

Manual de Industrialização e Padronização

de processos nas Indústrias de Extração
e Beneficiamento de Rochas Ornamentais.





Manual de Industrialização e Padronização

de processos nas Indústrias de Extração
e Beneficiamento de Rochas Ornamentais.

Publicação do CETEMAG

1ª Edição

Cachoeiro de Itapemirim / ES

2014

www.iel-es.org.br



© 2014 CETEMAG. Centro Tecnológico do Marmore e Granito do Espírito Santo.

É proibida a reprodução total ou parcial desta publicação.
Direitos reservados ao CETEMAG.

Gestor Operacional do Programa no Espírito Santo e Superintendente do IEL/ES
Fábio Ribeiro Dias

Equipe Técnica

Cyntia Santos Almeida
Herman Krüger Figueira
Anselmo Buss
Gilberto Rangel
Otalino Baiense

Fernando Gomes Pereira
Bruno Rabbi
Marcos Pazinato
Kledson A. Ramos

CETEMAG – Centro Tecnológico do Mármore e Granito

Av. Frederico Augusto Coser, 120 – Aeroporto

CEP.: 29.314-045

Telefone: + 55 (28) 3521-3131

www.cetemag.org.br

SUMÁRIO



/ CAPÍTULO 1

SOBRE AS ROCHAS

10



/ CAPÍTULO 2

PESQUISA, LAVRA E BENEFICIAMENTO

26



/ CAPÍTULO 3

METODOLOGIA DA LAVRA

46



/ CAPÍTULO 4

BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

116



/ CAPÍTULO 5

POLIMENTO

198



/ CAPÍTULO 6

TECNOLOGIA DOS FIOS DIAMANTADOS

232



/ CAPÍTULO 7

PROGRAMA DE NORMAS PARA EXTRAÇÃO, BENEFICIAMENTO E COMERCIALIZAÇÃO DE MÁRMORES E GRANITOS

260



/ CAPÍTULO 8

EDUCAÇÃO AMBIENTAL

404

CAPÍTULO 01



SOBRE AS ROCHAS

1.1 - ROCHAS

Trata-se de uma “mistura” de minerais que se originou de modo natural. É definida como sendo uma associação de minerais que, por diferentes motivos geológicos uniram-se uns aos outros. As rochas pela sua própria formação e diferente constituição não apresentam características homogêneas e sim, aspectos relativos à sua constituição mineralógica.

1.2 - CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS

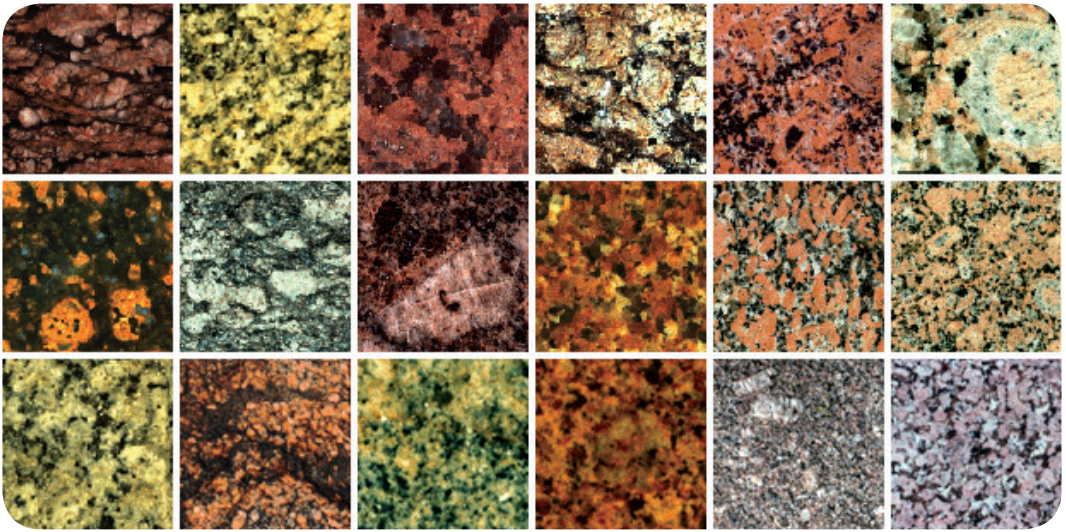
A crosta terrestre (litosfera) é constituída principalmente por rochas, que são formadas por um ou mais minerais. São classificadas de ígneas, sedimentares e metamórficas.

1.2.1 - ROCHAS ÍGNEAS:

As rochas ígneas, também conhecidas como rochas magmáticas, são formadas pela solidificação (cristalização) de um magma, que é um líquido com alta temperatura proveniente do interior da terra. O tamanho dos cristais das rochas ígneas é, em geral, proporcional ao tempo de resfriamento do magma, isto é, quanto mais lenta for a cristalização de um magma, maiores são os cristais formados e vice-versa.

Magmas cristalizados a grandes profundidades no interior da crosta esfriam lentamente, possibilitando que seus cristais se desenvolvam, até atingir tamanhos visíveis a olho nu (p. ex. granito). Nos vulcões, o magma (lava) atinge a

superfície da crosta e entra em contato com a temperatura ambiente, resfriando-se muito rapidamente, assim os cristais não têm tempo para se desenvolver, sendo invisíveis a olho nu (p. ex. basalto).



(p.ex. calcário), ou ainda, de precipitação química (p.ex. salgema).



Conglomerado

Arenito

Calcário

1.2.3 - ROCHAS METAMÓRFICAS:

Resultam da transformação de outras rochas preexistentes, agora sob novas condições de temperatura e pressão (ex.: mármore, gnaiss, etc.). Nestes ambientes, os minerais podem se tornar instáveis e reagir formando outros minerais, estáveis nas condições vigentes.



METAMORFISMO REGIONAL

Metamorfismo que apresenta extensão regional, quase sempre acompanhado de deformação (stress), que se manifesta sob a forma de dobras e falhas diversas, exibindo uma estrutura planar (foliação/xistosidade) bem pronunciada, caracterizada pelo paralelismo de minerais placóides (micas) e às vezes pelo alinhamento de minerais prismáticos.

METAMORFISMO DE CONTATO

Causado pela intrusão de magma em rochas mais frias (mais antigas). A área afetada é proporcional à temperatura e tamanho da intrusão, porém é sempre um fenômeno local. (Xenólitos ou enclaves conhecidos comumente com “Mulas”).

METAMORFISMO DEFORMACIONAL OU DINÂMICO

As mudanças na rocha estão associadas com falhamentos e dobramentos regionais ou locais.

METAMORFISMO DE SOTERRAMENTO

As mudanças na rocha são causadas pelo gradual aumento da P e T causado pelo gradual soterramento dos sedimentos (met. Regional em bacias sedimentares).

1.3 - ESTRUTURA COMUNS EM ROCHAS METAMÓRFICAS

1.3.1 - XISTOSIDADE: é a estrutura na qual os minerais placóides ocorrem orientados preferencialmente em uma direção.



Estrutura Xistosa

1.3.2 - BANDAMENTO GNÁISSICO: é a estrutura na qual os minerais prismáticos ocorrem orientados preferencialmente em uma direção.



Bandamento Gnáissico

Como principais fatores condicionantes do metamorfismo, temos:

1.3.2 - TEMPERATURA:

As fontes naturais de calor na terra são provenientes do manto, do núcleo e da irradiação de minerais, sendo o mecanismo de maior importância de transferência de calor do seu interior para superfície, é o da tectônica global.

Na crosta, este calor é observado através das intrusões ígneas. A faixa de variação é de 200°C a 700°C conforme visto. Poderá ocorrer os efeitos da migmatização ou anatexia, ou seja, fusão parcial da massa, originando rochas mistas, qual seja, o migmatito.

1.3.3 - TEMPERATURA:

As fontes naturais de calor na terra são provenientes do manto, do núcleo e da irradiação de minerais, sendo o mecanismo de maior importância de transferência de calor do seu interior para superfície, é o da tectônica global.

Na crosta, este calor é observado através das intrusões ígneas. A faixa de variação é de 200°C a 700°C conforme visto. Poderá ocorrer os efeitos da migmatização ou anatexia, ou seja, fusão parcial da massa, originando rochas mistas, qual seja, o migmatito.

1.3.4 - PRESSÃO:

As pressões atuantes na crosta podem ser do tipo litostática (ou confinante) que pode ser evidenciada pelo peso das camadas sobrejacentes sobre-

jacentes sobre a mesma. A cerca de 35–40 km de profundidade, a pressão atinge valores da ordem de 10.000 a 120.000 vezes maior que o valor da pressão atmosférica na superfície. Ela pode ser uniforme em todas as direções, não causando desta forma, deformação acentuada durante os processos de metamorfismo.

1.3.5 - FLUIDOS

Apesar das relações entre os minerais durante o metamorfismo ocorrem entre sólidos, a fase fluida representada principalmente por H₂O e/ou CO₂, se faz presente durante esses processos, formando minerais hidratados (micas, cloritas e anfibólios) e carbonatados, podendo conter ainda, pequenas inclusões fluidas.

1.3.6 - TEMPO

O tempo pode interferir nas reações durante os processos de metamorfismo, até mesmo em razão de sua composição química.

1.4 - MINERALOGIA

Em função dessa nova adaptação, poderá mudar sua composição mineralógica e química e perderá sua textura inicial. Assim, poderá ocorrer a recristalização de minerais pré-existentes, como também a formação de novos minerais, graças às mudanças da estrutura cristalina e alteração de temperatura, pressão, composição e combinação química, buscando a estabilização de novas condições reinantes. Nesse processo, poderão ser observadas deformações mecânicas, que auxiliarão na reconstituição dos eventos geológicos atuantes.

Pode haver apenas uma re-disposição ou recristalização dos minerais da rocha pré-existente: calcário / mármore e arenito / quartzito.

A constituição mineralógica passa também pelas condições de rigorosidade do metamorfismo, conhecido como grau metamórfico, que exprime, entre outros, os limites dessa variação de temperatura e pressão. São eles:

- **GRAU ALTO:** Interferência de alta pressão e temperatura: gnaisses, kinzigitos, quartzitos.
- **GRAU MÉDIO:** Interferência de pressão e temperatura médias, ou alternância entre elas: xistos.
- **GRAU BAIXO:** Os efeitos da pressão e temperatura mostram-se pouco atuantes: quartzitos.

1.5 - GRANULAÇÃO

Nas rochas metamórficas, a granulação também é variável. Ela é definida pela granulação ou granulometria inicial e também pela rigorosidade na qual ela é submetida.

A orientação da rocha é produto da pressão, facilitada pela atuação da temperatura, dentre outros componentes, e neste caso indica que a posição da pressão foi de direção perpendicular à direção da rocha. Esse metamorfismo é considerado como de escala regional, pois afetam grandes massas de rochas por

significativa região. Há, no entanto, um outro tipo de metamorfismo que ocorre em pequena escala ou de caráter localizado, que é o metamorfismo de contato.

O metamorfismo de contato é identificado nas alterações sofridas pelos minerais de rochas encaixantes, que pela ação da temperatura e pressão do magma ou da rocha em formação, alteram localmente a rocha.

1.6 - COR

A coloração da rocha pode ser produto da cor inicial do magma quando submetido ao metamorfismo ou obtida por alteração química.

1.7 - TEXTURA

Pelo fato da pressão encontrar-se sempre presente, a textura resultante mais comum é a orientada ou xistosa (xistosidade ou foliação), caracterizada pelo arranjo dos minerais segundo planos paralelos. Lâminas de micas, forma lenticular de crescimento de quartzo e feldspato com orientação direcional dos maiores eixos.

Porém, quando a atuação da temperatura e pressão não são muito efetivas, pode-se ter dificuldades na identificação da direção preferencial da pressão.

A textura está diretamente vinculada aos processos de nucleação e cresci-

mento mineral no estado sólido. A classificação é a que se segue:

- **GRONOBBLÁSTICA:** Textura granular isotrópica, sem predomínio de dimensões diferenciadas entre os minerais componentes.
- **LEPIDOBLÁSTICA:** Textura evidenciada pela presença de minerais micáceos orientados.
- **NEMATOBLÁSTICA:** Quando a orientação é condicionada por minerais prismáticos como os anfibólios e piroxênios.
- **PORFIOBLÁSTICA:** Alguns minerais se destacam dos demais por pelo menos uma ordem de grandeza, sendo o conjunto de granulação mais fina que os cerca denominado de matriz.

1.8 - ESTRUTURA

São influenciadas pelos efeitos da pressão. Caso não esteja presente a pressão dirigida, apresentam estrutura maciça ou preservam estruturas primárias do magma. Caso as paragêneses minerais se formem durante a atuação da pressão dirigida, adquirem estruturas orientadas.

XISTOSA

Foliação definida pela orientação de minerais placóides (micas, cloritas, talco) ou minerais prismáticos (anfibólios). Pode ser marcante quando bem desen-

volvida e incipiente quando pouco evidenciada.

CLIVAGEM ARDOSIAN

Definida apenas pela presença de minerais micáceos finos.

GNÁISSICA

Quando a orientação é desenvolvida pelo quartzo e feldspatos, definindo sua foliação.

BANDADA

Apresenta alternância de bandas claras e escuras.

1.9 - DUREZAS

As principais características que devem ser observadas na análise do tipo de rocha a ser cortada são a dureza e a tenacidade. A dureza, no sentido mineralógico, corresponde a um parâmetro de resistência mecânica da superfície dos minerais. Os minerais são compostos químicos resultantes de processos inorgânicos, de composição química definida e encontrados naturalmente na crosta terrestre apresentam estrutura cristalina.

A dureza do mineral é definida através de ensaios de risco entre dois minerais, isto é, quando a superfície de um mineral é riscada por um outro mineral ou não.

Em 1832, Mohs apresentou uma escala com 10 minerais padrões, denominada de escala Mohs:

1.10 - ESCALA MOHS

DUREZA	MATERIAL PADRÃO
1	talco
2	gipsita
3	calcita
4	fluorita
5	apatita
6	ortoclásio
7	quartzo
8	topázio
9	coríndon
10	diamante

A classificação da rocha segundo o mineral predominante nos indica a dureza da rocha, que em termos gerais é classificada como: **dura** (rochas compostas predominantemente por silício, ou seja, quartzo) ou **branda** (rochas compostas predominantemente por carbonato). Pode-se ainda considerar rochas silicáticas mais duras e menos duras, conforme o teor de quartzo em sua composição mineralógica.

Pode-se afirmar que DUREZA, é portanto, a resistência que uma superfície lisa oferece ao ser riscada. Essa propriedade depende da estrutura do cristal

e da quantidade do mesmo. Quanto mais fortes as forças de união entre os átomos, tanto mais duro é o mineral. Assim, DUREZA de um mineral é sua “possibilidade de ser riscado”.

CAPÍTULO 02



PESQUISA, LAVRA E BENEFICIAMENTO

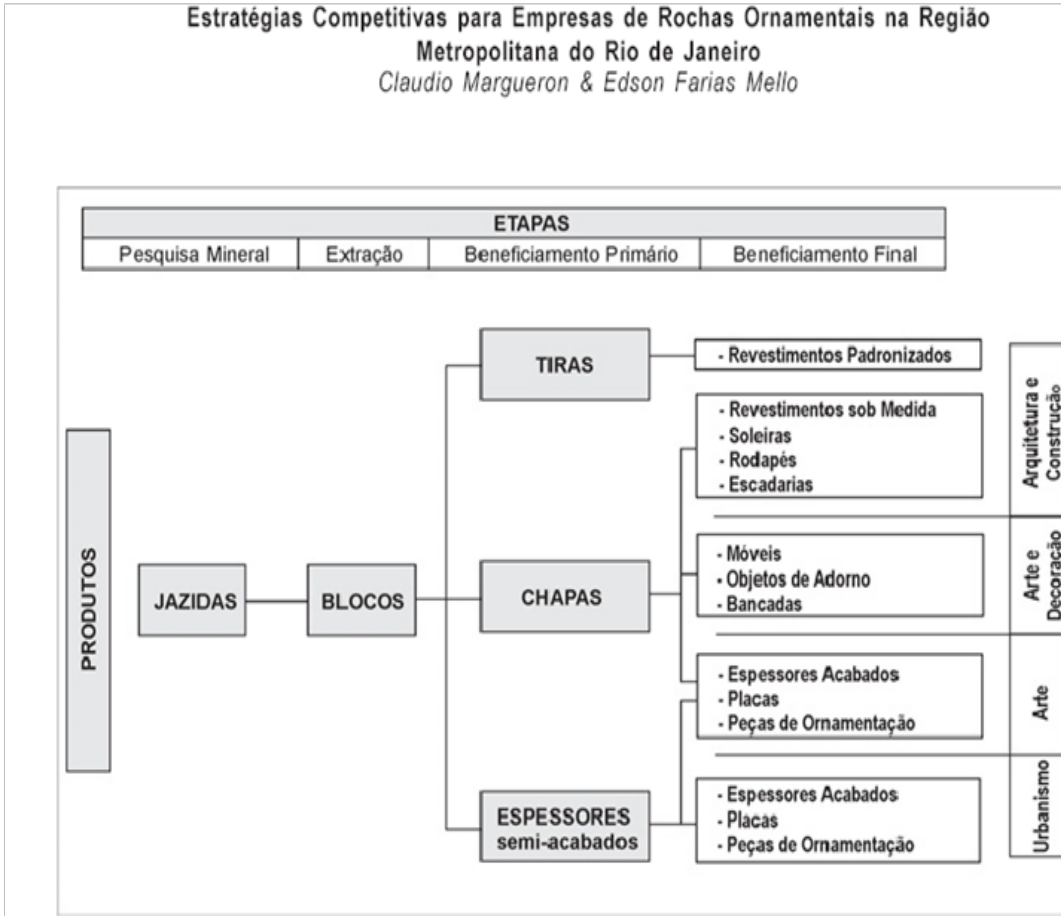


2.1 - ETAPAS DA MINERAÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

A indústria de mineração de Rochas Ornamentais está segmentada em várias etapas e poucas empresas são verticalizadas e atuam em todas estas etapas. Algumas empresas atuam em todas as etapas para alguns tipos de rochas, enquanto que a maioria expressiva é de empresas pequenas que atuam em etapas distintas.

O quadro a seguir exemplifica estas etapas que podem ser a pesquisa mineral, a lavra mineral ou extração da rocha, o beneficiamento que por suas características pode ser visto em duas etapas como beneficiamento primário e beneficiamento final que irá proporcionar realmente o uso do produto na arquitetura ou construção, seja ele em revestimentos de pisos, paredes, escadas, bancadas e pias, etc., na decoração com utilização de móveis e objetos de adorno, na arte funerária com utilização de espessores decorados, placas ou peças de ornamentação em túmulos, ou na aplicação em obras de urbanismo com utilização de espessores semiacabados em calçadas, bancos de praças, etc.

O quadro abaixo ilustra estas etapas.



Fonte: Estratégias Competitivas para Empresas de Rochas Ornamentais na Região Metropolitana do Rio de Janeiro

2.1.1 - PLANEJAMENTO

O planejamento é a fase mais importante de qualquer processo ou etapa na mineração. Na fase inicial de análise de um novo projeto de uma pedreira ou frente de lavra, o planejamento deve incluir uma análise global onde são analisados a parte legal, a disponibilidade da área para requerimento junto ao poder concedente, Ministério de Minas e Energia – MME através do Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM e órgão ambiental estadual ou municipal, para as licenças necessárias. Além disso uma análise do tipo, coloração e características visuais da rocha devem ser previamente realizada para se confrontar com outros tipos já produzidas atualmente, ou saber se trata-se de uma novidade para o mercado.

