica aparente g/cm ³	Porosidade Aparente (%)	Absorção d'água (%)	Resistência a compressão Kg/cm ²	Resistência a flexão Kg/cm ²
2,65	1,42	0,54	764	68

Fagundes

Massa específica aparente g/cm ³	Porosidade Aparente (%)	Absorção d'água (%)	Resistência a compressão Kg/cm ²	Resistência a flexão Kgf/cm ²
2,44	0,75	0,31	1.097	152

Campina Grande

Massa específica aparente g/cm ³	Porosidade Aparente (%)	Absorção d'água (%)	Resistência a compressão Kg/cm ²	Resistência a flexão Kgf/cm ²
2,75	0,83	0,19	1.289	153

Taperoá

Massa específica aparente g/cm ³	Porosidade Aparente (%)	Absorção d'água (%)	Resistência a compressão Kg/cm ²	Resistência a flexão Kgf/cm ²
2,66	0,92	0,35	894	200

Itaporanga

Massa específica aparente g/cm ³	Porosidade Aparente (%)	Absorção d'água (%)	Resistência a compressão Kg/cm ²	Resistência a flexão Kgf/cm ²
2,71	0,80	0,30	615	60

Arara

Massa específica aparente g/cm ³	Porosidade Aparente (%)	Absorção d'água (%)	Resistência a compressão Kg/cm ²	Resistência a flexão Kgf/cm ²
2,64	0,74	0,28	1.052	160

NORMAS EXIGIDAS PELA ABNT PARA ROCHAS ORNAMENTAIS

Massa Específica Aparente (g/cm ³)	-	1,85 a 2,75
Porosidade Aparente (%)	-	0,65 a 1,45
Absorção d'água (%)	-	0,16 a 0,75
Resistência a Compressão (Kg/cm ²)	-	1.350 a 600
Resistência a Flexão (Kgf/cm ²)	-	250 a 45

3.3.1 - Índices Físicos

Este ensaio, fornece os índices: massa específica aparente, porosidade aparente e absorção d'água. Fornece uma idéia das micro-descontinuidades da rocha. Uma rocha com grande porosidade, fornecerá um alto índice de absorção d'água, sendo seus minerais bastante suscetíveis a ataque pela própria água ou outros agentes químicos, uma vez que a área de contato solução-mineral é grande. Os valores de absorção d'água e porosidade são bem correlacionados com os de resistência mecânica, decrescendo à medida que a porosidade e absorção d'água aumentam.

3.3.2 - Resistência à compressão axial simples

Este ensaio determina a tensão de ruptura da rocha quando submetida a solicitações de cargas crescentes, de compressão axial simples. É provavelmente o teste mecânico mais importante, pois não apenas fornece o valor da resistência à compressão, necessário para qualquer atividade no caso em que são aplicadas cargas de compressão às pedras (nas operações de beneficiamento, aplicações como pisos, colunas, pedestais, soleiras, etc.), mas também porque este valor expressa numérica e sinteticamente a sanidade do material.

Trata-se de um ensaio que fornece o valor máximo de tensão que a rocha suporta. É função da composição mineralógica, textura, estado de alteração e porosidade da rocha. O valor de resistência à compressão deve ser conhecido pois é um excelente índice de caracterização, especialmente

se a rocha tiver que suportar cargas elevadas, tanto na própria utilização, quanto no transporte e no armazenamento.

3.3.3 - Resistência à Flexão

Determina a tensão de ruptura da rocha submetida a solicitações de cargas crescentes de flexão. É necessário para prever o comportamento do material em aplicações onde ocorram cargas de flexão (revestimentos, pisos, pias, esculturas, etc.) e para as operações de beneficiamento, geralmente efetuadas em placas e gerando elevadas cargas de flexão durante o polimento, serragem e manuseio. Em todas as utilizações dos granitos esta solicitação está presente, uma vez que a sua manipulação é, em grande parte, feita com a rocha cortada em placas.

3.3.4 - Resistência ao Desgaste Abrasivo

Este ensaio Também conhecido como desgaste (AMSLER) fornece um índice em milímetros correspondente ao desgaste por disco com abrasivo sofrido pela rocha em um percurso abrasivo de 1.000 metros. É também a simulação de um tráfego de pedestres sobre a rocha.

Caso apresente um valor demasiado baixo, o custo do polimento deverá ser alto, e conseqüentemente o material deverá ter um uso limitado. É utilizado para avaliar o custo de polimento (quanto maior a resistência, maior o custo) e a resistência ao desgaste mecânico causado por trânsito de veículos e pedestres.

3.3.5 - Alterabilidade

Este parâmetro talvez seja o mais importante para a qualificação da rocha na sua utilização como material de cantaria. O IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas S.A.) tem conseguido certo sucesso na determinação da alterabilidade de rochas, utilizando alguns métodos que tentam simular as maiores solicitações a que elas serão submetidas. O ensaio foi efetuado conforme o seguinte procedimento.

a) Ciclagem artificial - consiste na alteração (imersão em água) e secagem (estufa) acompanhados, depois de 30 ciclos, pela análise petrográfica e pelo desgaste abrasivo Amsler.

b) Resistência a produtos de limpeza - ataque da rocha por detergentes e saponáceos, e acompanhamento, por observações em mineralógicas, texturais de cor, de lupa e microscópio, das alterações que a rocha sofreu (alterações de brilho, etc.). Foi feito também acompanhamento da variação da resistência mecânica através do desgaste abrasivo Amsler.