Pilares do Planejamento:

- 01.** O período entre requerer uma nova área e ela entrar em efetiva produção com as autorizações e licenças necessárias, no Brasil, pode levar alguns anos, portanto, como a demanda por alguns tipos de rocha pode ser sazonal, é importante que este planejamento seja bem feito para evitar que se abra frente de lavra de forma indiscriminada.
- 02.** Investigação geológica de detalhe: o objetivo é ter um conhecimento seguro sobre a reserva mineral.
- 03.** Análise mercadológica: é necessário que o produto a ser produzido tenha seu consumo garantido. Numa quantidade por tempo e preços determinados para análise de viabilidade do projeto. A análise é feita no contexto nacional e internacional avaliando também toda a infraestrutura.

04. Análise econômica: são feitas as análises de capital de investimento desde a aquisição de máquinas e equipamentos, investimentos pré-operacionais (infra estrutura e preparação da área de extração) e capital de giro. Os custos devem ser bem mensurados (fixos e variáveis) estabelecendo um custo geral de produção dentro de determinada escala de produção. O fluxo de caixa permite uma visão econômica e financeira global do projeto, projetando a rentabilidade e o ponto de equilíbrio / amortização dos investimentos.

2.1.2 - PROSPECÇÃO MINERAL

Os trabalhos de pesquisa mineral se iniciam no escritório, onde técnicos, geólogos ou engenheiros de minas analisam as informações disponíveis: Nesta etapa, são consideradas a localização geográfica da área a ser pesquisada, as suas condições de acesso, a infra estrutura da região, morfologia do afloramento, etc. Também serão compiladas todas as informações geológicas disponíveis das rochas e da região (mapas geológicos, fotografias aéreas, imagens de satélite, trabalhos anteriores publicados, informações sobre pedreiras antigas ou desativadas, etc). Através do trabalho inicial de análise geológica, pode-se economizar tempo e dinheiro analisando-se tecnicamente as informações disponíveis. Algumas regiões dispõem de mapas mais detalhados e nestas as vantagens são maiores nesta fase inicial.

2.1.3 – RECONHECIMENTO DE CAMPO

Os afloramentos devem ter as suas características topo-geológicas avaliadas bem como a localização geográfica, infra estrutura da região, qualidade dos acessos existentes, existências de outras ocorrências e a vulnerabilidade ambiental. A qualidade do afloramento e sua morfologia, dimensão da ocorrência,

sistemas de descontinuidade, características visuais das rochas (cor, fechamento, granulação, homogeneidade e alterabilidade). Também deve ser feito um levantamento geológico preliminar e amostragem de rochas. A amostragem visa confirmar a litologia da área objetivada. Esta amostragem deve ser feita utilizando-se perfuratriz manual onde se realiza um furo inclinado de pequena profundidade e posterior detonação com pólvora negra ou cordel detonante. Não sendo possível a utilização de explosivos, deve ser coletada amostras com utilização de martelo ou marreta.

2.1.4 – PESQUISA DE DETALHE

O objetivo é o dimensionamento do depósito mineral na busca de resultados qualitativos e quantitativos, para que o mesmo possa ser considerado uma jazida mineral. Temos sete 7 partes fases nesta etapa:

- **MAPEAMENTO GEOLÓGICO DE DETALHE:** composição litológica e mineralógica, espessura do capeamento (regolito), características texturais da rocha, existência de manchas, lentes, veios e outras características que possam ser identificados como defeitos do ponto de vista estético ou comercial, estruturas mensuráveis (fraturas, falhas, juntas, diaclases, foliação, dobras, diques, camadas, etc).
- **TOPOGRAFIA:** deverá considerar o norte verdadeiro, dos lados da poligonal autorizada para pesquisas, levantamento planialtimétrico em escala adequada (de 1:500 a 1:5000). Um dos objetivos da topografia é subsidiar a cubagem das reservas, pelo método das seções transversais.
- **LEVANTAMENTO GEOFÍSICO:** quando for necessário, o uso deste método

odo permite avaliar as variações litológicas e texturais do maciço a determinadas profundidades, que podem ser confirmadas posteriormente em sondagens.

- **SONDAGENS:** o objetivo é conhecer melhor o comportamento da maciço rochoso e seus aspectos internos (mudança de textura da rocha, diques, fraturas, lentes, enclaves, manchas, cavidades (nos mármore), alterações de cor, etc. Estes problemas podem gerar o aumento de volume de rocha a ser descartada na lavra, reduzindo a recuperação em blocos rejeitos e até comprometer o empreendimento. Uma campanha de sondagens deve envolver furos verticais descendentes e inclinados quando forem necessários em algumas direções, visando obter o maior número de informações possíveis para o dimensionamento do maciço rochoso e cubagem da reserva.

- **CUBAGEM:** a cubagem da reserva é um dos objetivos explícitos da pesquisa mineral para rochas ornamentais, pois o que se deseja é quantificar o volume de rocha explotável e sua possível recuperação em blocos comercializáveis ou aproveitáveis na indústria. É aconselhável o uso do método das seções transversais e quando necessário combinado com métodos computacionais.

- **CARACTERÍSTICA TECNOLÓGICA DAS ROCHAS:** Alguns ensaios de laboratório devem ser realizados para identificação das características tecnológicas da rocha do maciço que se objetiva pesquisar. Para estas análises deve ser colhida amostras representativas no período da lavra experimental. É importante a forma e o local de onde estas amostras serão retiradas, assim como a forma de retirá-las. Como estas amostras serão enviadas para laboratório especializado os seus resultados irão refletir as características

daquela rocha ou maciço rochoso.

- **LAVRA EXPERIMENTAL OU LAVRA PILOTO:** Nesta fase, já existe um alto grau de conhecimento da jazida e uma grande possibilidade desta se tornar uma pedreira ou mina com produção de blocos. Após autorização dos órgãos governamentais, podemos iniciar a lavra experimental que na legislação atual permite a produção entre 3.600 a 6.000 metros cúbicos de rocha para efetivação de pesquisas e testes industriais e estudos de mercado. (Portaria DNPM Nº 530, de 27.07.2011). Os testes industriais de produção de blocos da rocha, devem atender necessidades de quantificar os custos de produção na pedreira e identificar as tecnologias mais indicadas e as melhores técnicas para serem utilizadas naquela extração. Os testes de beneficiamento (serragem, polimento e lustro) também vão indicar as fases e formas necessárias e os custos de industrialização para a rocha em cada fase do processo indicando características visuais. (cor, textura, alterações, fraturas, veios, enclaves, etc). Nesta etapa, com o desenvolvimento da lavra, podemos identificar a presença de tensões do maciço rochoso, característica que pode influenciar negativamente no aproveitamento e recuperação de blocos comercializáveis.

Com base nas informações acima mencionadas, é necessário definir quais as rochas aproveitáveis com os seguintes critérios:

- **ASPECTO ESTÉTICO DO MATERIAL:** critério subjetivo, mas fundamental. Fazem-se comparações com materiais existentes no mercado e de levantamento junto a empresários e exportadores do segmento de rochas ornamentais, arquitetos ou decoradores.

- **CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DO MATERIAL:** já referidas no capítulo anterior. (menciona que será avaliado no item testes)

- **FRATURAMENTO DO MACIÇO:** condição pode ser limitante para as dimensões dos blocos aproveitáveis para corte em placas, em geral na faixa de 3,00m x 1,80m x 2,40m (comprimento x altura x largura), estando relacionado ao tamanho da maioria dos teares. A presença de xenólitos (veios e mulas), concentrações de minerais de diferentes tonalidades, variação de tonalidades no mesmo bloco ou de granulometria dos minerais contidos, assim os blocos melhores e maiores são mais valorizados e obtém-se com a comercialização deles, os melhores resultados financeiros. O rendimento ou recuperação no maciço é a proporção em volume de blocos extraídos e aproveitáveis em relação ao volume total de rocha extraído num período, e deve ser estabelecido para cada pedreira pois varia com as características desta, mas deve se situar no mínimo na faixa de 20 a 30% para haver rentabilidade. O tamanho do bloco também deve estar relacionado com o aproveitamento da formação rochosa daquele bloco específico de acordo com a cor, qualidade e maior valor agregado que o mesmo pode obter.

- **HOMOGENEIDADE DAS RESERVAS:** Até mesmo as grandes pedreiras lavradas em maciços de rochas homogêneas, apresentam algumas porções com heterogeneidades e estas heterogeneidades podem comprometer a viabilidade da jazida. Para identificação deste fator, é necessário a realização de estudos técnicos que incluam sondagens com recuperação de testemunhos para análises.

2.2 - ESTUDO DETALHADO DA JAZIDA

- Exame da bibliografia e da documentação geológica sobre a área em estudo;
- Exame de coleções existentes de rochas para verificar similaridade com outra;
- Estudo em fotos aéreas para identificar afloramentos e para avaliar os fraturamentos eliminando as áreas onde eles ocorrem com maior densidade;
- Trabalhos de campo: este estudo só é iniciado quando o acesso a área está garantido e as autorizações junto ao DNPM e aos órgãos ambientais estão satisfeitas.

Sendo possível delimitar as áreas de interesse pelo estudo dos afloramentos (fraturamento, grau de alteração, cobertura, mudanças de fácies); amostragem em pequenos blocos paralelepípedicos de cerca de 20 cm de aresta; inspeção de outras pedreiras na região de interesse, ativas ou abandonadas. Detalhando através das seis seguintes etapas:

- 01.** Levantamento topográfico e geológico, que inclui levantamento sistemático do fraturamento, na escala 1:1.000;
- 02.** Prospeção geofísica para avaliar a espessura da cobertura e identificar zonas lentas que correspondem a zonas mais fraturadas e/ou alteradas;
- 03.** Planejamento de programa de sondagens função dos dados anteriores;
- 04.** Sondagens testemunhadas para identificar ou confirmar os tipos de fratu-

ramento; controlar as espessuras de capeamento ou de alteração; reconhecer as variações de cor; detectar a presença de xenólitos e de defeitos na rocha;

05. Ensaios de caracterização e preparo das amostras para os seguintes testes de acordo com as normas ABNT:

- ensaio petrográfico em lâmina delgada;
- ensaio da porosidade e da absorção de água;
- ensaio da velocidade de propagação de onda sonora;
- ensaio da resistência à compressão e à flexão;
- ensaio de desgaste amsler.

Com estes testes preliminares poder-se-á avaliar:

- Interesse comercial, prospecção para estudos mercadológicos baseando-se na obtenção das placas polidas;
- As qualidades tecnológicas da rocha que condicionam sua aplicabilidade;
- O tamanho e a homogeneidade da jazida e a dimensão dos blocos obteníveis próximos à superfície.

Disto resultará a escolha dos locais para início de lavra levando em conta condições de acesso, facilidade para iniciar a lavra em função da morfologia do local, problemas ambientais, questões com proprietários.

06. Extração de bloco teste para beneficiamento em instalação industrial,

obtendo placas polidas que servirão para dimensionar instalações de beneficiamento e produzir amostras para testes comerciais junto ao mercado consumidor.

2.3 - ESTUDO DE MERCADO E DE VIABILIDADE

A abertura de uma nova pedreira, representa-se pela inserção novo tipo de rocha no mercado, e isto depende de alguns fatores que podem influenciar no negócio:

- Caracterização tecnológica da rocha;
- Método de lavra;
- Distância das indústrias (custo de transporte);
- Custo de beneficiamento;
- Valor de venda do bloco ou das chapas industrializadas, etc.

Os principais parâmetros a serem definidos na pesquisa geológica são:

- Faixas potenciais de aproveitamento
- Forma de distribuição da rocha
- Vocação do terrenos para o tipo de rocha: Comum, Clássico ou Excepcional
- Feições estéticas esperadas

- Volume esperado para a lavra
- Possibilidade de alteração físico-química dos minerais da rocha
- Dimensão dos afloramentos lavráveis
- Método mais recomendável para lavra
- Infraestrutura disponível (vias de acesso, energia elétrica, disponibilidade de água e proximidades dos centros de consumo)

A pesquisa visa qualificar as rochas presentes. Os trabalhos a serem feitos são os seguintes:

- Amostragem dos tipos litológicos presentes;
- Análise petrográfica
- Análise tecnológica
- Cálculo de reserva
- Teste de polimento e serragem
- Estudos de marketing e de mercado

A geofísica pode ser utilizada para conhecer a estrutura interna do maciço rochoso. Métodos sísmicos podem avaliar as fraturas do maciço e a gravimetria pode ser útil para determinar a existência de cavidades internas na rocha, no caso de rochas calcárias ou mármore.

No caso de rochas semelhantes a outras já existentes pode-se prever,

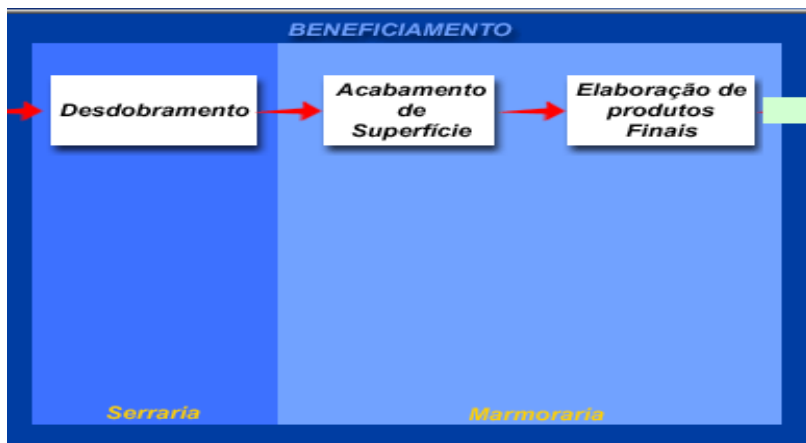
por analogia, o eventual comportamento do mercado. No caso de novas variedades será necessário efetuar um levantamento, utilizando-se para mostruário as amostras preparadas, definindo a quantidade possível a ser fornecida, de que forma (blocos, placas ou produtos acabados) e a que preço seria possível comercializá-las.

Adicionalmente constata-se que as rochas ornamentais estão sujeitas a barreiras ditadas pela moda e pelo “bom” gosto que ora tende ao exotismo e ora tende a homogeneidade.

Fases do estudo de viabilidade

- Estudo da jazida;
- Caracterização tecnológica da rocha;
- Projeto de lavra;
- Projeto de beneficiamento;
- Viabilidade econômica;
- Montagem financeira.

Etapas pertinentes a abertura da pedreira



Fases do beneficiamento

COMPARATIVOS TECNOLÓGICOS DAS ROCHAS

Propriedades Físicas e Químicas das Rochas Ornamentais

	Mármore e travertinos	Granitos
Massa específica	2,40 a 2,80 kg/dm ³	2,60 a 2,85 kg/dm ³
Porosidade total	5,0 a 12,0%	0,4 a 1,2%
Resistência à compressão	Travertinos: 200 a 600 kgf/cm ² Mármore e dolomitas: 800 a 1800 kgf/cm ²	1600 a 3000 kgf/cm ²
Resistência à tração	40 a 150 kgf/cm ²	100 a 220 kgf/cm ²
Resistência ao impacto	8 a 10 choques	10 a 15 choques
Desgaste à abrasão	1,5 a 5 mm	0,35 a 0,82

Fonte: Nery; Silva, 2001 .

Para a avaliação da Qualidade de uma rocha, são levados em conta os dados mineralógicos, texturais e estruturais.

O padrão de cor e homogeneidade é determinante para o valor dos blocos de mármore por exemplo.

- Clássicos (brancos, pretos)
- Comum (cinzas, amarelos, marrons, verdes)
- Excepcionais (Granito azul, mármore translúcidos, e outros denominados exóticos alcançam valores representativos)

A beleza cromática, resistência e durabilidade complementam a avaliação do mármore. A homogeneidade (conglomerado, exóticos, translúcidos, movimentação e uniformidade) também é um fator de avaliação.

A presença de enclaves nos mármore (também chamado de “carvão”, conforme tamanho) e a porosidade (devido ao intemperismo) impacta nos testes físicos.

Nas frentes de lavra, são necessários avaliar os sistemas de fraturamento, o método de corte, e o transporte de blocos/placas (evitando perdas por quebras e microfissuras).

Temos ainda, uma enorme combinação de estruturas (desenhos, movimentos, texturas – dimensão e arranjo dos cristais) e diversos padrões cromáticos. Devem ser considerados que temos também diversos regimes geotectônicos e períodos geocronológicos.

Os nossas rochas podem ser classificados em “commodities” e “specialties” (Especialidades: produtos diferenciados e atributo estético notável). O grande pulo é gerar a partir dos blocos, chapas sólidas (com valor 4,5 vezes em

relação aos blocos) e produtos finais (cerca de 10 vezes o valor do bloco). O Projeto IG Mármore de Cachoeiro de Itapemirim evidencia um primeiro estágio de se estabelecer uma marca regional e brasileira.

Temos no Brasil uma grande “geodiversidade” de produção de rochas ornamentais, com cerca de 1500 a 1700 frentes de lavra em produção ou que já foi produtiva, 18 APL em 10 estados, 11.500 empresas e 370 municípios com cerca de 120.000 empregos diretos.

Um metro cúbico de bloco gera entre 32 e 36 metros quadrados de chapas. Um bloco varia de 5 a 10 metros cúbicos.

2.4 - ASPECTOS LEGAIS DA MINERAÇÃO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

A Constituição Federal é explícita quanto às particularidades da mineração ao estabelecer em seu Artigo 20 “que as jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra”. Desta forma, está assegurado que o subsolo é propriedade incontestada da União.

O direito da exploração das substâncias minerais está prescrito no Código de Mineração, fazendo-o cumprir o Departamento Nacional da Produção Mineral –DNPM.

Todas as substâncias minerais, para efeito do Código de Mineração, estão

sujeitas aos seguintes regimes de aproveitamento: regime de concessão, de autorização, de licenciamento (caso especial, no qual as Prefeituras passam a ser o poder concedente) e de permissão de lavra garimpeira.

As rochas ditas ornamentais – Mármore e Granito – estão sujeitas aos regimes de concessão e autorização, enquanto as ditas de revestimento estão sujeitas aos três primeiros regimes de aproveitamento acima citados.

Por outro lado, tendo a Política Nacional de Meio Ambiente consagrado, dentre outros, os princípios da “racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar”, do “planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais” e do “controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras”, para assegurar a sua execução, estabeleceu como um de seus principais instrumentos o licenciamento ambiental.

Em 1981 a Lei Federal no 6.938 determinou em seu artigo 10 que “a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento por órgão estadual competente, integrante do SISNAMA, sem prejuízo de outras licenças exigíveis”.

Assim, em face da legislação federal vigente os empreendimentos minerais estão submetidos ao duplo licenciamento, a concessão federal referente aos aspectos da exploração da lavra (licenciamento mineral) e a licença ambiental estadual no que tange ao controle e proteção do meio ambiente.

2.5 - SISTEMA DE LICENCIAMENTO DE ATIVIDADES POLUIDORAS NO ESPÍRITO SANTO

No Estado do Espírito Santo, o licenciamento ambiental de atividades mineradoras está sob a responsabilidade da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEAMA, através do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA. A Instrução Normativa nº 11/2010 de 29 de dezembro de 2010, dispõe sobre a definição de critérios e procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos mineiros abrangidos pelo Código de Mineração.