04. MÉTODO IDEAL - "Bancada"

4.1 - Descrição e Caracterização

A locação da Frente de Lavra é feita obedecendo aos critérios usuais numa exploração de granitos para cantaria, tais como: sanidade, ausência de fraturas, xenólitos, ferrugem, etc. Em seguida procede-se a limpeza da frente de la

vra e a demarcação dos canais de corte superior e inferior, depois de definida a cota base, isto é, extensão longitudinal de corte e distância entre canais.

No desenvolvimento das operações da lavra de granitos tem-se o cuidado de na fase inicial determinar-se a posição do corpo rochoso, bem como sua continuidade física e química de modo que se possa trabalhar de modo racional e econômico.

Para uma correta produção de blocos de granitos para desdobramento, têm-se que levar em consideração as dimensões aceitáveis no mercado de rochas ornamentais (tabela 01), ou seja, a obtenção de blocos em forma de paralelepípedo com dimensões apropriadas para alimentar um tear.

TABELA 01 - DIMENSÕES ACEITÁVEIS PARA ALIMENTAÇÃO DE UM TEAR

	MÍNIMO	IDEAL	MÁXIMO
Comprimento	2,70m	3,00m	3,10m
Altura	1,00m	1,30m	1,60m
Largura	0,60m	1,05m	2,10m

Dentro deste contexto, a definição da cota base estaria ligada mais diretamente à altura, e, eventualmente, a largura do bloco, dependendo, naturalmente, das imperfeições da rocha, sob o ponto de vista de aproveitamento do corpo geológico para rochas ornamentais, que se apresentam durante o desenvolvimento dos trabalhos de lavra.

A distância entre canais, é determinada a partir dos comprimentos dos blocos que deseja-se produzir, bem como, do tamanho da bancada que se pretende obter, como ilustra o Quadro 02. Esquema de lavra de Maciços Graníticos com Jet Flame, onde se vê várias bancadas, trabalhadas com perfuratrizes (verticais e horizontais), para furações demarcatórias e macacos hidráulicos, para a separação dos blocos individuais.

Quanto a extensão longitudinal de corte, entende-se que ela deve ser maior que o tamanho da bancada, apenas o suficiente, para permitir que a equipe de desdobramento possa trabalhar normalmente na bancada obtida, sem serem incomodados com o prosseguimento dos trabalhos de corte com Jet Flame (maçarico) para obtenção da bancada-seguinte.

Não é indicado a realização de canais longos, devido a certos tipos de: (maçarico, compressor e demais equipamentos), pelos problemas que os mesmos podem trazer. O material desagregado pela ação do Jet Flame entope o canal de corte, prejudicando sobremaneira a circulação do ar, provocando, em consequência uma concentração de altas temperaturas numa pequena área do canal, que resultam em dilatação térmica da rocha.

Esta dilatação térmica, provoca desde o surgimento de delgadas lascas de granitos, que contribuem para entopir o canal, dificultando o seu pleno desenvolvimento, até a formação de pequenas fraturas nas bordas da bancada, que irão prejudicar o aparelhamento do bloco segundo a forma de um paralelepípedo.

Desta forma, desaconselha-se a execução de canais

longos por razões de ordem técnica, sem levar em consideração que estes aspectos, implicam num aumento de consumo de combustível e, portanto, afetam a economicidade do método.

O parâmetro de maior importância deste método de lavra é o rendimento de corte. Este parâmetro diz respeito a economicidade do processo, visto que relaciona diretamente o consumo de combustível, fator limitante do ponto de vista econômico, com a área de corte, fator limitante do ponto de vista produtivo. Estes fatores irão refletir no custo final do metro cúbico (m^3) de granito produzido.

A execução dos canais de corte com Jet Flame serve na prática para a criação de superfícies livres ao longo do maciço granítico, que permitirão gradativamente o seu desdobramento em bancadas e estas em blocos nas dimensões desejadas e adequadas à comercialização.

4.2 - Desdobramento da bancada em blocos com dimensões comerciais

A execução dos canais de corte com Jet Flame serve na prática para a criação de superfícies livres ao longo do maciço granítico (FOTO 14), que permitirão gradativamente o seu desdobramento em bancadas e estas em blocos nas dimensões desejadas e adequadas à comercialização.

No Quadro 03, a seguir, podemos visualizar a marcação dos parâmetros que irão determinar as futuras etapas do desdobramento da bancada em blocos com dimensões comerciais, prevendo-se inclusive as perdas (com o Jet Flame e a perfuratriz manual). Segundo este raciocínio, obteremos blocos com dimensões úteis de: comprimento - 3,0m e largura -

MINÉRIOS

DE PERNAMBUCO S.A.

MARQUES DE AMORIM N.º 400 - BOA VISTA - RECIFE - PE - CEP. 50.000 - TELEFONES: 222.2052 - 231.7158
(M.F.) N.º 11.529.021/0001-15 — INSCRIÇÃO ESTADUAL N.º 18.1.001.71116-6 — INSCRIÇÃO MUNICIPAL N.º 64.277-0