O processo de licenciamento ambiental realiza-se em três etapas: a Licença Prévia – LP, a ser concedida na fase preliminar da atividade; a Licença de Instalação – LI, a ser concedida na fase de implantação do empreendimento, com o detalhamento de projetos, obras de engenharia e processos de controle ambiental a serem utilizados e a Licença de Operação – LO, que autoriza o início de qualquer atividade ou equipamento potencialmente poluidor.

CAPÍTULO 03



METODOLOGIA DA LAVRA



3.1 - ESCOLHA DO MÉTODO DE LAVRA

A seleção do método de lavra é um dos principais elementos em qualquer análise econômica de uma mina e sua escolha permite o desenvolvimento da operação. Numa etapa de maior detalhe, pode constituir-se como fator preponderante para uma resposta positiva do projeto. A seleção imprópria tem efeitos negativos na viabilidade da mina, fato comum no passado.

A mineração é uma atividade que é praticada em todo mundo e as técnicas de extração empregadas estão em constante evolução. Os métodos são limitados pelas características geológicas, geomecânicas e estruturais do maciço rochoso e pela disponibilidade e desenvolvimento dos equipamentos e, como todos os fatores que influenciam em sua seleção, devem ser avaliados levando-se em conta os aspectos tecnológico, social, econômico e político; a escolha do método de lavra pode ser considerada tanto uma arte como uma ciência.

A metodologia de lavra é determinada pela morfologia da jazida, suas características geológicas, geomecânicas e estruturais, por sua cobertura, não aproveitável para blocos, e pela necessidade de se remover os blocos selecionados após serem individualizados. O enfoque deve necessariamente ser peculiar por um ou vários dos seguintes motivos:

- O conceito de teor, na sua forma clássica, desaparece, e a separação entre minério e estéril, que implica no conceito de qualidade, passa a ser feita por parâmetros específicos para rochas ornamentais, tais como fraturamento, presença de minerais deletérios e de xenólitos, cor e uniformidade da cor, regularidade no tamanho dos minerais constituintes da rocha;

- O custo do explosivo por tonelada deixa de ter significado e o seu uso deve ser feito com parcimônia pois a utilização deve ser para proporcionar acessos ao local de início da lavra no maciço, limpezas para retirada de porções da rocha que não terão aproveitamento, aberturas de vias de acesso, etc;
- A metodologia de lavra trata-se de otimizar a extração de volumes em metros cúbicos aproveitáveis para beneficiamento (posterior corte nos teares);
- A recuperação das reservas depende de um plano de lavra muito bem elaborado no seu sequenciamento, que garanta a acessibilidade às bancadas ou frentes de lavra, pois a extração é operação sem retorno e os erros não podem ser recuperados sem grandes perdas;
- Finalmente, o planejamento de lavra deve incluir a posterior recuperação da área lavrada, sob o aspecto de proporcionar sua utilização posterior, fator condicionante, que está cada vez mais exigida pelas autoridades administrativas.

Nas últimas décadas, o desenvolvimento dos estudos de Mecânica das Rochas nas minerações de Rochas Ornamentais tem permitido avanços significativos nas técnicas analíticas que possibilitam a decisão preliminar sobre a escolha do método de lavra. Infelizmente, as informações geotécnicas raramente são obtidas durante os estágios iniciais de delimitação do depósito e estimativa das reservas. É comum a utilização de sondagem com recuperação de testemunhos, embora frequentemente não sejam feitas análises de resistência e outras. Dados mais detalhados, como, por exemplo, características do maciço que variam com

o tempo, consequências da exposição das rochas às condições ambientais da mina e sequência de extração mais adequada, só estarão disponíveis durante a fase de lavra.

O método de lavra é designado como sendo a técnica de extração da rocha do maciço. Isso define a importância de sua seleção, já que todo o projeto é elaborado em torno da técnica utilizada para lavar o depósito. Os trabalhos de infra-estrutura estão diretamente relacionados com o método. Embora possam ocorrer modificações durante os trabalhos de lavra, implicando custos adicionais, essas alterações, geralmente, não produzirão um projeto ótimo em termos de eficiência operacional, porém, caso seja imperioso essa mudança, será preciso estabelecer um método que possua maior flexibilidade em termos de variações na técnica de extração. O emprego do termo “técnica de extração” reflete os aspectos técnicos da seleção do método, que é parte fundamental da análise, dimensionamento dos equipamentos, disposição das aberturas e sequência de lavra.

A seleção do método de lavra pode ser dividida em duas fases:

- 01.** Avaliação das condições geológicas, econômicas, tecnológicas, segurança aos trabalhadores, sociais e ambientais para permitir a escolha mais adequada.
- 02.** Escolha do método que apresente o menor custo de produção, sujeito às condições técnicas que garantam uma maior segurança.

3.1.1 - OBJETIVOS DA SELEÇÃO DO MÉTODO DE LAVRA

Os principais objetivos da seleção do método estão relacionados com os aspec-

tos técnicos, ambientais, econômicos.

- 01.** Ser seguro e produzir condições ambientais adequadas para os trabalhadores.
- 02.** Proporcionar os mínimos impactos ao meio ambiente com a redução do volume de estéril para o “bota fora”.
- 03.** Permitir condições de estabilidade da pedreira durante toda a vida útil.
- 04.** Assegurar a máxima recuperação em blocos comercializáveis de maior valor comercial.
- 05.** Ser flexível para adaptar às diversas condições geológicas e à infra-estrutura disponível.
- 06.** Permitir futuramente, atingir a máxima produtividade reduzindo, consequentemente, o custo unitário.

No estudo da variação do método de lavra, todos os objetivos devem ser assegurados e a única diferença é a quantidade de detalhes envolvidos em sua definição. Isto é expresso em termos de uma sequência de extração mais específica, maior detalhamento nas dimensões das aberturas e disposição do projeto.

A determinação do método de lavra correto em uma pedreira de rochas ornamentais é de importância fundamental para a condução adequada dos trabalhos de planejamento e de execução da lavra. Na fase de definição do método, um erro poderá significar custos de produção excessivamente altos e menor vida útil da pedreira.

3.2 - OUTRAS CONSIDERAÇÕES

Aspectos governamentais podem influenciar diretamente a escolha do método de lavra, pois taxa de câmbio e de juros, assim como isenções fiscais nos investimentos em equipamentos e novas tecnologias podem favorecer a aplicação de um método ou utilização de uma tecnologia mais eficiente.

3.2.1 - CONSIDERAÇÕES SOCIAIS E GEOGRÁFICAS

Como mencionado anteriormente, os métodos de lavra dependem diretamente dos equipamentos disponíveis. Em geral consegue-se mais alta produtividade com uso de equipamentos mais sofisticados que requerem mão-de-obra especializada na sua operação e manutenção. A mineração em regiões remotas raramente desperta o interesse de operários qualificados, além de dificultar a sua permanência. Isso tem influência direta nos custos e na produtividade. Um outro problema é exigir serviços adequados de assistência técnica dos fabricantes de equipamentos.

A mineração pode produzir um maior bem-estar social em regiões pouco desenvolvidas, empregando trabalhadores menos qualificados. Nesse caso, os métodos de lavra são do tipo trabalho-intensivo utilizando-se equipamentos de fácil operação. Em situações especiais, os parâmetros sociais podem ser os fatores decisivos na escolha do método de lavra.

A localização geográfica do depósito pode afetar a escala de operação, já que ela depende do desenvolvimento tecnológico. Uma operação em grande escala exige infra-estrutura adicional, enquanto uma de pequena escala pode ser feita por um programa sazonal de operação.

3.2.2 - CONSIDERAÇÕES ECONÔMICAS E FINANCEIRAS

Realizadas as considerações dos aspectos técnicos envolvidos no processo de seleção do método de lavra onde, geralmente, este é desenvolvido com a utilização de várias tecnologias ou variantes do método, para se realizar a produção dos blocos da rocha ou do maciço rochoso, realiza-se a análise de critérios econômicos e financeiros. A importância destes critérios é fundamental na escolha do método, visto que o mais adequado é aquele que apresente o menor custo unitário.

Os custos de cada método devem ser avaliados e definidos, e a forma tradicional de determiná-los é através da apropriação de seus componentes individuais. Isto envolve pessoas de diversos setores da empresa ou que estejam atuando no projeto e um sistema de gerenciamento informatizado ajudará sobremaneira na rapidez e confiabilidade das informações. A decisão final sobre a escolha do melhor método deve ser baseada em mais de um critério de avaliação econômica. Deve também ser considerada a situação financeira da empresa, tendo em vista a necessidade de grande investimento de capital numa atividade reconhecidamente sujeita a riscos elevados.

3.3 - LAVRA À CÉU ABERTO

3.3.1 - LAVRA DE FLANCO DE ENCOSTA

São desenvolvidas em grandes maciços rochosos, sejam estes pouco ou muito íngremes com possibilidades de ampliação lateral da área lavrável e tam-

bém com possibilidades de um rebaixamento progressivo, ao tempo que a lavra avança.

As lavras desenvolvidas em flanco de encosta podem ter vida útil reduzida se o maciço for muito íngreme, pois pode dificultar a continuidade frontal da lavra devido às limitações de altura do maciço. Neste tipo, podemos ter dificuldades no posicionamento dos trabalhadores desenvolverem trabalhos na perfuração da rocha para uso do fio diamantado ou mesmo para uso de outras tecnologias.

As lavras desenvolvidas inicialmente em maciços com pouca inclinação, têm grande possibilidade de avanços laterais e frontal, além de oferecer mais condições de trabalho com rebaixamento dos trabalhos de lavra, abaixo do nível inicial ou do terreno. Em ambos os casos, a lavra se desenvolverá em bancadas, como veremos posteriormente.

3.3.2 - LAVRA EM FOSSA OU PEDREIRA EM FOSSA

Neste método, a lavra é feita completamente abaixo do plano do terreno, com as frentes de lavra sendo acessados por meio de rampas previamente construídas no maciço rochoso, próximo aos locais das frentes de produção. É importante o planejamento da lavra para a construção destas vias, pois elas irão servir por longos períodos para o Deve-se observar que o acesso com máquinas, caminhões e pessoal, e para o escoamento de produção que é feito de maneira ascendente por caminhão fora de estrada adaptado sem a caçamba ou em alguns casos com carregadeiras de pneus providas de garfo especial substituindo a concha. Estudo hidrogeológico se faz necessário para identificar a interferência com a camada freática que pode limitar o aprofundamento da cava.

3.3.3 - LAVRA EM POÇO OU PEDREIRA EM POÇO

Pode ser uma evolução da lavra em fossa devido à área limitada da concessão ou à área do interesse pela mineralização mais desejada. Neste caso, os limites incluem paredes verticais e a lavra se desenvolve de forma descendente. Como não temos as rampas, o acesso de máquinas, equipamentos e materiais, assim como a retirada dos blocos produzidos ocorre através de um guindaste instalado numa das bordas do “poço”, com uma lança que permita o içamento dos blocos preferencialmente na bancada onde ele foi produzido. O acesso de pessoal para produção deve ser realizado por escadas que atendam as A camada freática nestes casos deve ser motivo de estudo hidrogeológico pois havendo grande fluxo de águas subterrâneas, poderá inviabilizar a lavra devido risco de inundação.

3.3.4 - LAVRA POR BANCADAS

Em todas formas de desenvolvimento das pedreiras que tratamos anteriormente, a lavra é desenvolvida em bancadas. A escolha da altura da bancada depende de alguns fatores determinantes, quais sejam, a morfologia geral de cada jazida, as características da formação rochosa, a presença de planos de descontinuidade sub-horizontal (planos de estratificação das rochas sedimentares, clivagem lenticular oriunda do resfriamento da formação granítica, fraturamento de origem tectônica. Um outro critério é a exigência de selecionamento dos blocos a serem extraídos (qualidade, forma e dimensão).

As bancadas devem ser desenvolvidas desde a abertura da pedreira e deve-se buscar trabalhar com a máxima altura possível para aquele tipo de rocha em questão, sendo as dimensões das bancadas múltiplas das medidas dos

blocos que se deseja produzir, portanto não existe um padrão determinado e devemos sempre adaptar a forma de extração na lavra, às condições do maciço rochoso. Desta forma, entendemos que os blocos podem ser extraídos nas bancadas buscando primeiramente que as chapas que serão produzidas no beneficiamento dos blocos, sejam com padrão e coloração que o mercado deseja. Para isto, o bloco pode ser posicionado de acordo com as necessidades. Casos específicos podem ser analisados quando um projeto específico de arquitetura ou engenharia, exige medidas ou padrão diferentes daqueles habituais no mercado consumidor. Considera-se bancadas altas, aquelas cuja altura são acima de seis metros indo até mais de vinte metros. Nos casos de bancadas mais altas, recomenda-se que a largura dela seja a medida do comprimento do bloco ou mesmo da largura pois assim proporcionará mais resistência quando ela for tombada, evitando perdas com quebras constantes. Esta variação na altura será em função de alguns fatores como o tipo e resistência da rocha, seletividade dos blocos na prancha, tecnologias utilizadas e equipamentos disponíveis para perfuração, corte e tombamento das pranchas.

3.3.5 - LAVRA POR BANCADAS BAIXAS

Este tipo de lavra é imperativo quando o maciço apresenta grande incidência de fraturas sub-horizontais (estrutura cebolar) pouco espaçadas, em virtude da própria esfoliação esferoidal presente. Torna-se uma lavra mais flexível, pois a orientação da lavra pode ser alterada em função dos motivos estruturais presentes. Via de regra, a altura da bancada corresponde à uma das dimensões dos blocos comercializáveis que são diretamente extraídos no maciço.

Outra condição que se faz necessário a utilização de bancadas baixas é devido a presença de tensões residuais internas nos maciços. Quando esta situ-

ação verifica-se, pode ocorrer fraturamento espontâneo das frentes que são cortadas com fio diamantado, pode ocorrer também a dificuldade de se fazer cortes com fio diamantado para bancadas altas devido a atuação de forças de tensão que prendem o fio, inviabilizando o corte e o trabalho com bancadas altas. Neste caso, devemos alterar a forma de trabalho, reduzindo bastante as alturas das bancadas para 3,00 metros ou 6,00 metros no máximo.

A mecanização pode ser facilitada se a lavra tiver grande extensão horizontal. Essa flexibilidade facilita a movimentação de equipamentos (perfuratrizes, máquinas de corte a fio diamantado, carregadeiras) e de blocos. É um método vantajoso em termos de segurança do trabalho, pois evita e reduz de forma considerável o risco de acidentes graves, além de possibilitar um controle minucioso da frente de lavra.

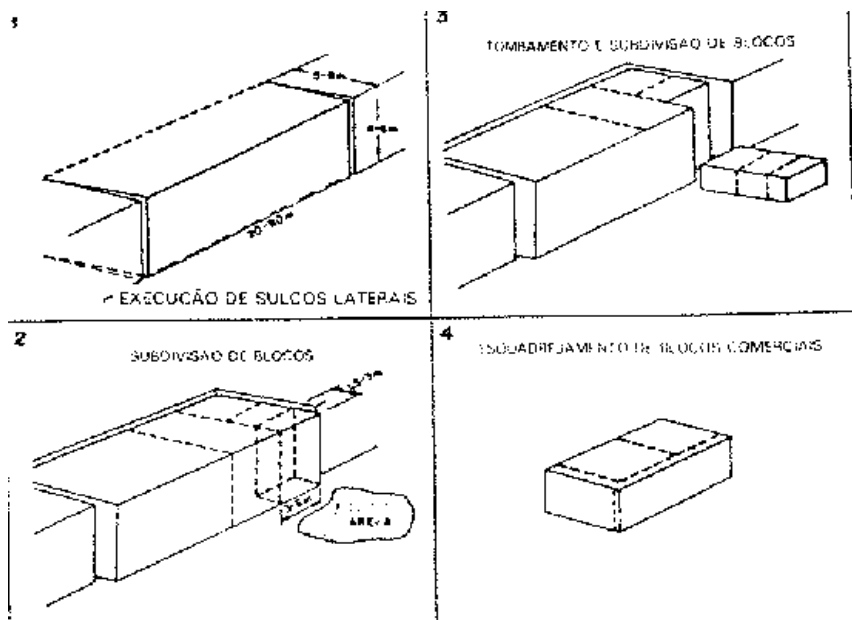
Podemos identificar como desvantagens a não seletividade na produção de blocos diretamente na bancada, o aumento dos custos em relação a produção em bancadas altas, devido à baixa produtividade e não seletividade. Quando o maciço é homogêneo, a questão da seletividade pode ser superada.

3.3.6 - LAVRA POR BANCADAS ALTAS

Este método permite alta recuperação, que é o quociente entre o volume líquido de blocos comercializáveis produzidos e o volume total de rocha desmontada no mesmo período. A lavra é feita inicialmente por isolamento de um bloco primário também denominado quadrote, que é um grande volume paralelepípedo da área de lavra permitindo o seu desdobramento e retirada de painéis verticais denominados filões ou pranchas. Esta metodologia oferece opções de ataque (selecionamento de frentes), permitindo maior flexibilidade da

lavra e seleção de áreas para produção de blocos. É indicado para corpos rochosos homogêneos e heterogêneos na qualidade e estrutura. Em ambos os tipos rochosos a produtividade é mais elevada com a produção em bancadas altas, mas podemos salientar que a possibilidade de lavra seletiva é um diferencial quando o maciço apresenta características indesejáveis do ponto de vista comercial. Na atualidade, o isolamento dos quadros quanto das pranchas, são realizados com a utilização de cortes horizontais e verticais com fio diamantado, devido a versatilidade de uso desta tecnologia e custos mais favoráveis. Eventualmente, as pranchas também são cortadas com utilização de perfuração descontínua e uso de argamassa expansiva. Após o corte das pranchas, estas são tombadas sobre uma cama de detritos da própria pedra formada por pequenos matacões e argilas para amortecimento do impacto e posteriormente após o tombamento se faz o traçado das linhas onde serão efetuados os cortes para definição dos blocos finais. Estes cortes perpendiculares definem os blocos e podem ser feitos com o uso do fio diamantado numa direção e noutra com uso de perfuração para posterior uso de cunhas mecânicas para corte na linha traçada pelos furos, ou as duas com uso de perfuração.





Exemplo de bancada alta: Furo de minas com pequeno espaçamento

O método de bancadas altas é geralmente usado quando o maciço permite desenvolver bancadas de alturas variadas entre 6,00 e 25,00 metros. Consiste na abertura de bancadas que vão produzir pranchas com a largura de uma das dimensões dos blocos que serão produzidos, ou seja variando de 1,80 a 3,20 m de largura, e de 10,00 a 30,00 metros de comprimento, podendo-se utilizar diferentes tecnologias de corte, em especial o fio diamantado. É caracterizado pela grande incidência de perfuração para fazer a subdivisão em blocos com dimensões adequadas à industrialização nas serrarias. Uma pedreira para produção com bancadas altas requer mais investimentos em equipamentos que são proporcionais às dimensões da pedreira e a capacidade de produção. Requer mais mão de obra, mas permite que sejam trabalhadores mais capacitados a operar os equipamentos. A depender dos equipamentos disponíveis, como quantidade e

porte de máquinas carregadeiras ou escavadeiras, máquinas de fio diamantado e perfuratrizes que podem ser de acionamento pneumático ou hidráulico, pode-se otimizar a produção com mão de obra mais reduzida.

3.3.7 - LAVRA POR DESABAMENTO (CAPEADOS)

Os fatores estruturais são vantajosos para este tipo de extração, aproveitando-se da estrutura cebolar existente no maciço rochoso (fraturas sub paralelas que acompanham a morfologia do maciço). Neste caso, é usada a lavra por desabamento, aproveitando a gravidade para desmonte de volumes primários de rocha com utilização de perfuração e explosivos. É aplicada em maciços bem fraturados e com relevo acidentado (acima 45°) para facilitar o desabamento. Nos pontos de queda (pé da encosta), o volume desmontado é desdobrado em volumes secundários (filões/pranchas), que em seguida são esquadrejados em blocos. É um método cujas condições de segurança são críticas devido à utilização de grandes volumes de explosivos e ao fato de não haver possibilidade de se fazer um controle do desabamento.

O volume desmontado é desdobrado em volumes secundários (filões ou pranchas), de onde são gerados os blocos. Os planos de fogo tem uma configuração radial ou então, criando-se câmaras de explosão localizadas entre os principais planos de fraturamento. Este método era também muito aplicado na falta de outras alternativas. O advento das metodologias de corte está reduzindo a utilização desta metodologia. Após o desmonte, são selecionados os maiores blocos com as formas mais apropriadas para o esquadrejamento e produção de blocos comercializáveis. Tem baixa recuperação (10 a 15%).

Chiodi Filho (1998) relata que o desabamento pode ser feito por painéis

horizontais ou verticais. O primeiro caso é recomendado quando o relevo tem inclinação baixa, enquanto que, para se fazer a lavra com painéis verticais, o relevo necessariamente deve ser íngreme.

É um método que exige pouco conhecimento técnico. Algumas das principais vantagens são os baixos custos de operação e o investimento inicial baixo. Geralmente se utiliza um colchão de areia para amortecer a queda da prancha com o objetivo de diminuir o impacto no solo. Esse método apresenta um custo semelhante ao custo da lavra de matacões, mas com o uso de equipamentos de maior porte para limpeza das praças.

O método consiste em derrubar uma escarpa de pedreira com explosivos, aproveitando-se, eventualmente, os blocos que caem e/ou rolam pela encosta do morro. É uma lavra com tendências a ser predatória com relação às reservas e produz grandes volumes para descarte da lavra e que poderão ser aproveitados, por exemplo, na confecção de paralelepípedos.

Esse tipo de método era, bastante utilizado o Brasil. A melhor formação profissional dos trabalhadores e a sensibilização por uma maior proteção ambiental proporcionou uma queda na sua utilização. A sua utilização implica na necessidade de abundância de reserva, localização isolada, grandes áreas para deposição de bota fora e características estruturais favoráveis. O baixo potencial econômico resultante do limitado valor comercial do produto, aliado às condições críticas de segurança desse método colaboraram, também, para o declínio da sua utilização.

Tecnologia aplicada de forma viável em regiões montanhosas e de encostas íngremes. A especialização na aplicação desta tecnologia em situações

com estas características deve-se ao fato de que as condições topográficas e geoestruturais desfavoráveis dificultam ou excluem outros métodos pelo ponto de vista técnico, econômico e de segurança no trabalho.

O seu processo consiste na realização de cortes sucessivos a partir de blocos com volumes variados buscando obter as formas exigidas pela indústria de transformação. O planejamento é muito importante para a utilização desta tecnologia buscando uma otimização da produção esperada. Falhas neste método são de difícil remediação, mesmo que parciais. Isto faz com que do ponto de vista ambiental, este método proporcione, na maioria dos casos, uma baixa recuperação da lavra e elevado impacto ambiental. Os grandes volumes de estéréis produzidos propiciam uma aspecto visual precário e promove um constante risco de deslizamento nas zonas de deposição dos resíduos da lavra, que necessitam de controle e fiscalização.



Lavra de capeado, por desabamento, do granito Giallo Esperança, da Rocha Branca Mineração, no município de Boa Esperança-ES..

3.3.8 - LAVRA DE MATAÇÕES

Os depósitos de matações podem ser *in situ*, cujas porções individualizadas da rocha não sofreram transporte ao longo do tempo geológico ou essas porções podem ter sido transportadas e foram depositadas nos flancos ou vales das encostas. Normalmente, a lavra se processa com grande movimentação de solo, para desaterro destes volumes de rocha individualizados, porém um bom plano de recuperação ambiental de área degradada pode minimizar os impactos causados pela extração.

Uma vez exposto, os matações são desdobrados e “talhados” usando a técnica de “fogo raiado”. Neste método, é comum obter cortes irregulares. O matação é particionado segundo as direções de clivagem da rocha. A geometria dos corpos rochosos compromete muito a recuperação da jazida. (Para a obtenção de blocos com ângulos retos). Em função da frequente obtenção de cortes irregulares, gradativamente esta técnica está sendo substituída pelo emprego de agente expansivo (massa expansiva). A lavra de matações consiste em um método menos oneroso por apresentar custos baixos para abertura de acessos, mão-de-obra pouco qualificada e custos operacionais reduzidos.

O esquadrejamento dos blocos é realizado através de perfuração com brocas e uso de perfuratrizes pneumáticas, cunhas manuais ou cunhas pneumáticas, sendo que, no primeiro caso, o processo é mais lento e é recomendado para matações de até 100,00 m³. No segundo caso, ocorre a utilização de explosivos em furos determinados de acordo com o plano de fogo considerando o tipo de rocha. As vantagens principais do método são: implantação rápida do empreendimento, investimento inicial baixo, necessidade de pouco conhecimento técnico, equipamentos simples e custo operacional baixo. As desvantagens principais

estão relacionadas ao volume grande de estéril produzido, recuperação baixa e dificuldades em um planejamento mais abrangente.

E é desta forma que incidem um pequeno número das jazidas em lavra de granito do Brasil, na forma de matacões que ocorrem no colúvio da encosta dos morros de mesma composição. Isto se deve ao relevo, comum às rochas cristalinas no Brasil, ao clima e ao tipo de alteração superficial das rochas, condicionados pelo seu fraturamento e pelo intemperismo.

A primeira etapa da lavra consiste em selecionar tais matacões e para tal processo deve levar em consideração alguns fatores: a uniformidade da textura, da granulação e da coloração da rocha. Por não oferecer uma homogeneidade em suas características como cor e granulometria, este processo deve ser realizado com muita cautela. Por outro lado, alguns fatores devem ser considerados:

A existência de fendas, por exemplo, pode ser de utilidade, pois podem ser aproveitadas para faces dos blocos a serem retirados, mas é sempre necessário fazer recortes devido à ação do intemperismo nestas fendas.

A acessibilidade geográfica também é um fator ponderante, pois geralmente os matacões encontram-se nas áreas mais baixas do terreno possibilitam um fácil acesso dos caminhões e tratores.

Os matacões de rochas graníticas com tamanho acima de 2m, muitas vezes, não são blocos rolados, mas sim, in situ. Portanto, após a retirada dos matacões, aparece o afloramento composto da mesma rocha que pode ser um grande maciço. A exploração de matacões tem menor custo,

necessitando menor capital inicial para a produção. Com a intensificação do uso de novas tecnologias nas lavras de rochas ornamentais, a lavra de matacões tem sido menos utilizada.

A pesquisa deste tipo de jazida inclui então as seguintes etapas (Caruso et al. 1984):

- Seleção dos matacões, pelas suas dimensões que permitam a extração de blocos e pelas suas qualidades, com os critérios já referidos;
- Cubagem da parte aflorante dos matacões;
- Características petrográficas da rocha (em amostras representativas);
- Características tecnológicas da rocha (em amostras representativas).

Para isso consideram-se os seguintes parâmetros, além de outros eventuais tratados no capítulo sobre tecnologia.

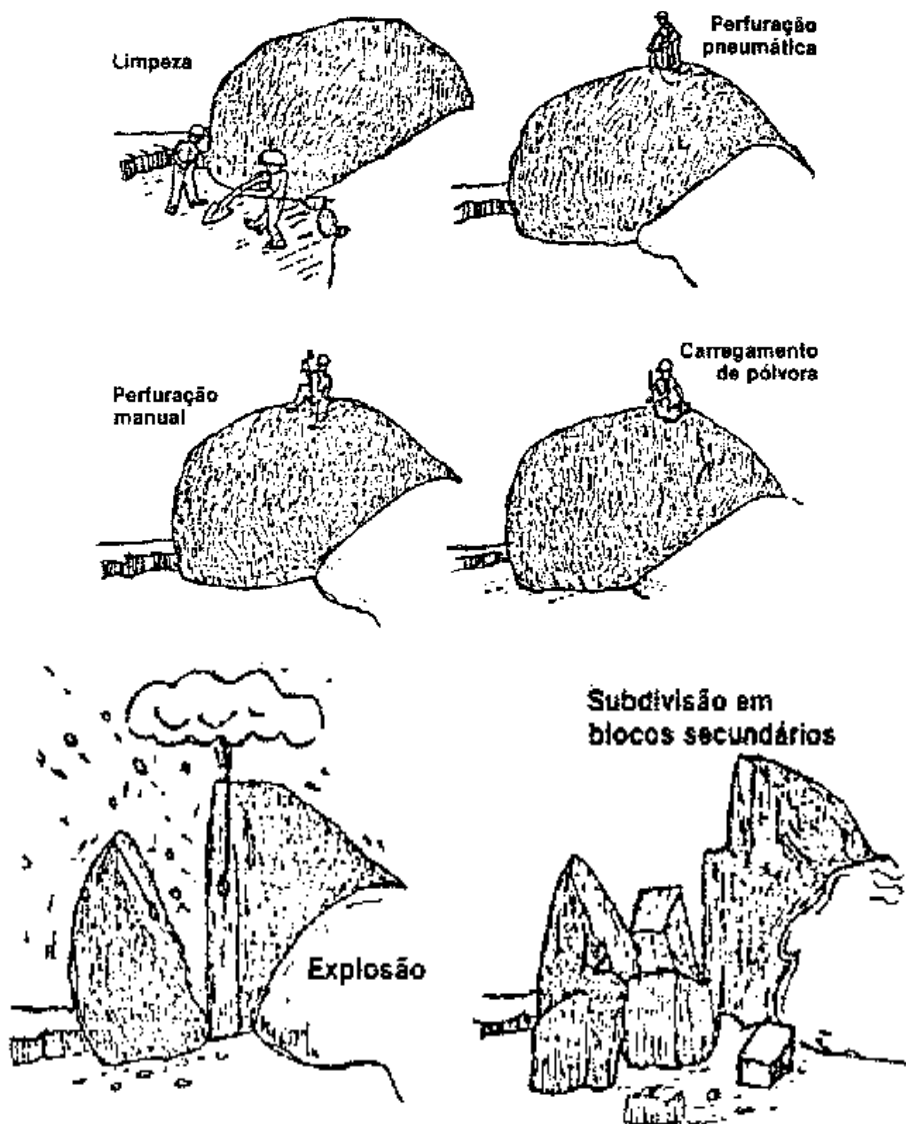


Lavra de granito Cinza Castelo em matacões no município de Castelo, ES (foto G.F. Rangel)



Lavra de granito Cinza Castelo em matacões no município de Castelo, ES (foto G.F. Rangel)

O próximo esquema demonstra a sequência de atividades de lavra de granitos em matacões de pequena dimensão.



Processo de lavra em Matacão

Fonte: Unesco-Unitar, 1988 apud Stellin Júnior et al, 1991.

Selecionados os matacões sobre os quais será desenvolvida a lavra, faz-se necessário preparar a praça de cantaria, em torno dele, e o acesso para o ponto de carregamento dos blocos nesta praça. Neste ponto um oficial prático examina o matacão para programar o corte dos blocos. O processo clássico para o corte manual dos blocos foi descrito por Cavalcanti, 1951, e é o seguinte:

Os matacões de granito apresentam juntas ou planos preferenciais de fratura, o fio da pedra, que o oficial experiente conhece. Utilizam-se então as seguintes ferramentas:

- Marrão de 6 a 8 kg com cabo de madeira;
- Macêta, bloco de aço tronco cônico de 1 kg com cabo de madeira;
- Ponteiro, barra de aço redondo, sextavado ou oitavado de 20 cm (7/8 a 1”);
- Pinchote, pedaço de aço de seção quadrada, sextavada ou oitavada de 10 cm de comprimento e de 1” a 1 ½ “ de grossura, e terminando em bisel;
- Brocas, barras de aço redondo, sextavado ou oitavado de ¾” a 1” de diversos comprimentos e terminadas em bisel;
- Arraia, semelhante à broca mas terminada em bisel muito mais largo;
- Alavanca, barra de aço redondo, sextavado ou oitavado de 1” a 1 ¼” de 1 a 1,5 m de comprimento e terminada em bisel numa extremidade e em ponta na outra;
- Régua e esquadro de madeira; riscador (pedaço de telha, giz); metro de carpinteiro.

Para a extração a fogacho efetuam-se duas perfurações: a primeira, vertical, pelo meio do plano que limita o bloco a retirar. A outra, neste mesmo plano, no sentido horizontal (levante). Em cada perfuração introduz-se a arraia que por ser mais larga que a broca, faz um sulco orientado na direção a onde de choque da explosão e conseqüentemente direcionando a ruptura para a retirada do bloco, operação esta denominada raiiação. Carregam-se então os furos com pólvora e estopim. Com a detonação o bloco se desprende e então é desdobrado com uso de perfuratrizes pneumáticas fazendo-se linhas de furos demarcadas em linhas onde serão as faces dos blocos.

Para a extração dita “a frio” fazem-se duas séries de furos paralelos, distantes de 8 a 10 cm, por meio de ponteiro percutido com maceta: uma série no plano horizontal, que limitará a face inferior do sub-bloco a ser extraído e outra série no plano vertical que limitará a face posterior deste sub-bloco. Introduzem-se pichotes, em cada furo das séries referidas, que são forçados a marrão, de forma a penetrar igualmente na rocha forçando-a para as extremidades até a individualização do sub-bloco.

Como a tecnologia para este segmento está em constante evolução utiliza-se atualmente utilizam-se um ou vários marteleles pneumáticos, que através de movimento roto percussivo desagrega os minerais constituintes da rochas fazendo linhas de furos e melhorando a eficiência da furação possibilitando um grande aumento na produtividade da jazida.

3.4 - TECNOLOGIA DE CORTE

A escolha da tecnologia de corte a ser empregada depende de fatores diversos, como: características petrográficas e estruturais da rocha; método de

lavra utilizado, valor mercadológico do material, meio ambiente e das disponibilidades financeiras da empresa.

Em relação à execução de cortes primários e secundários, são feitos com a utilização de explosivos (pólvora negra ou cordel detonante) de acordo com os parâmetros do plano de fogo que definirá a distância entre furos e a razão de carga. No último ano, as exigências do Ministério do Exército quanto ao uso de explosivos, tem proporcionado uma mudança na produção das pedreiras com uso de outras tecnologias como a massa expansiva e fio diamantado.

A lavra de matacões, é realizado da seguinte forma:

1º PASSO - no matacão atualmente lavrado são feitos furos verticais com profundidade variando entre 0,30m e 0,50 m menor que a altura do matacão, utilizando-se marteletes pneumáticos, sendo o espaçamento entre eles de aproximadamente 1,00 metro. O número de furos depende da extensão da frente que se deseja abrir;

2º PASSO - Raição - consiste em se promover internamente ao furo, com uma ferramenta chamada “arraia”, dois sulcos opostos de aproximadamente 1/4”, que seguem a direção de rift;

3º PASSO - coloca-se para cada metro de furo, devidamente raiado, aproximadamente 8g de explosivo (pólvora negra - que graças a sua baixa velocidade de detonação (Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ Volume 21 / 1998) que proporciona a ruptura da rocha sem estilhaçá-la). Com isso é individualizado um grande bloco principal;

4º PASSO – toda esta operação, denominada “fogacho”, será repetida nesse bloco principal, em um plano horizontal e em mais dois outros verticais, para a individualização de mais dois ou três blocos secundários.

5º PASSO – cada bloco secundário é tombado do matacão, sendo laçado por cabos de aço, puxados por um guincho mecânico ou tombado por escavadeira hidráulica. Em seguida o mesmo é arrastado para o praça da pedreira pelo guincho ou pela escavadeira, onde é novamente subdividido pelo método de cunhas ou ainda por fogacho. O espaçamento entre os furos é de 10 a 15cm, em direções coplanares, de forma a individualizar as dimensões do bloco final (que é em média têm 2,80m x 1,80m x 2,20m, ou aproximadamente 10,00m³), para comercialização.

Ainda na praça da pedreira o bloco cortado passa por um processo rudimentar de beneficiamento, que consiste basicamente na apara de arestas e outras irregularidades deixadas pela broca, nas laterais do bloco. Isso é feito por um operário que, com o auxílio de uma talhadeira, desbastando as arestas manualmente.

Os espaçamentos correspondem de 8 a 20 vezes o diâmetro de furo, de forma que o plano de fogo possa isolar uma fatia da rocha, permitindo que novas divisões possam ser feitas, sem gerar maiores danos (blocos com menos aristas e extrações de blocos no entorno do que foi extraído sem gerar fraturas internas).

Este tipo de exigência cria margem para desenvolvimento de tecnologias alternativas mais onerosas, porém idôneas (fio diamantado e o “waterjet”). Estes métodos também reduzem a poeira, ruído, vibrações e ondas de sobrepressão.

Uma técnica amplamente utilizada é aquela que utiliza os dispositivos com cunhas para dividir a rocha de acordo com os planos pré-estabelecidos, geralmente orientados na direção preferencial de separação. Consiste na perfuração da rocha por diversos furos separados linearmente em espaços curtos e posterior divisão com aplicação de cunhas, que posicionando-se entre palmetas (linguetas de metal), efetua-se percussão manualmente com ajuda de uma marreta, até fissurar a rocha.

Temos também a utilização de agentes expansivos (argamassas expansivas) no qual as cunhas são substituídas por um tipo de massa auto expansiva (aplicadas nos furos) e com a vantagem de maior espaçamento (ou seja, menos furos) gerando uma melhor relação custo-benefício.

Os blocos obtidos por meio desta tecnologia tradicional, invariavelmente apresentam faces rugosas, o que impacta negativamente no volume comercial do bloco. Além das perdas, deve ser contabilizado o custo de transporte do referido bloco. Estes problemas se refletem na fase de serragem e polimento.

3.5 - PERFURAÇÃO DESCONTÍNUA

Neste processo são realizadas linhas de furos a distâncias predeterminadas, combinados para criar corte através de argamassa expansiva, cargas explosivas ou cunhas mecânicas. O sistema mais utilizado é o de talha-blocos (onde uma corrente ligada a perfuratriz, tracionada no sentido de provocar pressão sobre equipamento contra a broca e desta contra a rocha.

O conjunto talha-bloco é montado sobre trilhos, para deslocamento lateral do suporte, sobre o qual é instalado um ou até quatro martelos, e por quadro de comando, além de lubrificador de linha coligado a tubulação de ar comprimido a alta pressão. Este sistema permite a utilização de um ou mais martelos funcionando simultaneamente. O fluido de limpeza é o ar comprimido adicionado com água para evitar poeiras. O sistema talha-blocos permite a redução de custos de mão de obra, aumento de produtividade e uma maior regularidade dos furos realizados.