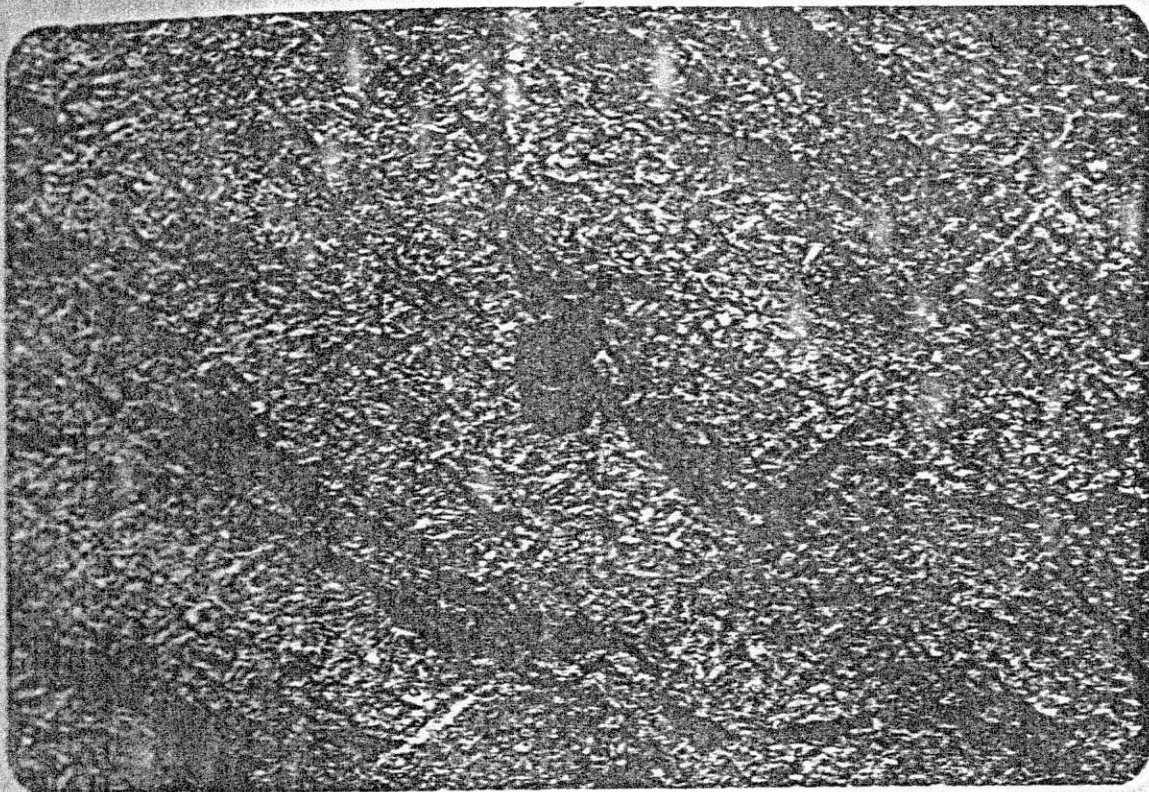


FOTO 14 - ASPECTO DA SUPERFÍCIE DA ROCHA DEPOIS DO CORTE COM
JET FLAME

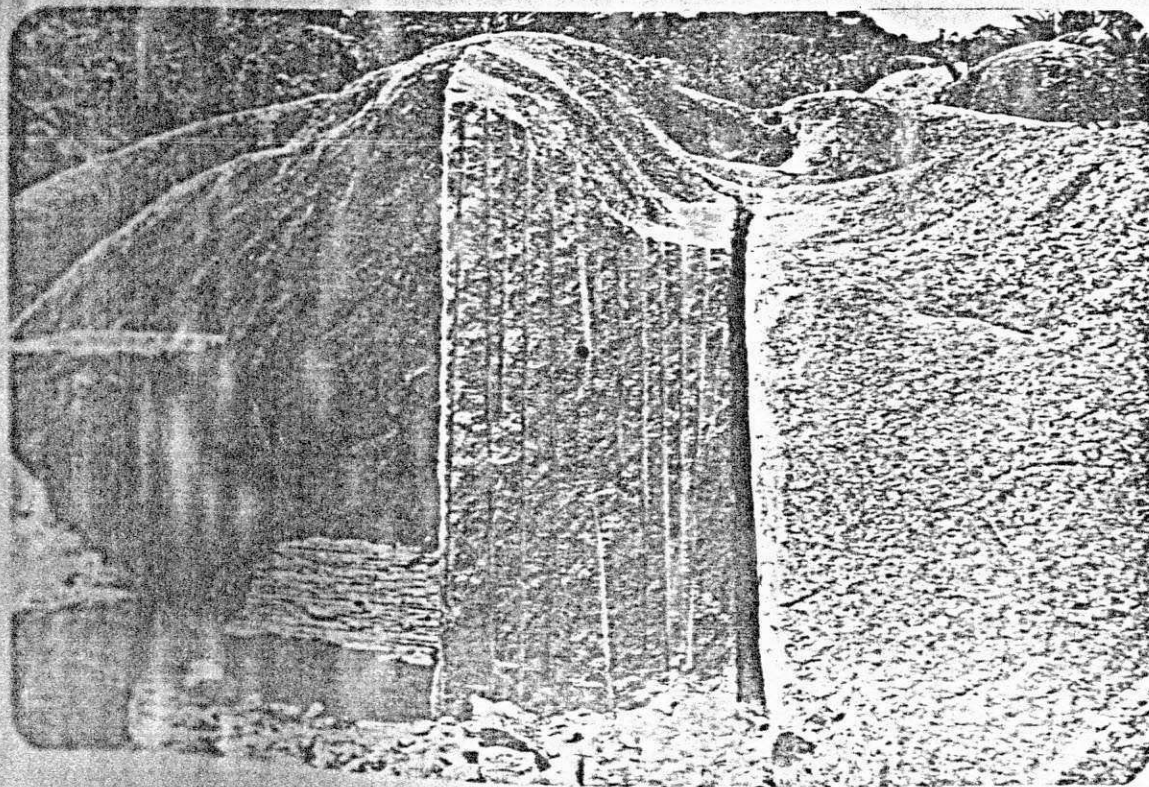
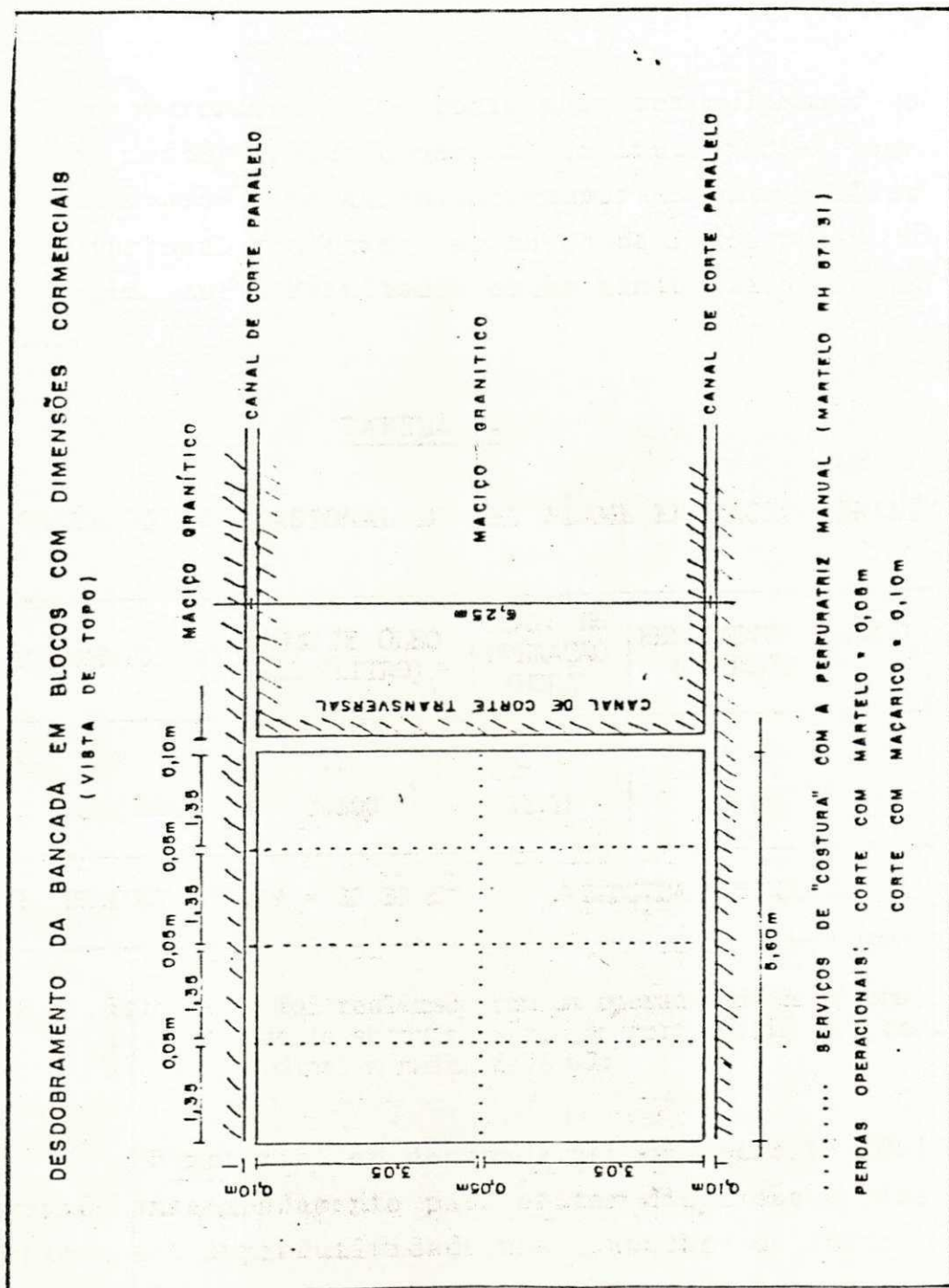


FOTO 15 - ASPECTO DO DESDOBRAMENTO INICIADO NA BANCADA OBTIDA
COM O JET FLAME



QUADRO 03



1,30m. Quanto a altura, esta estaria relacionada à definição da cota base, ou topografia do terreno, imperfeições da rocha, etc.

4.3 - Equipamentos Necessários

No sentido de apoiar os trabalhos de pesquisa e o planejamento da lavra e, posteriormente o seu desenvolvimento, poderemos dentro deste contexto enumerar diversos equipamentos apresentados durante os trabalhos de lavra.

1 - Guicho, acoplado a motor diesel, marchas e freios. Equipamento de arraste destinado a movimentação de cargas com até 20 (vinte) toneladas, de tração direta.

2 - Pórtico, tipo modulado com estrutura treliçada, forma cavalete.

3 - Perfuratrizes manuais (martelo pneumático), é especialmente adequado para serviços de perfuração em bancadas baixas e fogacho; é adequada para furos de até 4 (quatro) metros de profundidade.

4 - Compressor acionado por motor diesel, portátil.

5 - Central de ar comprimido.

6 - Tanque de ar comprimido.

7 - Cabina elétrica.

8 - Bomba.

9 - Maçarico.

- 10 - Macacos hidráulicos
- 11 - Marteletores para Perf. Vertical
- 12 - Marteletores para Perf. Horizontal
- 13 - Pixote
- 14 - Explosivo, etc.