São usadas brocas integrais com punho, colar, haste e coroa, onde se insere uma pastilha de metal duro ou hastes cônicas onde substitui-se a ponta denominada cone bit. Esta pastilha das brocas integrais ou os cones bits devem ser continuamente afiada, sob pena de reduzir a velocidade de perfuração (ou até mesmo, a sua quebra).

3.5 - PERFURAÇÃO CONTÍNUA (TALHO CONTÍNUO)

Consiste em dois passos: primeiramente faz uma série de furos com bit de botões de 64 mm de diâmetro, com espaçamento igual ao diâmetro das furações e, em seguida, o espaço entre os furos é perfurado utilizando bit de botões de 76 mm de diâmetro, obtendo-se uma fenda com aproximadamente 70mm de espessura.

É utilizado um equipamento denominado “slot drill” que através rotação contínua, reversível e percussões sobre a coluna de hastes e bit de botões, promove a fenda contínua por toda a linha de furos. A rotação reversível facilita a introdução e retirada de hastes, para alongar a broca e retirá-la da perfuração concluída.



Este tipo de perfuração utiliza brocas de extensão, que podem ter seu comprimento aumentado pela adição de hastes, bastando acrescentar nova

haste rosqueada na última do conjunto já introduzido no furo e prosseguir com a furação.

O bit é o elemento que efetivamente realiza o trabalho de quebra da rocha, sendo calçado com botões de metal duro. Estes botões tem que ser sempre afiados quando o achatamento atingir determinados limites práticos, devolvendo a eles a forma arredondada que é desgastada no processo de perfuração (mantendo a velocidade de penetração e economia do processo).

Este método de perfuração contínua, foi muito utilizado em cortes verticais de maciços rochosos quando a tecnologia do fio diamantado era pouco utilizada devido ao alto custo e era pouco difundida no Brasil, e também foi usado com eficiência para seccionamento de grandes volumes nos maciços com grande influência de tensões residuais, pois se consegue cortes com sulcos de espessura média de 70 mm reduzindo as consequências danosas do alívio de tensões nas bancadas onde se desenvolvem os trabalhos.

Sua relação custo/benefício é baixa, apesar da eficiência do processo. Com a popularização do uso do fio diamantado, esta tecnologia teve sua utilização bastante reduzida nas pedreiras.



3.7 - ARGAMASSA EXPANSIVA:

Em uso nas pedreiras desde o final dos anos 90, a argamassa revolucionou a extração de blocos, permitindo uma melhor performance operacional das frentes de produção. Trata-se de um produto em pó com composição química definida em função da temperatura do ambiente e depois misturada com água na proporção estabelecida pelo fabricante. Inserida nos furos, esta argamassa irá expandir-se liberando espetaculares quantidades de energia, de modo progressivo e gradual, promovendo a ruptura da rocha ao longo da linha de furos. O carregamento é feito com os furos limpos e assoprados, livre de água e sujeiras.



Detalhe da utilização de massa expansiva em maciço rochoso.

A argamassa exerce sobre as paredes grande pressão de expansão, em todas as direções, o fato de haver uma linha de furação ao longo da dimensão em que se pretende romper torna o trabalho mais simples e eficaz, pois cria-se um sentido preferencial de ruptura. Assim, é feita a ruptura da rocha sob pressão. O tempo de reação varia em função da temperatura ambiente, do espaçamento dos

furos, das características geológicas e mecânicas da rocha, além de seu aspecto textural, e da quantidade e tipo de argamassa a ser utilizada.

Este sistema tem ótima relação custo-benefício, permite até uma maior espaçamento entre os furos, maior regularidade das superfícies cortadas e preserva a integridade físico-mecânica da rocha, obtendo-se como resultado uma maior recuperação de blocos com diminuição do bota fora.

Combinação fio diamantado e argamassa

Nas pedreiras em maciço rochoso, a argamassa tem sido amplamente utilizada combinada com o fio diamantado. O fio diamantado é utilizado para cortes de isolamento de volumes primários de rocha e o agente expansivo é utilizado no deslocamento de filões/pranchas. A viabilidade técnica e econômica deste consórcio é notória. É uma tecnologia limpa, não poluidora, e de fácil emprego, podendo ser destacada a maior segurança dos trabalhadores, comparada ao uso de material explosivo.



Detalhe de corte em maciço rochoso com utilização da fio diamantado e argamassa expansiva.

3.8 - CUNHAS MECÂNICAS:

São utilizadas para seccionar planos pré-definidos, a partir de perfuração de pequeno diâmetro realizada com brocas integrais, tanto no desdobramento de filões/pranchas, como no esquadrejamento de blocos. Trata-se de um conjunto constituído por duas palmetas posicionadas lateralmente a cunha propriamente dita, cuja percussão se dá manualmente, à marreta ou com a utilização de cunhas hidráulicas. O tempo de corte com essas ferramentas pode demandar alguns minutos ou várias horas, dependendo de fatores como: tipo de rocha, direção da ruptura, altura do corte, espaçamento praticado.

Isto pode gerar atrasos de produção com redução de produtividade e elevado custo com perfuração, em função dos pequenos espaçamentos demandados. Há ainda desvio de cortes que comprometem o acabamento das superfícies cortadas e provocam excessivos esforços físicos nos trabalhadores.

Esta prática é utilizada no Brasil para esquadrejamento dos blocos. Há uma sensível substituição pelo uso da argamassa expansiva no mercado doméstico.

3.9 - DIVISÃO MECÂNICA ATRAVÉS DE CUNHAS

Também baseado em processo de perfuração, utiliza os dispositivos com cunhas, para a subdivisão da rocha de acordo com planos preestabelecidos, em geral aqueles preferenciais de orientação dos minerais. São, basicamente, usados nas fases finais de recorte e esquadrejamento dos blocos ou, mesmo, na recuperação no método de lavra de matacões.

O seu baixo custo justifica a viabilidade econômica do método. Nas alternativas para o procedimento manual de formação das cunhas, destaca-se a utilização de mecanismos hidráulicos. Realiza-se uma série de furos alinhados com alternância de profundidade sobre o matacão ou maciço rochoso. Cunha metálicas são colocadas nos furos e pressionadas até o deslocamento do bloco ao longo dos furos (Stellin Júnior et AL,1991). Em maciços muito fraturados este método complementa o anterior, onde o uso de explosivos ocasionaria a inutilização do extraído.

3.10 - TECNOLOGIAS DE CORTE CONTÍNUO

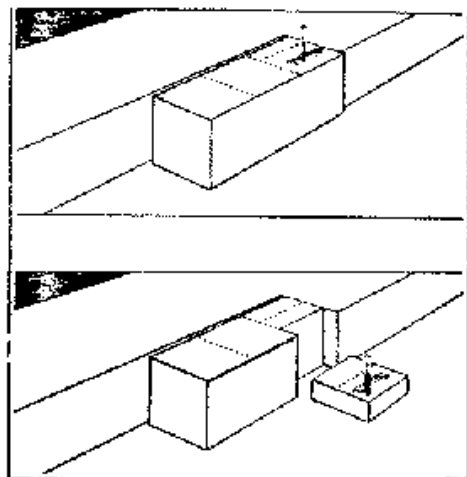
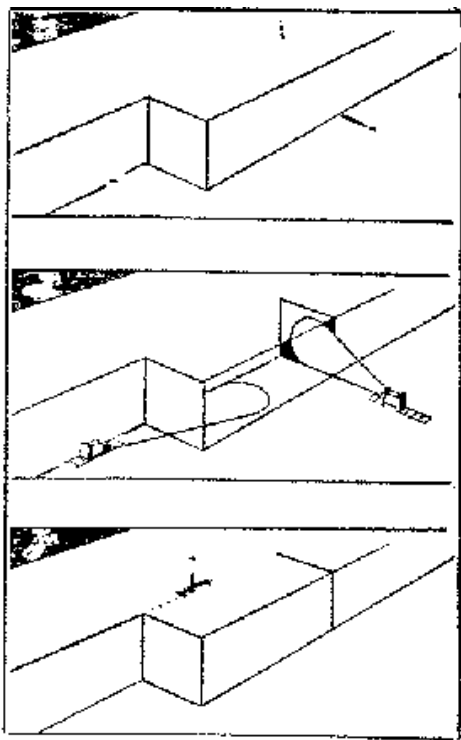
Tecnologias de corte onde não são realizadas operações de perfuração e explosivos. Têm sua aplicação largamente difundida em cortes de rochas calcárias, principalmente de mármore, pois permitem boa produtividade e qualidade dos produtos com baixos custos.

3.10.1 - CORTADOR A CORRENTE COM VÍDEA

Aplicado como recurso integrado ou na preparação para uso de outras técnicas como o fio diamantado, reduzindo a níveis extremamente baixos o emprego da perfuração. Esta tecnologia tem o seu uso constante na extração de mármore, e o seu processo consiste, essencialmente, de um braço sobre o qual desliza uma corrente com plaquetas de vídea de metal duro, acionado por um grupo motor. Este equipamento pode realizar cortes horizontais, verticais ou inclinados.

3.10.2 - CORTE COM FIO DIAMANTADO

O processo consiste em realizar dois furos sendo um horizontal e um vertical perpendiculares e interligados entre si na bancada do maciço rochoso, por onde é transpassado um fio com pequenas pérolas diamantadas dispostas em um cabo de aço, com separadores de plástico ou borracha ou posicionadores metálicos. O fio é girado num movimento translacional por um volante conectado a um motor elétrico de uma máquina que o faz girar e outro moto redutor traciona no sentido oposto à rocha, tracionando e fazendo o deslocamento horizontal da máquina, cortando a rocha.



Demonstrativo do esquema de corte realizado com o fio diamantado

O uso de tecnologias de corte contínuo visa a substituição do emprego de perfuração e uso de explosivos. É um tipo de tecnologia que se consolidou nas pedreiras de todos os tipos de rochas com fins ornamentais, sejam elas as macias como as carbonáticas (mármore) até as duras e abrasivas como as silicáticas (granito, quartzito, etc). Temos assim, um maior consumo do elemento diamantado e uma redução da velocidade de corte para as rochas silicatadas. O desempenho do corte depende da dureza e abrasividade da rocha, do tipo de fio utilizado, entre outros fatores operacionais. Esta é considerada uma tecnologia limpa e produtiva em termos de quantidade e qualidade e os pontos de deficiência não são empecilhos para a utilização contínua deste tecnologia.

3.10.3 - FIO DIAMANTADO

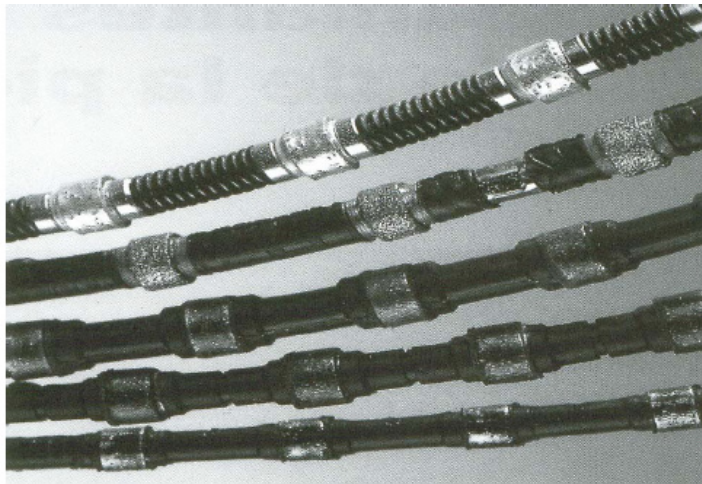
Surgiu para substituição integral da tecnologia de corte com fio helicoidal. Esta tecnologia trás as seguintes vantagens:

- Maior velocidade de corte da rocha;
- Melhoria na recuperação da lavra;
- Flexibilidade e versatilidade operacional;
- Reflexos positivos nas demais etapas da cadeia de extração.

O fio diamantado é constituído por um cabo de aço galvanizado, que funciona como suporte para as pérolas diamantadas, separada ao longo por molas metálicas (fio para mármore), ou por material plástico ou borracha, utilizados nos fios para rochas silicatadas, bem como em alguns tipos de mármore ricos em sílica. Normalmente, a montagem do fio diamantado é feita obedecendo a uma frequência de 29 a 35 pérolas/metro para rochas carbonatadas e 39 a 41 para ro-

chas duras e/ou abrasivas. Para tanto, são empregados moldes específicos, que determinam este espaçamento a ser preenchidos por material de revestimento do cabo de aço (plástico, borracha ou mola). Um item importante a ser observado é a união (emenda) do fio diamantado, que pode representar um ponto de fraqueza. A emenda deve manter um espaçamento constante entre as pérolas e pode ser de cobre ou de aço.

Por motivo de segurança, os fios diamantados com mola possuem anéis de fixação a cada intervalo constante do fio, evitando no caso de rompimento, o lançamento de mais pérolas que a quantidade compreendida naquele intervalo (3 a 5 unidades). Estes anéis permitem minimizar o deslocamento das pérolas devido à expansão/retração das molas.



Fio diamantado nas versões com molas, plastificado e vulcanizado.

3.11 - EQUIPAMENTOS DE CORTE

Os primeiros equipamentos de corte foram inspirados na tecnologia do fio helicoidal. Os estudos iniciais para a construção da máquina de acionamento do fio diamantado surgiram no início da década de 70. Os primeiros protótipos começaram a operar por volta de 1977. Eram equipamentos hidráulicos com baixa potência instalada, depois vieram as máquinas com motores diesel e posteriormente as de acionamento por motores elétricos que se mostrou mais eficiente. Hoje, temos equipamentos automáticos com regulação eletrônica e com motores de maior potência. Os principais dispositivos presentes são:

- Variador de velocidade linear do fio, de maneira a graduar esta velocidade, principalmente nas fases inicial e final do corte;
- Controle de tensionamento automático do fio diamantado, cuja tensão aplicada sobre o fio é regulada de modo contínuo, em tempo real, variando de 1.500 N a 3.000 N, de acordo com o avanço da máquina nos trilhos;
- Dispositivos de segurança: que permitem o desligamento automático, em caso de eventuais rompimentos do cabo de aço, superaquecimento do motor, etc.

A potência varia de 25 a 60 hp, e para motor diesel, atinge de 75 a 100 hp para motores elétricos. A velocidade periférica, que é a velocidade linear do fio diamantado em circuito fechado, varia de 35 a 40 m/s no mármore e 16 a 28 m/s nos granitos. É obtida a partir do diâmetro do volante juntamente com as revoluções do motor, ou seja:

$$\text{Velocidade periférica (m/s)} = \text{comprimento circunferência (m)} \times \text{rpm}/60$$

Os equipamentos são dotados de plataforma para abrigar a motorização e auxiliá-los no deslocamento sobre trilhos.

Para mármore, há mais uso do fio diamantado, há uma produtividade que varia de 6 a 8 m²/h (área de corte na rocha), podendo chegar a valores de 60 a 70 m²/h. Somente o componente fio diamantado pode participar em 45% do custo total.

Para granitos duros, esta produtividade vai de 1 a 3 m²/h (podendo chegar a 5 metros quadrados por hora), e para rochas de média dureza, temos de 14 a 20 m²/h (podendo atingir 50 metros quadrados por hora em rochas brandas). O componente de fio diamantado pode representar 60% do custo desta tecnologia.

Abrasividade: é definida segundo a estrutura dominante da rocha., que por sua vez é classificada como:

- Estrutura aberta: estrutura não totalmente compacta, que permite a erosão de material ao ser cortado;
- Estrutura fechada: estrutura totalmente compacta e não permite erosão do material ao ser cortado;

3.12 - TIPOS DE CORTES

Na realização de cortes com fio diamantado, torna-se necessário à realização de furos coplanares na parte interna do maciço, que irão determinar a

superfície a ser cortada. Para facilitar o encontro destes furos, utiliza-se normalmente uma perfuratriz denominada “down-the-hole” (ou fundo-furo), destinada à realização dos furos horizontais e verticais com diâmetro da ordem de 105 mm. O princípio básico é puxar uma alça de fio diamantado, enlaçada na rocha pelos dois furos que se interceptam, formando um circuito fechado, onde através do movimento de translação (circular) do fio e da constante força de tração exercida sobre ele, promove-se o desenvolvimento do corte.

O fio diamantado possui grande flexibilidade e versatilidade, podendo realizar os mais diversos tipos de cortes necessários e suficientes para a extração de rochas ornamentais. Seguem a seguir, os principais tipos de cortes:

3.12.1 - CORTE VERTICAL SIMPLES

Parte-se de um degrau de bancada. Na base do degrau faz-se um furo na horizontal, no nível da bancada inferior, com perfuratriz de 90 a 140 mm de diâmetro. No alto do degrau, no nível da bancada superior executa-se furo vertical, que irá encontrar o furo anterior. Passa-se então o cabo diamantado pelos dois furos, fazendo uma alça que é esticada e acionada por uma roldana motriz no nível da bancada inferior.

A roldana motriz é movida por um motor elétrico, acondicionado e montado sobre trilhos inclinados ao contrário da frente, de forma a manter o cabo esticado; isto pode ser obtido, também, através de cremalheira, de sistema hidráulico ou de sistema de contrapesos com regulação, automática ou não, da tensão do cabo.



Foto: Corte vertical simples

3.12.2 - CORTE VERTICAL ASCENDENTE

Para este corte, a máquina de acionamento é posicionada sobre a bancada e sua utilização deve ser aceita quando não se tem área frontal para a movimentação da máquina sobre os trilhos ou outros fatores operacionais impedem de se realizar o corte vertical simples. Esta modalidade proporciona um desgaste mais acentuado do fio, devido a maior força de tração do equipamento no fio

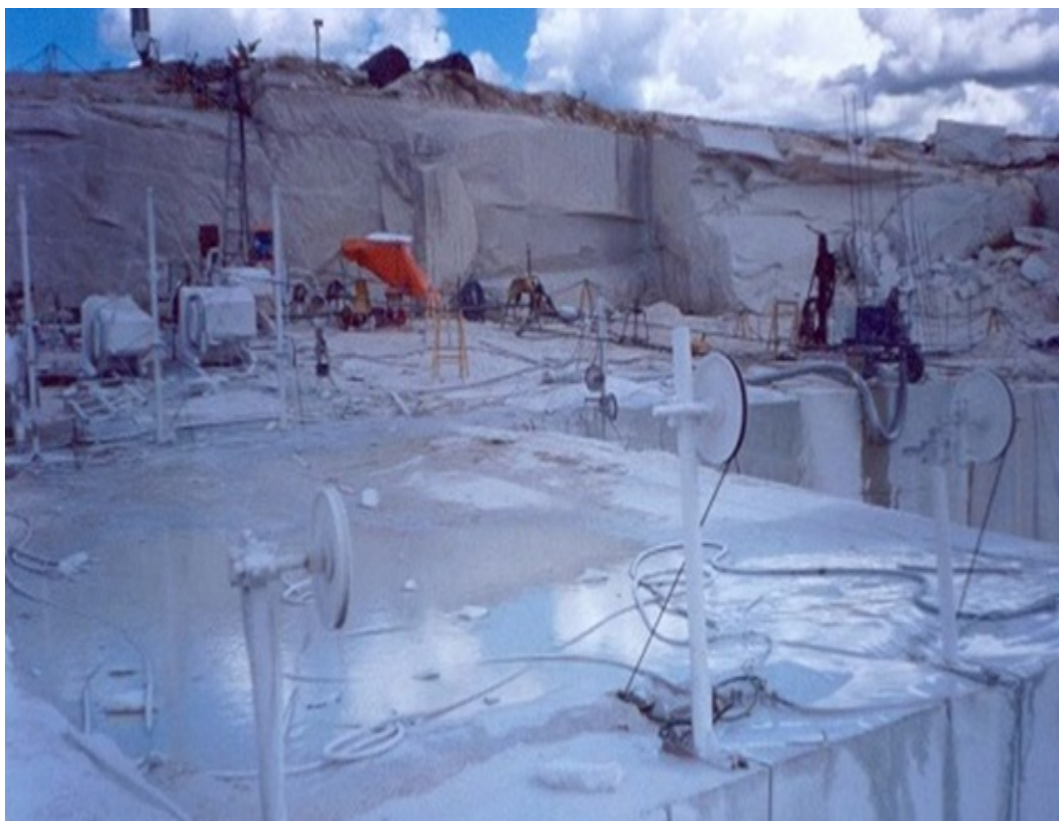


Foto: Corte Vertical ascendente

3.12.3 - CORTE VERTICAL EM “L”

Variante do corte vertical, que possibilita se fazer o corte em uma direção, sendo a máquina posicionada em sentido oblíquo ou perpendicular ao corte. Esta variante pode ser utilizada em aberturas de novas bancadas quando é necessário fazer “gaveta” e a área da gaveta não permite o posicionamento e deslocamento da máquina de fio.