4.4 - Mãos de obra Específicas para Desenvolvimento e Lavra

Para iniciar uma lavra de granitos, é primeiramente iniciado um período de ensinamento para absorção da tecnologia de operacionalização do Jet-Flame, no sentido de formar mão-de-obra especializada local, em sistema produtivo normal, com controle de custos e rendimento operacional, para melhor aferição da evolução do aprendizado.

Para uma lavra de Maciços Graníticos com Jet Flame precisa-se de mão-de-obra para trabalhar nos seguintes equipamentos:

- 1- Maçarico
- 2- Macacos hidráulicos
- 3- Marteletores P/Perfuração Vertical
- 4- Marteletores P/Perfuração Horizontal
- 5- Martelo pneumático
- 6- Guindaste
- 7- Pixote, etc.

4.5 - Segurança Exigida para o Método de Trabalho

As causas indiretas dos acidentes nas lavras, são os perigos específicos no trabalho, tais como: materiais de feituosos, imprudências e descuidos, a ignorância, a desobediência das ordens, as condições físicas dos trabalhadores, as faltas de direção técnica, erros dos capataz, erros dos companheiros de trabalho, etc.

Em uma exploração em que existe condições de perigo, é essencial que todos os trabalhadores obedeçam as ordens recebidas. É necessário que exista número suficiente de capatazes e vigilantes, para proteger adequadamente os lugares de trabalho. Este pessoal deverá anotar todas as infrações e os regulamentos, assim como as imprudências e incompetências por parte dos operários.

Para que sirva de guia aos operários que trabalham em uma lavra qualquer, deve redigir um regulamento geral de segurança. Este regulamento deve ser preparado pela direção da lavra e deve ser aplicado tanto nas instalações em superfície como nos trabalhos de interior.

Para melhor desempenho e maior segurança do pesoal da pedreira, é obrigatório a distribuição dos seguintes equipamentos de proteção individual:

- Capacetes, protetores visuais e auriculares, respiradores de pó, luvas de amianto e macacões, estes dois últimos apenas para quem trabalha com o Jet Flame.

Cuidados essenciais no manuseio do maçarico: usar sempre um local limpo e aberto para acendê-lo, evitar que a torneira do oxigênio fique aberta por mais de 20 segundos em

cada tentativa e abrir a torneira do ar para "limpar" o maçarico antes de tentar acendê-lo novamente depois de uma tentativa frustrada.

4.6 - Preparação de Rampas, Praças e Bota Forá

A lavra a céu aberto, começa pela remoção dos terrenos de recobrimento sobre a área em que pretende começar a lavra propriamente dita. Esta operação deve começar um ou dois anos antes de iniciar a exploração. Se constrói paralelamente as vias de acesso, o corte e os trabalhos de descombro, tanto o descombro, como a exploração se realiza no sentido descendente por franjas descendentes (bancos).

Os preliminares necessários de toda exploração deste tipo, são construções de centrais de força, oficina de trabalho, armazém, alojamento para o pessoal, assim como a união da estrada a ferrovia e rodovia. Se instala primeiro a equipe inicial para levar o material de descombro a extração de recobrimento. Com o progresso da lavra, se prepara as vias de acesso para o primeiro banco da lavra, se montam as instalações de energia, transporte, as vias dos bancos e a preparação do equipamento de arranque e transporte.

Praticamente todas as terras e rochas aumentam de volume ao ser arrancaças e extraídas. Onde esses materiais em excesso serviram para a preparação da praça de trabalho, isto verifica-se quando da utilização do explosivo em determinada pedreira, resultando portanto as partes centrais e abandonando grande quantidade de rejeitos, onde estes rejeitos e as terras originadas da explosão, irão servir para o

nivelamento da praça de trabalho, para posteriormente utilizar os mais variados equipamentos para a evolução da lavra e também o acesso para o transporte dos blocos obtidos.

Em lavra a céu aberto, as vias de acesso são, comumente, simples estradas principais, convenientemente construídas para possibilitar a lavra dos diversos bancos, que verticalmente dividem a lavra.

Frequentemente, a lavra a céu aberto requer remoção de material estéril, detrítico ou não, sobrejacente ao material útil e denominado capeamento. Essa operação de descapeamento ou desnudamento é executada antes ou durante a lavra. Não constitui uma "via de acesso", mas operação especial - que, frequentemente, requer suas próprias vias de acesso, especiais. Se executada previamente à lavra, implica vultosas despesas iniciais - comumente contabilizadas como investimentos e não como "despesas operacionais diretas".

Acesso aos Cortes

A criação de um potente recobrimento, pode estar situado em uma parte alta de uma montanha ou serra, pode estar desenvolvido ao longo de umas ladeiras de um sistema montanhoso, ou pode estar situado em terrenos planos ou moderado declive. Nos primeiros casos, o acesso aos bancos de arranque de recobrimento mineral se realiza por um sistema de retrocesso.

Nos bancos que se dispõem de ladeiras, prepara-se acesso até atingir uma largura suficiente para instalar o equipamento pesado e montá-lo.

4.7 - Plano de Fogo Ideal

Para se escolher um explosivo a ser utilizado, alguns fatores devem ser considerados. O fator determinante principal é o tipo de rocha que se deseja desmontar. Outro fator importante a analisar é o aspecto físico que a rocha apresenta como por exemplo, se é um pacote de rochas compactas, se apresenta fraturas preenchidas ou não por material de consistência diferente, se apresenta problemas de minas cheias de água, etc. É importante notar que a definição do tipo de explosivo com que se vai trabalhar é assunto relevante na eficiência do desmonte, tornando-os mais produtivos e mais econômicos.