Corte vertical em “L”

3.12.4 - CORTE HORIZONTAL (LEVANTE)

Neste caso, são executados previamente, com perfuratriz down the hole, dois furos horizontais em posições opostas dependendo da necessidade do corte, formando um ângulo reto ou agudo. Estes dois furos se comunicam no interior do maciço e por eles passa-se o cabo diamantado, fazendo a alça que é esticada e colocada na máquina que faz o acionamento. Para o início do corte, são posicionadas polias menores que direcionarão o fio para o efetivo corte.



Corte horizontal

3.12.5 - CORTE CEGO

Esta variante é muito importante, pois permite se fazer um corte onde não se tem uma face livre, como em corte vertical posterior ou horizontal para abertura de “gaveta” nas pedreiras, abertura de rampas descendentes no próprio maciço, etc. Neste caso, é necessário dispor de acessórios para esta finalidade que são torres preparadas com pequenas polias para fazer a passagem do fio e outras polias que vão direcioná-lo. A máquina de acionamento deve ser posicionada sobre a bancada para cortes verticais e frontal para cortes horizontais.



Foto: Corte cego

Portanto, o fio diamantado pode ser utilizado em cortes verticais em bancada, como nos referidos exemplos, em corte horizontal em bancada ou no esquadramento de blocos após o desmonte do filão ou prancha.

Duas grandezas caracterizam a performance do fio diamantado: a velocidade de corte e a durabilidade do cabo. Para uma determinada rocha o rendimento no corte varia com a velocidade e com a tensão aplicada ao fio e portanto com a potência aplicada. Vantagens do uso de fio diamantado:

- Organização racional dos trabalhos;
- Regularidade e excelente acabamento das superfícies cortadas;
- Manutenção da integridade física da rocha, com nenhum tipo de dano a mesma;
- Espessura de corte de 10 mm;
- Menor índice de perdas;
- Elevadas velocidades de corte (m^2/hora), com ganhos de produtividade;
- Menor custo unitário de corte ($\text{R\$/m}$), em relação a tecnologias tradicionais de corte;
- Melhor relação custo-benefício;
- Versatilidade de uso;
- Menor impacto ambiental
- Atividade silenciosa, com ausência de poeira e vibrações.

OBS: torna-se necessário uso de pessoal qualificado

3.12.6 - JATOS DE ÁGUA

Há também o uso de jatos de água a grande velocidade. Devem ser rigorosamente controlados os parâmetros operacionais: pressão de água, vazão de água, velocidade rotacional dos jatos, velocidade de translação, etc. A água é ejetada a velocidade de 300 à 500 m/seg gerando pressões de 150 a 300 Mpa, superior à resistência das rochas. Os parâmetros são a pressão de água, sua vazão e a velocidade de corte. Esta técnica permite extrair blocos regulares com mais qualidade com maior recuperação na jazida. A erosão provocada pela água está relacionada essencialmente com as micro descontinuidades da rocha (porosidade, tamanho dos grãos dos minerais constituintes, composição mineralógica, grau de meteorização e comportamento elástico. O consumo de água é de 60 litros/minuto.

Esta tecnologia é de uso recente existindo, inclusive, uma entidade que busca divulgá-la a International Society of Water Jet Technology (ISWJT).

Power (1994), descreve sucintamente esta tecnologia referindo-se à utilização de jato de água pulsante em pressões na faixa 96 a 276 MPa. Estaria sendo utilizado na Rocky Mountain Rose Red, Inc. de Lyons, CO. A Elberton Granite Association na Georgia teria também testado um equipamento, mas com menos sucesso que com serras diamantadas.

O Data Base Committee on the Waterjet Excavation and Drilling Technology in Mining and Civil Engineering Fields da Tohoku University, Sendai, Japão publicou em 1996 um handbook: The Mining and Materials Processing Institute of Japan: Waterjet Excavation and Drilling Engineering.

Um equipamento anunciado nos USA é o Ned-Jet 2000 utilizado na Cold Springs Granite Co., Millbank, ND. Numa face horizontal de pedreira de granito, três máquinas cortam com 5,4 m de profundidade e até uma extensão de 30 m. As máquinas lembram perfuratrizes verticais com torre perfurando para baixo, montadas em esteiras, puxando motor e bombas. Segundo o fabricante, com o uso deste equipamento diminuem as perdas, o custo, o barulho, a poeira e as detonações.

Segundo afirma o fabricante o uso do Ned Jet melhorou a recuperação em 30% e cortou o custo dos blocos em 40%. O trabalho feito em 1 dia levaria de 2 a 4 dias por outros métodos.

3.12.7 - LAVRA SELETIVA

Esta metodologia é adotada quando no maciço rochoso há famílias de fraturas cujas orientações são ortogonais entre si, oferecendo a possibilidade de utilizá-las para destacar, através de cortes oportunos com explosivos, volumes de rochas que serão retrabalhados para operações sucessivas de recorte e esquadreamento.

A diferença entre o método de desabamento está no critério de seletividade, os quais permitem a desagregação de volumes de rocha aptos ao transporte interno (no método de desabamento, as operações de recorte e esquadreamento são realizadas diretamente nos pontos de queda).

Aplica-se, freqüentemente, nos casos onde o maciço a ser explotado apresenta como característica básica fundamental a presença de diferentes tipos de fraturas com orientação principal, preferencialmente ortogonal. Assim, essas

fraturas podem ser aproveitadas com planos naturais de separação de porções rochosas onde, através de cortes complementares, consegue-se liberar blocos de dimensões adequadas para a realização das operações de recorte e esquadreamento.

Assim como no método de desmoronamento, a recuperação da lavra alcança índices muito baixos. O que os difere é a possibilidade de adoção, por parte do método da Lavra Seletiva, de critérios de seleção capazes de identificar volumes de rochas passíveis de manuseio e transporte, ao passo que, no desmoronamento, a atividade condiciona os trabalhos de preparação dos blocos no local onde se encontra o material após o desmonte principal.

3.12.8 - LAVRA SUBTERRÂNEA

A atividade em subsolo é desenvolvida através de esquemas por salões e pilares. Geralmente isolados por áreas de baixa qualidade comercial. O impacto na paisagem é bem minimizado, mas crescem os problemas para o controle da estabilidade principalmente para salões ou câmaras de grande volume.

Devido à existência, em todo o mundo, de inúmeros depósitos de rochas ornamentais aflorantes ou próximos à superfície, a lavra subterrânea é ainda pouco utilizada. Seu uso é justificado em casos de jazidas de rochas de qualidade excepcional, com alto valor no mercado. Segundo Duarte (1998), a principal mina subterrânea localiza-se nos EUA, no Estado de Vermont. Sua operação foi iniciada em 1870 a céu aberto, passando a subterrânea em 1907. Consiste em uma camada horizontal de mármore com cerca de 500 m de profundidade, lavrada pelo método de câmaras e pilares, com câmaras e pilares de 15,0 a 20,0 m de largura cada uma.

A lavra subterrânea tem como maior vantagem um impacto ambiental na superfície pequeno. Por outro lado, a lavra subterrânea apresenta grandes dificuldades operacionais, problemas geomecânicos, maior probabilidade de ocorrer acidentes e ainda custo de lavra mais alto que a lavra a céu aberto.

A progressiva ampliação da urbanização na periferia das cidades brasileiras, dificulta ou mesmo impede a extração de rochas ornamentais a céu aberto nestas áreas por provocar ruídos, poeiras e projeção de pedras nas proximidades de habitações. Pela mesma razão a movimentação de terra e de solos também provoca danos na superfície, principalmente na época de chuvas tropicais. O trânsito de máquinas pesadas também é incompatível com a atividade familiar.

No Brasil temos registro de apenas uma frente de lavra em subterrâneo do quartzito Azul Macaúbas, no município de mesmo nome na Bahia desde o final dos anos 90. A lavra subterrânea de rochas ornamentais não é uma idéia nova a ser discutida: é antes uma tendência. As oposições a esta metodologia são devidas ao desconhecimento geral sobre mineração subterrânea, pois no caso do céu aberto, qualquer pessoa pode alugar um trator e empurrar matacões para um lado ou para outro. O subterrâneo exige conhecimento muito específico e o chamado “bom senso” já não se adapta.

Critérios para planejamento de lavra subterrânea de rochas ornamentais

O desenvolvimento de um projeto de extração de rocha ornamental em subterrâneo pode ser resultado de uma das seguintes situações:

- Reativação de uma antiga pedreira subterrânea;
- Abertura de uma nova frente de lavra;

- Prosseguimento em subterrâneo a partir de uma pedreira existente a céu aberto desenvolvida em poço.

Neste último caso a justificativa pode ser técnica, pela dificuldade de rebaixar a plataforma de operação ou recuar as frentes de trabalho, de segurança, pela estabilidade de paredes verticais, ou para contornar problemas legais, devido a posturas municipais ou autorizações necessárias de pedreiras adjacentes.

A transferência da operação para subterrâneo exige investimentos em novas máquinas e equipamentos pois os existentes para céu aberto podem não ser aproveitáveis em subsolo, pela diminuição do espaço para manobras, ou pela emissão de fumaça e de poeiras.

Adicionalmente surgem problemas relacionados à estabilidade de câmaras e pilares pois as escavações em subsolo devem ser auto sustentáveis para minimizar eventuais custos de escoramento ou consolidação. Por razões óbvias, as pedreiras a céu aberto foram à época abertas em áreas pouco fraturadas. Isto leva a superestimar a estabilidade de câmaras largas projetadas em áreas contíguas à antiga lavra a céu aberto.

ASPECTOS ECONÔMICOS

Em termos econômicos a mineração subterrânea é muito diferente da extração em pedreira a céu aberto vez que exige investimentos iniciais mais significativos, não apenas em máquinas e equipamentos mas também em levantamentos prévios à implantação do layout da mina.

Com relação aos custos de produção eles são muito variáveis dependen-

do de inúmeras situações, favoráveis ou desfavoráveis, encontráveis em subsolo ou a céu aberto. Eles são influenciados principalmente pela dureza do material extraído, pela escala de produção e pela necessidade de preparação da lavra para remoção dos blocos.

As características do material influenciam a escolha dos equipamentos e portanto os investimentos iniciais e também o consumo, em energia e em ferramentas de corte. O elevado custo de produção do mármore de Carrara é devido ao baixo rendimento dos blocos. De maneira geral minerar em subterrâneo, implica em custos mais elevados do que minerar a céu aberto. Isto se deve essencialmente ao fato de que a preparação e o traçado dos blocos de lavra em subsolo requeiram tempos mais longos do que a céu aberto. Entretanto extrapolar afirmando que a lavra subterrânea é menos rentável do que aquela a céu aberto não é forçosamente correto pois algumas despesas onerosas presentes no caso do céu aberto são minimizadas em subterrâneo como as que se referem à remoção de capeamento, como é óbvio, mas também de construção de estradas de acesso e preparação de bota-fora, muito mais importantes a céu aberto do que em subterrâneo, quando é possível, além do mais, a utilização ou reutilização de escavações da mina para tais propósitos.

Um dos fatores determinantes para a decisão de passar para subterrâneo é a proteção do meio ambiente e a conservação das formas do relevo, haja visto a preocupação conservacionista atual, com a conseqüente emissão de normas ambientais protegendo escarpas, parques e reservas naturais. Isto praticamente vetou a abertura de pedreiras culminantes, desenvolvidas a partir do alto das elevações.

Estas restrições incentivam a operação subterrânea; mas é necessário o

estudo da estabilidade das cavidades subterrâneas em conexão com a eventual subsidência da superfície. Outros problemas surgem ao se criar acessos aos túneis, por infiltração de água, e necessidade de efetuar ventilação das áreas de trabalho.

Os métodos para criar escavações subterrâneas não lavram totalmente a jazida – em alguns casos não mais que 60% são recuperados. Tal recuperação pode ser elevada e aumentada se as áreas lavradas ou câmaras onde se desenvolveu a lavra forem preenchidas por enchimento, mas neste caso, o custo deste enchimento pode tornar-se proibitivo.

3.12.9 - LAVRA MISTA: À CÉU ABERTO E SUBTERRÂNEA

MÉTODOS MISTOS A CÉU ABERTO:

A evolução da lavra pode exigir a mudança de método, como por exemplo de lavra em matacões para lavra em bancadas sucessivas ou de lavra em bancadas sucessivas para lavra em cava a céu aberto.

Poder-se-ia incluir neste item as lavras anárquicas, que geralmente começam pelos matacões e prosseguem para o maciço, onde à primeira pareceria mais fácil atacá-lo. Nestes casos os estéreis são empurrados de lado a outro, a jazida não segue um plano coerente, e a única diretriz considerada é a otimização de custos a curtíssimo prazo.

O preço a pagar será a dilapidação das reservas, um custo final muito elevado e provável interrupção, quando a operação se tornar inviável, ou quando o órgão ambiental interromper a operação, pois tais lavras são feitas usualmente

em flagrante desrespeito às legislações correlativas.

Do ponto de vista ambiental, a interferência da atividade de lavra a céu aberto, removendo capeamentos terrosos e poluindo as águas, é deletéria. Os rejeitos estéreis de lavra também não encontram facilmente o seu destino, por exigirem bota-foras extensos e por vezes onerosos, pelo custo da superfície.

Acresça-se a isto valores elevados de certas variedades de rocha e a limitação das reservas das mesmas.

Tudo isto leva a uma alternativa lógica que é a mineração subterrânea. Este método se justificou, e tem sido empregado, em materiais nobres, como as jazidas de mármore de Carrara na Itália. A tendência é que se amplie, tendência esta que embute um grande empecilho: a necessidade de conhecimento tecnológico pois uma lavra subterrânea não se improvisa e utiliza equipamentos sofisticados, no polo oposto ao de uma lavra de matacões, por onde a maioria das empresas começa e funda sua cultura empresarial.

Calcários jurássicos, fossilíferos, foram lavrados em subterrâneo em Com-mercy na França (Bowles, 1939, p.304) e utilizados nas construções de Paris. Grande parte das pedras de construção das grandes obras desta cidade são provenientes de seu próprio subsolo e muitas das escavações deixadas por estas antigas minas foram aproveitadas para ossuários, as catacumbas de Paris, ou para a abertura das linhas de metrô e mais recentemente para estacionamentos subterrâneos.

As principais referências de lavra subterrânea para rochas ornamentais o são para mármore.

OBSERVAÇÕES:

- O tamanho da altura da bancada tem uma série de impactos em todas as fases operacionais. A perfuração vertical condiciona o avanço da lavra (seja pela precisão dos furos ou pelo desgaste dos elementos responsáveis pela perfuração. Quanto menor a altura da bancada, maior a velocidade de avanço da lavra.
- Configuração geral da área de lavra: frentes de lavra, praças, rampas, áreas de manobra, bota-fora, etc

3.13 - CONTROLE DE QUALIDADE NA LAVRA

QUALIDADE DOS MATERIAIS

Devem ser evitados, durante o processo de lavra, frentes (e/ou matacões) em situações desfavoráveis tais como:

- Porções do maciço onde a rocha apresenta qualidade ruim, seja em variação de cor, por, presença de trincos, fissuras, veios, etc;
- Estruturas presentes no mármore, como juntas, fraturas e enclaves não previstos e que prejudicam o corte dos blocos segundo as dimensões padrão exigido pelo mercado.

Todos esses imprevistos durante a extração dos blocos também influenciam na qualidade dos mesmos, o que termina por contribuir para as dificuldades que as empresas produtoras de rochas ornamentais enfrentam para se tornarem

competitivas no mercado (principalmente no mercado externo que é muito exigente). Já que o objetivo da extração de blocos é “alimentar” os teares de uma serraria, a qualidade dos mesmos é um quesito muito importante. Problemas como blocos fora do tamanho e/ou peso padrão, ou mal cortados, são um transtorno e até mesmo um risco para as serrarias do seguinte modo:

- Blocos fora do tamanho obrigam o operador completar o tear com mais um ou dois outros blocos (tratando-se de blocos pequenos), o que acarreta problemas de desgaste diferencial das lâminas em função da diferença de dureza entre os materiais;
- Blocos muito grandes obrigam uma serrada de correção, para retirar aparas, o que normalmente causa perda de tempo, energia e material, além do possível excesso de peso que desequilibra o tear;
- Blocos mal cortados, com faces excessivamente irregulares, são causa de perda de material (desperdiça-se 2 a 4 chapas nas faces ruins, por essas não atingirem a altura ideal), além de causar desgaste diferencial das lâminas (as lâminas externas terminam a serrada antes das centrais, deste modo as lâminas centrais são desgastadas mais rapidamente e precisam ser substituídas mais cedo).

3.14 - TOMBAMENTO DE PAINÉIS VERTICAIS/ESQUADREJAMENTO

Uma vez isolados, os filões ou pranchas são tombados em “camas” constituídas por solo e fragmentos de rocha, previamente montadas com o objetivo de amortecer o impacto de queda, para em seguida se processar o esquadrejamento dos blocos comercializáveis.

São usados os seguintes dispositivos: macaco hidráulico, colchão inflável, moitão com manobra, máquinas robustas, braço mecânico, boca de lobo.

O esquadrejamento é a etapa seguinte, fazendo a divisão dos painéis em blocos a partir de mesma técnica usada para cortes primários. Atualmente, o fio diamantado tem pouca utilização neste tipo de operação.

Após o esquadrejamento, é feita a movimentação dos blocos até o local de depósito ou embarque por arraste, através de carregadeiras de pneus ou escavadeiras e quando a pedreira trabalha com carregadeiras grandes, estas transportam com facilidade os blocos com volume até 10,00m³.

3.15 - MATERIAIS DESCARTADOS NAS FRENTES DE LAVRA

Temos basicamente três tipos de material que sobram do processo de lavra:

Fragmentos de granulometria média a fina formada pela desagregação mecânica da rocha, promovida pelo trabalho das brocas.

Fragmento de rochas de granulometria média a grossa conhecida como matacão que resulta dos próprios blocos cortados que por motivos comerciais não são utilizados para o beneficiamento de produtos comercializáveis.

Blocos muito pequenos, com defeitos de extração, variações de cores ou trincas que são descartados no depósito de estéreis por não haver valor comercial.

Há duas medidas de limpeza e prevenção de impacto ambiental foram tomadas:

UTILIZAÇÃO: O reaproveitamento destes rejeitos em cantaria, escultura, produção de peças decorativas e pode ser uma boa forma de recuperação para estes rejeitos. Com isso melhora-se a recuperação da jazida e torna o setor sustentável gerando renda aos produtores (artesãos) locais e conseqüentemente melhorando a qualidade de vida da população local.

02 - Os blocos pequenos com pouco ou nenhum valor comercial são ainda aproveitados para a construção de barreiras de retenção dos rejeitos finos e para orientar a drenagem em direção a um sistema de calhas e tanques de decantação. Esse sistema serve para captar a mistura composta pela água da chuva e areia, que desce da praça da pedreira, e impedi-la de alcançar as vias urbanas e os afluentes hídricos amenizando assim o impacto ambiental e evitando complicações futuras com os órgãos ambientais.

3.16 - FASES DO PLANEJAMENTO OPERACIONAL DA LAVRA

Localização da área de servidão da pedreira e desenvolvimento mineiro

- Vias de acesso;
- Frentes de lavra (inclusive retirada de coberturas/capeamento);
- Praça da pedreira;
- Pré-dimensionamento de equipamentos e sua disponibilização;

- Área de estocagem e carregamento de blocos;
- Área de disposição de rejeito;
- Área de serviços de apoio e administração (escritório, almoxarifado, refeitório, oficinas, pontos de estocagem de óleo e combustível, depósitos de água, etc).

Definição do método de lavra: planejamento de curto, médio e longo prazo com cronogramas de produção.

Definição das tecnologias de extração: através das características petrográficas e estruturais da rocha, do valor mercadológico do material e das disponibilidades financeiras da empresa, permite definir a melhor técnica de extração.

Dimensionamento de máquinas e equipamentos: de acordo com a eficiência operacional de cada equipamento/setor, como maior equilíbrio possível evitando restrições setorizadas (“gargalos”).

Insumos a serem utilizados: de acordo com às tecnologias de extração e da escala de produção (em consonância com o fluxo de caixa da empresa)

LAVRA: a pedreira deverá sempre evoluir lateralmente e será progressivamente rebaixada. A escolha do método de lavra depende da condição da mesma e sua geomorfologia (e presença de fraturas, etc).

3.16.1 - GERENCIAMENTO DA ATIVIDADE EXTRATIVA

Plano de Produção: é a meta empresarial estabelecida para um determinado período, garantindo a rentabilidade e sobrevivência da empresa.

Há diversas questões que devem ser continuamente avaliadas:

- Qual o nível de qualidade dos produtos exigido pelo mercado?
- A produção em relação a aceitação de mercado e o teor de vendas.
- Qual o preço de venda praticado no mercado?
- Se a estrutura física da empresa (dimensionamento dos equipamentos, volume lavrável da jazida, e taxa de recuperação) suporta um aumento na demanda de mercado?

3.16.2 - TRANSPORTE DE BLOCOS

Embalagem e Transporte: Conforme o meio de transporte que for escolhido, assim também a embalagem e as medidas de segurança no embarque deverão ser concebidas de modo que possam ir sempre ao encontro dos requisitos, por maiores que sejam, exigidos para que se efetue um transporte normal. Naturalmente que estas exigências serão de espécie diferente em cada meio de transporte. De mais a mais, existem técnicas distintas de transbordo, as quais igualmente tem de ser levadas em consideração, tais como:

- **TRANSPORTE POR CAMINHÃO:** a maior parte dos danos surgem por causa das vibrações na superfície de carga durante o transporte. Estas vibrações dependem das condições da estrada, do peso médio do carregamento do

veículo. Quanto mais carregado for um veículo, menores são estas exigências. No caso de um veículo ser carregado com várias peças, deve ter-se em atenção que as pedras isoladas / chapas / peças de arte não podem bater umas contra as outras e que o material de acondicionamento utilizado deverá ser colocado de modo que ofereça uma resistência suficiente à fricção que existe durante toda a viagem.

- **TRANSPORTE POR TREM.** No transporte por trem a resistência mais forte exercida sobre a carga surge no momento do engate nos vagões uns aos outros. Nessa altura os vagões deslizam sobre carris especiais e vão de encontro a outro vagões, podendo ser freqüentes, nestes casos, forças de quatro vezes o peso próprio. Recomenda-se, para os trens, a carga “deslizante” que pode ser empurrada sobre o vagão.

- **TRANSPORTE MARÍTIMO.** No transporte marítimo os maiores problemas encontrados são o balanço do barco e o movimento resultante das viragens do navio à volta do eixo transversal. Como os atritos de pedra são, a maior parte das vezes, relativamente pesados, deve haver preocupação em que estes, por razões de estabilidade, sejam carregados na parte inferior e contrabalançados com outras mercadorias. Evidentemente não se pode Ter em conta este ponto quando se trata de carregamento em container. Deve-se, todavia, tê-lo em consideração quando se efetua o transporte de mercadorias dentro dos moldes tradicionais.

No caso da embalagem, esta deve proteger a mercadoria. Deve-se chamar suficientemente a atenção para o perigo que pode advir do derrube dos caixotes ou de falso embate contra as eslingas. Somente assim é possível em caso de danificação, responsabilizar eventualmente o causador e pôr em movimento, por parte das empresas transportadoras, um certo processo de aprendizagem.

Muitas vezes, não basta somente utilizar uma seta preta no topo, mas também, adicionalmente, devem ser utilizados auto-colantes vermelhos, que alertam especialmente para a mercadoria transportada e para os riscos envolvidos. As primeiras mal são notadas, pois são usadas com demasiada frequência o que as torna despercebidas.

É comum nas estradas brasileiras encontrarem-se blocos de rocha ornamental jogados no acostamento. Isto reflete o descompromisso do transportador com o destino da mercadoria.

Uma alternativa em desenvolvimento para o transporte de blocos, é utilizando as ferrovias existentes, em vias de total privatização; espera-se assim a maior utilização deste modal de transporte. Como as ferrovias estão ligadas aos portos, o trecho faltante se refere ao transporte da mina até um terminal ferroviário que pode inclusive servir de pátio de estocagem. Este transporte é feito por caminhões: apanhariam os blocos na mina e os levariam para o pátio de estocagem do terminal ferroviário ou então pelo sistema road-railer.

As vantagens são as seguintes:

- Frete mais barato do que o frete por rodovia;
- Maior segurança e menos riscos de acidentes como os que acontecem a caminhões;
- Diminuição das distâncias e do tráfego por estradas sem condições;
- Capacidade de transporte de blocos até de 40 toneladas;
- Para o transporte ferroviário não há “tempo ruim” funcionado normalmente, sem qualquer risco, na época de chuvas;

- Os blocos podem ficar armazenados no terminal enquanto aguardam o transporte;

3.17 - PROBLEMAS AMBIENTAIS GERADOS NA LAVRA DO MACIÇO ROCHOSO

- Impacto visual;
- Desmatamento;
- Decapeamento (ou remoção de solo);
- Disposição inadequada de bota-fora;
- Lixo doméstico / sucatas diversas;
- Efluentes e esgoto doméstico;
- Poluição (atmosférica, poeiras, fumaça, barulho);
- Poluição sonora;

Fatores que favorecem a geração de materiais não aproveitados:

- Tipos de estruturas das rochas (fraturas, diáclases, veios, diques, sill, xenólitos) dificultam a produção final e causam perdas de material;
- Condições físicas da rocha (presença de alteração, grau de decomposição da rocha, tensões internas no maciço, minerais deletérios, cavidades existentes, etc);
- Nível de homogeneidade do depósito (quanto mais heterogêneo, mais difícil a recuperação);

- Geometria do depósito rochoso;
- Mercado comprador;
- Método de lavra adotado;
- Tecnologias de corte no desmonte;

3.17.1 - MEIO AMBIENTE

Principais aspectos ambientais e impactos negativos associados às operações necessárias para o desenvolvimento da mineração de rochas ornamentais, e seu beneficiamento.

3.17.2 - FATORES COMPETITIVOS

Uma posição relevante no cenário mundial deve ser sustentada através de:

- Melhoria de qualidade do produto;
- Pontualidade no fornecimento;
- Imagem comercial eficaz;
- Trabalhos de P,D&I;
- Tamanho mínimo de planta (sujeito ao tamanho do bloco);
- Expansão da demanda;
- Interiorização do desenvolvimento;

- Maior rendimento da lavra (seqüência espacial e temporal) → ordem funcional da extração;

VANTAGENS DO USO DO GRANITO EM OBRAS:

- Resistência;
- Durabilidade;
- Facilidade de limpeza;
- Estética;
- Dificuldades competitivas;
- Deficiência educacional (escolaridade média e conhecimento de inglês);
- Analfabetismo tecnológico;
- Altas taxas de juros;
- Elevada carga tributária;
- Dificuldade de acesso a crédito;
- Desvalorização do câmbio;
- Limitações logísticas: rodoviárias e portuárias;
- Aumento do frete marítimo, escassez de oferta de navios e contêineres.
- Limitações do parque de beneficiamento;
- Inexistência de ex-tarifários para máquinas;

- Dificuldades para licenciamento ambiental: burocracia e custos;
- Recessão do mercado interno da construção civil;
- Barreiras tarifárias chinesas para rochas processadas;
- Concentração de vendas para os EUA: final da “bolha” do mercado imobiliário;
- Concorrência dos granitos brasileiros “made in China”.
- Redução das margens de lucro e dos valores de venda
- Dependência dos EUA (“bolha imobiliária)
- Parque de beneficiamento e chapas atuando no limite
- Deficiência no sistema portuário e de contêineres
- China: adquire blocos do Brasil e depois exporta
- Países produtores passam a fornecer a tecnologia, os maquinários e insumos

DESAFIOS BRASILEIROS

- Limitações do parque de beneficiamento;
- Inexistência de ex-tarifários para máquinas;
- Dificuldades para licenciamento ambiental: burocracia e custos;
- Recessão do mercado interno da construção civil;
- Barreiras tarifárias chinesas para rochas processadas;

- Concentração de vendas de semiacabados para os EUA: final da “bolha” do mercado imobiliário;
- Redução de ciclo de vida de alguns tipos de pedras ornamentais
- Concorrência dos granitos brasileiros “made in China”.

ESTRATÉGIAS DE FOMENTO À PRODUÇÃO

- Elevação do nível de mecanização;
- Desenvolvimento de minas modelo;
- Banco de dados sobre atributos qualitativos e quantitativos das reservas de rochas naturais;
- Criação de um centro de desenvolvimento de rochas;
- Suporte em infra estrutura para distritos mineiros selecionados (água, luz, energia, etc);
- Instituição de prêmios para pessoas que promoverem o uso de granito e de seus sub produtos;
- Parceria com África do Sul e Índia para reduzir exportações de blocos brutos (aumento do valor agregado);
- Formar cooperativas e consórcios de exportação;
- Formar centrais de matéria primas e de beneficiamento;
- Formar centros de capacitação e pesquisa tecnológica
- incentivos para certificações de qualidade;

- apoio para novas tecnologias;
- Agregar valor na venda de rochas ornamentais;

3.18 - BENEFICIAMENTO / PRODUTOS

O mercado de rochas ornamentais compreende os mármore, granitos e outras rochas de revestimento, reconhecidos segundo suas respectivas conceituações comerciais:

- Mármore: rochas calcárias ou dolomíticas, sedimentares ou metamórficas, que possam receber desdobramento, seguido de polimento, apicoamento ou flameamento;
- Granitos: qualquer rocha não calcária ou dolomítica, que apresenta boas condições de desdobramento, seguido de polimento, apicoamento ou flameamento;
- Rochas de Revestimento: compreendem outros materiais de revestimento na construção civil, não sujeitos a processo industrial de desdobramento de blocos, tais como: ardósias, arenitos, basaltos, gnaisses, quartzitos, serpentinitos, além de outras passíveis de serem extraídas já em forma laminada ou que sejam utilizadas em revestimento independente da mencionada forma. (ConDet, 1999)

3.18.1 - CATEGORIAS DE ROCHAS ORNAMENTAIS

Com beneficiamento de face – compreende os materiais sujeitos as operações de desdobramento de blocos, seguidos de polimento, apicoamento ou flameamento (Mármore e Granitos).

Sem beneficiamento de face – compreende os materiais não sujeitos a operações de desdobramento de blocos, quer sejam extraídos em forma laminada ou não, quer sejam, dimensionados ou não.

“Dimensional stones” – que diz respeito aos materiais com polimento de face, bem como aqueles que, embora sem polimento de face, são apresentados na forma de lajotas para utilização final.

CAPÍTULO 04



BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS



4.1 - DESDOBRAMENTO

É a fase onde é cortada/serrada blocos transformando em chapas e ou outras peças. Durante o processo de serragem são gerados resíduos que se incorporam à mistura abrasiva, tais como: pó de pedra, resíduos metálicos de granalha e das lâminas, entre outros. Normalmente, para iniciar a operação de um equipamento novo, instala-se uma certa quantidade de mistura oriunda de uma outra serrada.

A granalha é adicionada continuamente, em pequenas quantidades, através do uso de um granalheiro. A quantidade pode ser regulada pelo operador ou controlada por mecanismo de automação.

Adição de cal pode ser adicionada através de um equipamento misturador que dissolve este componente em água, antes de jogá-lo no poço do tear. Na maioria das empresas, essa adição é feita com o uso de pás, diretamente no poço.

4.1.1 - INSPEÇÃO.

Devem ser observados os seguintes itens:

- **ESPESSURA:** As espessuras de todas as chapas são medidas, verificando-se se estão dentro de uma tolerância adequada. Devem ser medidos pelo menos três locais diferentes das chapas. Para essa medição são utilizados equipamentos tais como paquímetros ou trenas.
- **ÁREA LÍQUIDA:** Deve ser medida a área líquida serrada de cada chapa. A medição consiste em multiplicar as medidas correspondentes a “altura” X

“comprimento” da chapa já descontada uma pequena medida de irregularidade. Quando os blocos são bem esquadrejados e arestas bem definidas proveniente de cortes com fio diamantado na pedreira, não há desconto nas medidas. Utilizam-se trenas para medir.

- **PLANICIDADE:** A planicidade é verificada ao longo de toda a chapa, pois, de acordo com a análise feita, teremos reflexo no polimento. Essa análise é feita com uma régua grande.

- **RUGOSIDADE:** É verificada ao longo de toda a chapa. De acordo com o grau de rugosidade teremos um reflexo sobre o polimento. Essa análise é feita visualmente e utilizando-se o tato.

- **TRINCAS:** São verificadas ao longo de toda a chapa, determinando se a peça poderá ser polida por inteiro ou cortada em ladrilhos. A análise é feita visualmente.

- **IMPUREZAS:** Verifica-se a chapa ao longo de toda a sua superfície, observando-se a existência das seguintes impurezas: granalha, resíduos de mistura, mulas, entre outras. A análise determinará se a chapa deve ou não ser polida e é feita visualmente, apenas com o tato.

- **DEFEITOS DO MATERIAL:** Observa-se a existência de defeitos tais como: barbantes, cristais, diferenças de padrões entre outros. A análise é feita visualmente.

4.2 - TEAR DE LÂMINAS DE AÇO

Este equipamento consta basicamente de uma estrutura média com um porta lâminas sob o qual o bloco é colocado para se desdobrar em chapas. O tear é constituído por várias lâminas de aço que tem movimento retilíneo descendente sobre o bloco. O bloco é banhado constantemente por uma mistura composta por água, a cal e granalha de aço que resulta na abrasão necessária para efetuar o corte da rocha produzindo chapas ou placas com espessuras 2,0cm ou 3,0 cm, normalmente.

4.2.1 - TEAR COM LÂMINAS DIAMANTADAS (PARA MÁRMORES)

Este equipamento consta basicamente de uma estrutura média com um porta lâminas sob o qual o bloco é colocado para se desdobrar em chapas. O tear é constituído por várias lâminas de aço com pastilhas diamantadas soldadas e tem movimento retilíneo descendente sobre o bloco ou o quadro de lâminas tem altura fixa e o bloco ascende sobre este através de sistema hidráulico que impulsiona lentamente o bloco para cima. O bloco é banhado constantemente por uma mistura composta por água, e pó da rocha. O processo de corte é realizado pelas pastilhas diamantadas que com movimento horizontal, resulta na abrasão necessária para efetuar o corte da rocha produzindo chapas ou placas com espessuras 2,0cm ou 3,0 cm, normalmente.

4.2.2 - SERRAS COM DISCO DIAMANTADO (TALHA BLOCOS)

Este processo utiliza-se discos diamantados de até 3,50 metros de diâmetros para cortar os blocos da rocha. Sua vantagem sobre os teares de lâminas é a precisão de corte com absoluta Constância de espessura de chapas. Este

equipamento é utilizado principalmente quando o corte exige uma chapa de espessura menor do que o padrão (2cm). Os talha blocos podem se utilizar apenas de um disco diamantado ou de vários discos paralelos, realizando o corte vertical, e opcionalmente pode ser utilizado o corte horizontal por outro disco. Estes sistemas normalmente são automatizados e produzem tiras que são encaminhadas posteriormente para o processo de resinagem (quando necessário) e polimento.

4.2.3 – MÁQUINAS DE FIOS DIAMANTADOS

Tecnologia que chegou ao Brasil no início do século XXI, depois de dez anos se consolida como sendo a mais apropriada em vários aspectos para a serragem de blocos de rochas silicáticas (duras). Esta tecnologia substitui as lâminas por fios diamantados com diâmetro variando de 6,0 mm a 8,0mm. O fio diamantado utilizado nos teares é uma evolução do fio utilizado nas pedreiras, onde a indústria conseguiu reduzir o diâmetro das pérolas diamantadas e do cabo de aço. Já existem fabricantes brasileiros para estes equipamentos, mas os italianos sem dúvida são muito mais revestidos de tecnologias.

Este equipamento reduz substancialmente o tempo de serragem dos blocos, reduz a possibilidade de oxidação das rochas claras devido a não utilização de lâminas e gralha de aço e entregam para o polimento, as chapas basicamente levigadas.

Desta forma, as empresas podem trabalhar com menor estoque de materiais industrializados e reduzir a mão de obra empregada.

Outro aspecto positivo, é com relação a proteção ambiental, com a re-

dução do volume e a qualidade da lama proveniente da serragem pois a lama contém apenas pó da rocha e água.

4.2.4 - TIPOS DE MÁQUINAS MULTIFIOS

No mercado existem diversas marcas de máquinas multifios, de diversos modelos e com diversas configurações:

- Quantidade de fios;
- Espessuras de chapas variáveis ou não variáveis
- Diâmetro das pérolas dos fios;
- Comprimento/ circuitos dos fios;
- Tensionamento Hidráulico ou Pneumático.

4.2.5 - QUANTIDADES DE FIOS:

A quantidade de fios das máquinas determina a capacidade de corte das máquinas.

Máquinas com maiores quantidades de fios desdobram em chapas um bloco de medidas G2 em uma só descida.