Na maioria dos casos, faz-se analogias entre diferentes tipos de rochas que apresentam aspectos semelhantes; esses tipos possuem, de acordo com a sua origem e formação, propriedades físicas e mecânicas diferentes, conseqüentemente, acarretando uma considerável diversidade de aplicação das propriedades dos explosivos.

Em desmontes a céu aberto de rochas, bem como para rochas brandas também ocasionalmente resistentes, obtêm-se excelentes resultados empregando, dentre outros produtos, explosivos de alta velocidade de detonação como o SD-2. Este produto é uma lama explosiva, isenta de ingredientes causadores de efeitos "biológicos colaterais", com a qual se obtém alta densidade de carregamento, pois é um explosivo que preenche inteiramente o furo, mantendo íntimo contato com a parede do mesmo. Para cada caso específico há um tipo de explosivo que melhor se adapta e, na maioria das vezes, a experimentação é o método mais seguro de se proceder à escolha.

O diâmetro do cartucho deve ser o maior possível e cerca de 1/4 de polegada menor que o diâmetro do fundo do furo, a fim de permitir um fácil carregamento. Para o caso do SD-2, ele apresenta uma grande vantagem para o carregamento em furos verticais, pois pode ser fornecido em comprimento de até 72 polegadas em diâmetro, de 7/8 e 1 polegadas.

Para maior economia, o SD-2 pode ser usado como carga de base e o restante do furo é preenchido com o Nitron 71, explosivo derramável isento de substâncias que possam causar dor-de-cabeça. O Nitron 71, por ter baixo preço e baixa densidade, é o explosivo que assegura menores custos por metro de coluna de carga.

4.7.1 - Carregamento

Antes de se processar o carregamento, é conveniente verificar o estado das pedreiras, principalmente se não estão obstruídas por fragmentos soltos que caem dentro delas ou mesmo por fragmentos que se possam desprender das paredes internas dos furos, pois essas pedreiras devem ser limpas para se poder utilizar todo o seu espaço interno para os explosivos.

No caso da coluna explosiva ser iniciada em um só ponto, como para as espoletas, a interrupção da coluna por material inerte pode acarretar falhas parciais ou mesmo totais da detonação da pedreira. É corrente o emprego de ar comprimido para a limpeza das pedreiras.

4.7.2 - Escorva

A escorva, isto é, o cartucho que leva a espoleta, não deve ser introduzida com força nem socada e sim posta cuidadosamente em posição, se possível, intercalada com um cartucho entre ela e um atacador para adensamento da carga. Quando se faz o carregamento da escorva, deve-se ter cuidado para que o estopim, os fios da espoleta elétrica ou o cordel detonante não sejam danificados por atrito.

4.7.3 - Tamponamento

Recomenda-se geralmente, por motivos de segurança e maior eficiência, confinar a carga por meio de um tampão.

Os materiais umedecidos fornecem os melhores tampões, e, se possível, devem ser socados nas minas para preencher todo o espaço entre a carga e a boca do furo. Não se deve empregar nos tampões material grosso, para evitar dano ao estopim, aos fios das espoletas elétricas ou do cordel detonante.

4.7.4 - Cálculo das Cargas

Sempre que possível, deve-se anotar e conservar os dados obtidos com as detonações, pois para isso pode-se chegar não só a uma eficiência maior, bem como a um desmonte mais econômico, principalmente se o trabalho se desenvolve segundo um sistema pré-estabelecido.

A seguir, um exemplo de como se calcula as cargas e a razão de carregamento para um fogo.

Supõe-se os seguintes dados:

10 furos de 1 1/4" de diâmetro	
Profundidade	5,40 m
Espaçamento	3,10 m
Afastamento	0,90 m
Explosivo	SD-2 DU POINT 1" x 72"
Peso de cada cartucho	1.450 g.

Razão de carregamento calculada:

Volume por furo - 5,40 x 3,10 x 0,90 ..	15,06 m ³
Volume total - 10 x 15,06	150,66 m ³
Número de cartuchos por furo	2 1/2
Número total de cartuchos	25
Peso total de explosivo	36.250 g
Razão de Carregamento $\frac{36.250}{150,66}$	240,6 g/m ³

Para o exemplo acima, supõe-se que se trata de uma rocha bastante resistente.

Ainda com vistas a uma diminuição de custos, pode-se utilizar o NITRON 71 em toda a coluna, devendo-se precaver no tocante à retirada da água dos furos, devido à baixa resistência à água que este material oferece.

4.8 - Fatores que Influenciam na Produção

De um modo geral a utilização de granitos brasileiros na indústria para construção civil evidencia a carência de uma orientação adequada, desde a sua fase inicial de escolha do corpo rochoso até as técnicas de beneficiamento final.

Pode-se dizer que no Brasil não se tem feito trabalho visando a descoberta e dimensionamento de corpos de granitos para serem utilizados na indústria. Em regra, quando é encontrado um destes tipos de rocha apresentando dimensões consideráveis, alguns testes de acabamento são feitos a fim de se verificar se o produto oferece condições de comercialização. O critério adotado nesta fase é puramente estético; procura-se avaliar o efeito decorativo do material. Satisfeita esta condição, a situação geográfica do corpo rochoso é levada em consideração e, desde que o custo do transporte do local de ocorrência aos grandes centros comerciais sejam aceitáveis, praticamente a rocha está apta a ser explorada, sem que haja propriamente pesquisa do material a ser extraído.

Há uma série de razões que explicam esta situação, destacando-se as seguintes:

- 1) Falta de conhecimento de técnica eficiente para pesquisa de corpos de granitos destinados a revestimentos.
- 2) Falta de recursos econômicos por parte da empresa (para manutenção de equipamentos, para compra de equipamentos mais eficientes, para manter um maior número de operário, etc.) que em geral as absorvem em investimentos no setor de desdobramento e acabamento.

- 3) No caso do granito em que a lavra é frequentemente desenvolvida em matacões, as operações estão em constante mudança de local e um programa de pesquisa teria que abranger áreas muito extensas.
- 4) A heterogeneidade das propriedades físicas e químicas num mesmo corpo rochoso pode tornar a rocha imprópria para a sua finalidade.
- 5) O uso de granitos e mármore é condicionado às tendências arquitetônicas e deste modo um material que em determinado momento é bastante utilizado, poderá num futuro próximo ser substituído por outro.

4.9 - Processamento do Custo Operacional

A lavra e o beneficiamento de granitos de um modo geral, no Brasil, tem sido feitos de maneira rudimentar e não obstante os progressos feitos nos últimos anos resulta em modelo de indústria difícil de ser avaliada com relativa precisão.

A importância da industrialização do granito no Nordeste, tendo em vista o alto custo do frete e a descentralização para evitar a dependência em relação à indústria mármoreira e graniteira do sul do país; as empresas começaram suas atividades no ramo dos mármore adquirindo no sul o material que pelo seu alto custo devido a frete caro tornou-se proibitivo ao consumo no Nordeste. Por esse motivo, as empresas passaram a extrair e a industrializar granito local, através de financiamento da SUDENE e também convênios com os governos de Estado das respectivas empresas.

Por outro lado, o custo operacional das pedreiras nordestinas é muito mais baixo do que a das empresas sulistas, uma vez que não enfrentam o problema do inverno e hem o das chuvas abundantes. Em termos de extração das rochas, têm todas as condições climáticas ao seu favor, aliada à abundância das matéria-prima e um mercado que pode-se dizer virgem.

O roteiro aqui estabelecido, serve para orientar a análise dos fatos econômicos incidentes na industrialização de granitos para fins de revestimentos. Trata-se de um quadro esquemático para uma indústria que executa lavra, beneficiamento e comercialização, sendo esta última operação feita diretamente com o consumidor. Entretanto, poucas são as firmas, companhias que desenvolvem todas estas atividades. A maioria prefere trabalhar apenas em determinado setor, sendo assim necessário cerca de três a quatro empresas para dar ao material bruto a sua utilização como artigo de revestimento.

Na sequência de aproveitamento de um granito, supondo-se já conhecida a jazida, o preço de venda é obtido mediante a consideração de vários fatores que serão discutidos a seguir.

4.9.1 - Royalty

Quando a empresa de mineração não é proprietária do solo, geralmente paga certa importância pela ocupação da área, ou pelo aluguel da pedreira. Esta quantia pode ser considerada um Royalty.

4.9.2 - Custo de Lavra

Resulta da composição dos seguintes ônus:

- a) Depreciação de equipamentos
- b) Depreciação de instalação
- c) Manutenção de equipamento
- d) Mão-de-obra e encargos sociais.
- e) Insumos - Água
 - Energia Elétrica
 - Combustíveis
 - Explosivos, cordéis e espoletas
 - Óleos e lubrificantes
 - Abrasivos e fio helicoidal
- f) Preparação da lavra
- g) Administração
- h) Eventuais.

Nas lavras rudimentares como as de granitos estes gastos são baixos. Sendo 80% dos custos situados na faixa de mão-de-obra e encargos sociais.

4.9.3 - Imposto e Participação na Lavra

A extração e a circulação de substâncias minerais estão sujeitas ao Imposto Único sobre Minerais. A alíquota é de 15% para o mercado Interno e quando a substância se destina à exportação esta alíquota se reduz a 4,0%.

É assegurado ao proprietário do solo onde se situa a lavra o direito de participação nos resultados da lavra, a

qual corresponderá ao dízimo do Imposto Único sobre Minerais (Art. 86 do Código de Mineração).

4.9.4 - Custo de Transporte

É o fator que mais onera o custo de produção. O transporte por via rodoviária é quase sempre feito em condições difíceis. É uma carga relativamente pequena e que tem um peso em torno de 10 ton., o que resulta em grandes problemas para o transporte.

Em muitos casos, a exploração de uma determinada lavra está condicionada ao custo de transporte.

4.9.5 - Custo de Beneficiamento

O beneficiamento será considerado como sendo a fase de desdobramento, não envolvendo maiores detalhes sobre o polimento e o corte. Tal medida se justifica face à complexidade das variáveis envolvidas naquelas duas últimas fases. De modo geral um estudo completo do polimento e corte só é válido para uma empresa, pois os fatores básicos são os equipamentos disponíveis e a linha de produtos a ser manufaturado, parâmetros estes específicos para firmas distintas.

De modo análogo a lavra, o custo de beneficiamento é o somatório dos seguintes itens:

- a) Depreciação de equipamentos
- b) Depreciação de instalação
- c) Manutenção de Equipamentos
- d) Mão de obra e Encargos Sociais
- e) Insumos - no desdobramento
 - no polimento
 - no afeiçãoamento ou corte
- f) Manutenção de estoques
- g) Administração
- h) Eventuais.

No beneficiamento dos granitos, cerca de 65,89% do percentual de custo, são utilizados com insumos.

4.9.6 - Custo de Comercialização

É o resultado das despesas efetuadas com:

- a) Propaganda
- b) Mão de obra e encargos sociais
- c) Transporte de distribuição
- d) Armazenamento, embalagens, etc.
- e) Imposto sobre Circulação de Mercadorias - ICM
- f) Imposto sobre produtos industrializados - IPI

Normalmente estes gastos na atual situação das em presas brasileiras não chegam a ser elevados, pois a produ ção é relativamente pequena em comparação com o potencial de comercialização existente.

Com relação aos Impostos estes são os que realmen

te tem influência neste item, sendo as alíquotas 14,5% para ICM e 8% para IPI.

As exportações brasileiras de granitos são feitas através de blocos com aproximadamente 10 toneladas cada, os quais são comercializados em sua maior parte com a Itália, Japão, Portugal, Espanha e outros países comercializado o material bruto a um preço de US\$ 350/m³.

4.9.7 - Lucro

A indústria sofre um lucro difícil de ser avaliado. A depreciação dos equipamentos não é contabilizada com muita exatidão durante os cálculos do custo de produção. Outro fator que não é levado em consideração é o investimento necessário para a manutenção da praça de estoque em condições ideais. Em vista disso, não será mencionado qualquer valor expressando o lucro.

4.10 - Precauções sobre a Degradação Ambiental

A lavra de granitos é efetuada de uma forma nômada, aproveitando em cada área os melhores maciços, deles retirando as partes centrais abandonando grande quantidade de rejeitos. Estes, juntamente com as cicatrizes das estradas de serviços e das escavações necessárias para liberação de maciços, causam grande degradação ambiental, com aceleração da erosão e danos à rede de drenagem devidos às pedras e aos sedimentos pluviais. O problema é atenuado nos raros casos em que há aproveitamento dos rejeitos como sub-produto, como

Pedra Talhada (pilastras, guias, paralelepípedos). Na maioria dos casos não há qualquer trabalho de recomposição de solo, quer nas lavras em funcionamento, quer nas abandonadas, restando apenas uma paisagem devastada, com possibilidade de aproveitamento agrícola ainda menor do que antes da lavra e danos graves à vegetação. O problema é ainda pior quando há interferência entre a ocupação urbana e a lavra, nesse caso as enxurradas carregadas de terra invadem as ruas e ameaçam as casas.

Para minorar esses efeitos, sugere-se:

- a) Fiscalização a nível federal, para cumprimento do código de mineração, evitando a lavra clandestina e autorizando a lavra apenas em regiões onde esta não afete o equilíbrio ambiental.
- b) Fiscalização a nível municipal, para cumprimento dos regulamentos de zoneamento. Nestes, a atividade de mineração deve ser compatibilizada com outras atividades de ocupação do solo.
- c) Encorajamento ao uso dos rejeitos das pedreiras como material de construção.
- d) Obrigatoriedade da recomposição do solo após a mineração.

05. CONCLUSÕES

O estágio realizado na CDRM/PB, foi muito proveitoso, beneficiando o estagiário uma oportunidade de participar e acompanhar os projetos em desenvolvimento em lavras de Granitos, bem como pôr em prática os conhecimentos adquiridos na Universidade, fornecendo mais uma parcela de amadurecimento e aprimoramento na formação Técnica Profissional.

Para amostra são confeccionadas amostras dos diferentes tipos p^étreos, nas dimensões de 2 cm x 10 cm x 15 cm, com o objetivo de observar o comportamento do material polido, inclusive aspectos como: "fechamento" (acabamento), microfraturamento e sobretudo o aspecto da beleza est^ética da Rocha.

Os trabalhos de campo constaram da localização e caracterização de cada maciço. Para a localização foram abertas picadas irregulares e, à medida que eram encontrados corpos de interesse, procedia-se à limpeza.

- Mineralogia: as observações de campo foram completadas nos trabalhos de laboratório.
- Cor: procurou-se notar se a cor se mantinha nos diversos setores do maciço.
- Granulação: o tipo foi determinado de acordo com os parâmetros estabelecidos.
- Dimensões dos maciços: todos foram medidos segundo três eixos ortogonais (altura, profundidade, largura).

A lavra de granitos é efetuada com atividade nômade, utilizando equipamentos rudimentares e mão de obra não especializada, ocasionando grande dano ambiental, seja pelo

desmatamento ou pela movimentação de terra para libertação de maciços.

Apesar de serem considerados materiais de luxo e de alto custo, quando comparados com similares cerâmicos ou de outra natureza, os granitos tendem a firmar sua posição na indústria nacional de construção civil, por suas qualidades estéticas e suas características de resistência e durabilidade.

O estudo de mármore e granito na Paraíba tem por fim, o aproveitamento desses materiais na construção civil.

06, BIBLIOGRAFIA

- . Programa de Pesquisa para novos métodos de lavra de maciços graníticos. Convênio SUDENE-Minérios, Recife, maio/84.
- . CDRM/PB - Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais da Paraíba. Projeto Mármore e Granitos. Campina Grande/Pb, nov/85. Convênio SUDENE-CDRM/PB.
- . George J. Young. Elementos de Minería. Editorial Gustavo Gili, S. A. Barcelona.
- . Emprego de Explosivos em Furos de Pequeno Diâmetro. Du Pont do Brasil S.A..
- . Lópes Eduardo Sanisó. Piedras Granitos y Mármoles. Ediciones CEAC, S. A., 1970.
- . Perfil analítico dos mármore e granitos. Boletim nº 38 - Volume I. Ministério das Minas e Energia.
- . Rochas de Qualidades, Granitos & Mármoles. São Paulo. Ano XV, nº 76, fev/mar. 84.
- . Rochas de Qualidades, Granitos & Mármoles. São Paulo. Ano XV, nº 81, abril/maio 85.

Gráfico
Porosidade x Tensão de Flexão