Máquinas com menores quantidades de fios são necessárias efetuar de 2 a 4 descidas (cortes) para desdobrar um bloco de medidas G2 em chapas.

4.2.6 - CIRCUITOS DOS FIOS:

Chamamos de circuito o comprimento dos fios utilizados nas multifios. Nas primeiras máquinas cada fabricante definia o seu circuito/ comprimento dos fios. Com o passar do tempo, alguns fabricantes padronizaram a medida do circuito dos fios, pois a maioria dos fabricantes de máquinas não produzem fios.

Os circuitos dos fios e os modelos das máquinas determinam a vida útil de trabalho do fio. Quanto mais longo o fio melhor será seu desempenho em horas trabalhas e metros quadrado cortado, devido a maior refrigeração das pérolas. Além do circuito dos fios outros itens que determinam sua durabilidade:

- Tamanho das rodas das máquinas;
- Formato do circuito da máquina;
- Tensionamento aplicado nos fios.

Hoje notamos que a maioria das máquinas importadas trabalham com circuito de fios de 20m a 27,50m e as nacionais padronizaram o comprimento do circuito em 18,0m.

4.2.7 - TENSIONAMENTO DOS FIOS

O tensionamento dos fios podem ser aplicados por tensores hidráulicos, pneumáticos e ou a gás.

Cada fabricante de fio deve informar a tensão que se deve aplicar no fio, para que não ocorra problemas. Se for aplicada uma tensão diferente da necessária nos fios, pode acarretar diversos problemas, podemos citar dois mais

comuns: Danificar o fio e danificar a serrada.

4.3 - MULTIFIOS NACIONAIS:



Foto Ilustrativa multifios Ramos Universo

RAMOS UNIVERSO

- Máquina de 2 colunas.
- Tensionamento: hidráulico
- Espessura de chapas: Variável
- Circuito dos fios: 18,0m
- Diâmetro dos fios: 7.3mm

QUANTIDADE DE FIOS:

- GR 20 (sistema 26-20/20-30): permite cortar 26 chapas de 20mm de espessura ou 20 chapas de 30mm de espessura;
- GR 30 (sistema 32-20/24-30): permite cortar 32 chapas de 20mm de espessura ou 24 chapas de 30mm de espessura;
- GR 30 (sistema 42-20/32-30): permite cortar 42 chapas de 20mm de espessura ou 32 chapas de 30mm de espessura.



Foto Máquina Hedel

HEDEL

- Máquina de 2 colunas;
- Tensionamento: Pneumático;
- Espessura de chapas: Fixo ou Variável;
- Circuito dos fios: 18,0m;
- Diâmetro dos fios: 7.3mm;

QUANTIDADE DE FIOS:

MÁQUINAS FIXAS:

- Multi Fios MFH 040 - 04 cortes ao mesmo tempo
- Multi Fios MFH 0100 - 10 cortes ao mesmo tempo
- Multi Fios MFH 0200 - 20 cortes ao mesmo tempo
- Multi Fios MFH 0300 - 30 cortes ao mesmo tempo

MÁQUINAS VARIÁVEIS:

Multi Fios MFHV 0260

- 6 cortes ao mesmo tempo Espessura # 2,0 CM
- 19 cortes ao mesmo tempo Espessura # 3,0 CM

Multi Fios MFHV 0320

- 32 cortes ao mesmo tempo espessura # 2,0 CM
- 23 cortes ao mesmo tempo espessura # 3,0 CM

Multi Fios MFHV 0420

- 32 cortes ao mesmo tempo espessura # 2,0 CM
- 23 cortes ao mesmo tempo espessura # 3,0 CM

Multi Fios MFHV 0420

- 42 cortes ao mesmo tempo espessura # 2,0 CM
- 31 cortes ao mesmo tempo espessura # 3,0 CM



Foto Máquina Ventowag

VENTOWAG

- Máquina de 2 colunas;
- Tensionamento: Pneumático;
- Espessura de chapas: Variável;
- Circuito dos fios: 18,0m;
- Diâmetro dos fios: 7.3mm

QUANTIDADE DE FIOS:

- 24, 32, 42, 48, 54, 64, 72 e 82 fios



Foto Máquina Rosh

ROSH

- Máquina de 4 colunas;
- Tensionamento: Pneumático;
- Espessura de chapas: Variável;
- Circuito dos fios: 19,66m;
- Diâmetro dos fios: 7.3mm;

QUANTIDADE DE FIOS:

- MR-100 / F36 fios
- MR-120 / F40 fios
- MR-130 / F44 fios
- MR-210 / F72 fios
- MR-260 / F88 fios

Sem imagem Ilustrativa

CIMEF

- Máquina de 2 colunas;
- Tensionamento: Hidráulico;
- Espessura de chapas: Variável;
- Circuito dos fios: 18,0m;
- Diâmetro dos fios: 7.3mm;

QUANTIDADE DE FIOS:

- 42 fios

4.4 - MULTIFIOS IMPORTADOS:



Foto Máquina Bidese/Breton

BIDESE/BRETON

- Máquina de 2 colunas;
- Tensionamento: Hidráulico;
- Espessura de chapas: Variável;
- Circuito dos fios: 19,60/ 19,92/ 20,34m;
- Diâmetro dos fios: 7.3mm e 6.3mm;

QUANTIDADE DE FIOS:

- GOLD 2000 / 7 / F20 / 67 - GOLD 2000 / 7 / F30 / 50;
- GOLD 2000 / 6 / F20 / 71 - GOLD 2000 / 6 / F30 / 52;
- GOLD 1600 / 7 / F20 / 58 - GOLD 1600/ 7 / F30 / 42;
- GOLD 1600 / 6 / F20 / 60 - GOLD 1600 / 6 / F30 / 44;
- GOLD 1000/6/V/41 - GOLD 1000/7/V/40;
- GOLD 800/6/V/30 - GOLD 800/6/F18/32;
- GOLD 600/6/V/21 - GOLD 600/7/V/20;
- GOLD 400/6/V/15 - GOLD 400/7/V/14



Foto Máquina Gaspari Menotti

RAMOS UNIVERSO

- Máquina de 2 colunas;
- Tensionamento: hidráulico;
- Espessura de chapas: Variável;
- Circuito dos fios: 27,65/ 24,50m;
- Diâmetro dos fios: 7.3mm;

QUANTIDADE FIOS:

- GMW 700 – 24;
- GMW 1000 – 34;
- GMW 1200 – 40;
- GMW 1500 – 52;
- GMW 2000 – 68;

Sem imagem Ilustrativa

PEDRINI

- Máquinas de 2 colunas;
- Tensionamento: Hidráulico;
- Espessura de chapas: Variável;
- Circuito dos fios: 27,65m e 24,50m;
- Diâmetro dos fios: 7.3mm;

QUANTIDADE DE FIOS:

- JUPITER GS200 – 64 fios

Sem imagem Ilustrativa

SIMEC

- Máquinas de 4 e 2 colunas;
- Tensionamento: Pneumático;
- Espessura de chapas: Variável;
- Circuito dos fios: 16,0m;
- Diâmetro dos fios: 7.3mm/ 6.3mm;

QUANTIDADE DE FIOS:

- SIMECWIRE /70 – 7.3mm;
- SIMECWIRE /72 – 6.3mm;
- SIMECWIRE /35 – 7.3mm;
- SIMECWIRE /21 – 7.3mm

Sem imagem Ilustrativa

QUANTIDADE DE FIOS:

- N-6068 – 68 fios;
- N-6035 – 35 fios

NODOSAFER

- Máquinas de 4 colunas;
- Tensionamento: Hidráulico;
- Espessura de chapas: Variável;
- Circuito dos fios: 27,65m;
- Diâmetro dos fios: 7.3mm;



Máquina BM

BM

- Máquinas de 4 colunas;
- Tensionamento: Hidráulico;
- Espessura de chapas: Variável;
- Circuito dos fios: 24,50m;
- Diâmetro dos fios: 6.3 e 7.3mm;

QUANTIDADE DE FIOS:

- Kodiak 68 – 68/52 – 6.3mm;
- Kodiak 68 – 67/50 – 7.3mm;
- Kodiak 76 – 77/59 – 6.3mm;
- Kodiak 76 – 75/56 – 7.3mm;
- Kodiak 84 – 83/64 – 6.3mm;
- Kodiak 84 – 83/62 – 7.3mm



Foto Máquina Topwire (Co.Fi.Plant)

BM

- Máquinas de 2 colunas.
- Tensionamento: Pneumático/ Gás
- Espessura de chapas: Variável
- Circuito dos fios: 15,10m/ 18,94*
- Diâmetro dos fios: 7.3mm

QUANTIDADE DE FIOS:

- Wires F308CS – 8 fios
- Wires F620CS – 20 fios
- Wires F930CS – 30 fios
- Wires F40 – 40 fios
- *Epica 65 – 65 fios

4.5 - PREPARAÇÃO DA CARGA

É ideal que todo bloco tivessem ao menos a parte de baixo cortado no monofio, para facilitar a confecção da carga, e principalmente após o término da serrada manter as chapas bem apoiadas no dormente evitando possíveis danos aos fios diamantados (pérola ou movimentos anormais e deterioração da cobertura de plástico).

4.5.1 - CONFECÇÃO DA CARGA

Os calços (dormentes) dos blocos deve ter uma diferença de no mínimo 5cm (cinco) de altura, ou seja, o bloco é sempre inclinado, a espessura mais alta é sempre posicionado do lado da roda motriz (saída dos fios). Desta maneira o “ca-seamento” da serrada inicia apenas de um lado e o arco dos fios vai se formando de forma cadenciada. E na hora de concluir a serrada o fio vaza primeiro sobre o dormente mais alto (o da saída) evitando assim aquele movimento de “lambada”, o que causa quebras, esforço desnecessário dos fios, e também pode ocasionar danos nos fios diamantado.

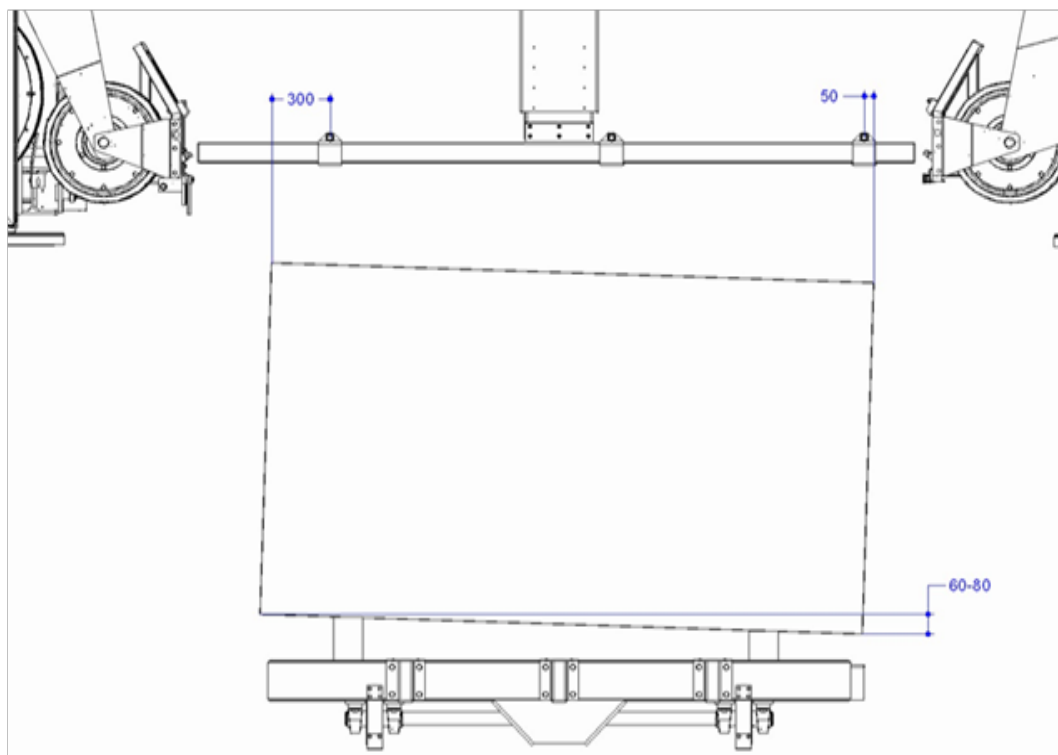


Ilustração da inclinação do bloco

A imagem acima indica que as duas espessuras dos calços de granito / mármore / concreto, de diferentes alturas, de modo que o lado da saída do fio tem a maior espessura.

4.6 - ANALISE DOS CABOS

Após o termino de cada serrada é necessário que faça uma revisão nos fios diamantados, para analisar as condições de afiação da pérola, se esta ocorrendo “conificação” ou “ovalização” ou até mesmo se durante o corte alguma pérola se desprende do cabo de aço ou correu no cabo de aço. Essa análise além de identificar problemas no fio, lhe permite avaliar e determinar qual material você poderá cortar no próximo corte e quais os parâmetros serão necessários.

Após a análise dos fios diamantados, é necessário fazer as medições das pérolas, para isso usa-se um paquímetro digital para obter o máximo de precisão. Deve-se medir o diâmetro de três pérolas de cada cabo para ter a média do consumo, pois os fios não gastam exatamente iguais.

4.7 - VELOCIDADE PERIFÉRICA (M/S)

Velocidade periférica é a velocidade linear dos fios diamantado em circuito fechado, e que é inversamente proporcional à dureza da rocha.

A velocidade periférica variável nas máquinas multifios é de extrema importância, pois utilizamos diferentes parâmetros de cortes para cada material que será cortado, materiais macios, quando o fio está devidamente afiado utilizamos velocidade periférica alta e em matérias duros utilizamos velocidade periférica baixa. A velocidade periférica é um dos parâmetros que utilizamos para afiar os diamantes dos fios diamantados.

Para início de trabalhos com um jogo de fios novos, é preciso fazer de 3 a 5 cortes em materiais classes 2 e 3 (materiais macios) com velocidades reduzidas, onde se inicia o primeiro corte com no mínimo 25m/s de velocidade periférica e a cada corte esta velocidade deverá ser elevada em 1,0m/s até atingir 30,0m/s e a cala (cm/h) deve ser reduzida em 30%. Esse processo pode se repetir ao longo da vida útil dos fios, pois após cada serrada de material duro essas informações podem variar de acordo com o fabricante do fio.

4.8 - CALA (CM/H)

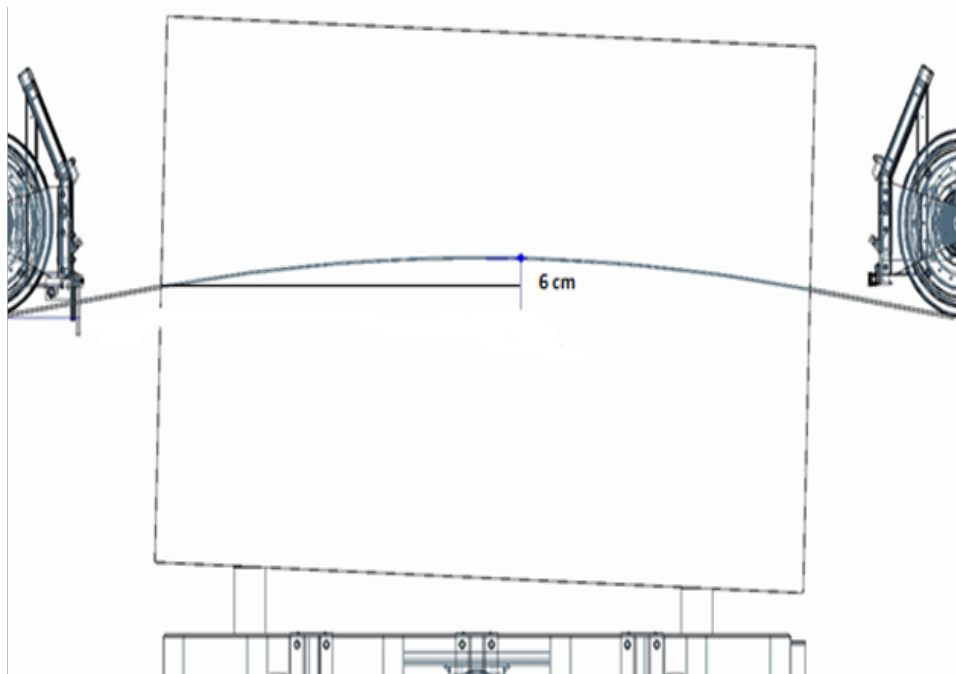
Cala é a velocidade da descida dos fios no corte, utilizamos a sigla cm/h para definir o parâmetro cala. A cala é definida pela amperagem, velocidade periférica e o arco de trabalho utilizado nos fios.

Para entender se a velocidade configurada (para não exceder o arco de corte de 8cm cm) é adequado que use esta fórmula: (Número de fios x 3.5) + Amperage Vazio

Exemplo:

Digamos que a máquina consuma 100 amperes e há 30 fios na máquina, o fabricante aconselha trabalhar com 3,5amperes por cabo:

$$(30 \times 3,5) = 105 \text{ A} + 100 \text{ A} = 205$$



Em materiais macios a cala será superior a cala dos materiais duros. Porém existem materiais extra macios, que poderíamos trabalhar com cala alta, pois a amperagem seria baixa, porém o material não teria uma boa qualidade de superfície, as chapas sairiam com ondulações em toda sua extensão, devido ao material não ter resistência. Nesses casos utilizamos como parâmetros: cala baixa, amperagem baixa e velocidade periférica alta.

4.9 - VOLUME DE ÁGUA

Para definirmos o volume de água seria ideal que todas as máquinas tivessem equipadas com o fluxômetro, para permitir o ajuste do fluxo da água de acordo com o comprimento do bloco, velocidade periférica e cala.

Como as máquinas não tem o equipamento acima citado, podemos usar umas regras bem simples para ajustar o volume de água:

Ouvindo o ruído do corte, quando o ruído é muito agudo estamos trabalhando com pouca água e quando o ruído é muito grave estamos trabalhando com muita água. Podemos também analisar a cor e a densidade da água que sai do corte: Muito suja e densa (grossa), significa que temos pouca água e muito limpa e sem densidade (fina), significa muita água.

4.10 - TENSIONAMENTO DOS CABOS

A tensão dos fios são definidas pelo fabricante dos fios, os fios de 7.3mm podem sofrer uma tensão de 200 – 250kgf. Os fios de 6.3mm trabalham com a tensão mais baixa, geralmente de 160 – 200kgf.

4.11 - PROBLEMAS E SOLUÇÕES

Durante o processo de corte pode ocorrer situações “anormais” as quais

podemos citar algumas e suas possíveis soluções:

4.11.1 - AUMENTO DA AMPERAGEM DO MOTOR E AUMENTO DO ARCO DO FIO

POSSÍVEIS CAUSAS:	POSSÍVEIS SOLUÇÕES
Fios não afiados suficientemente;	
Excesso de velocidade periférica;	Diminuir a velocidade periférica 1m/s.
Excesso de avanço de cala;	Diminuir o avanço de cala;
Excesso de água no corte.	Diminuir a água no corte.

4.11.2 - RUÍDOS/ CHIADOS AGUDOS DE BREVE DURAÇÃO

POSSÍVEIS CAUSAS:	POSSÍVEIS SOLUÇÕES
Velocidade periférica baixa;	Aumente a velocidade periférica de 1 a 2 m/s;
Pouca água;	Aumente o fluxo de água na saída do fio.
Excesso de avanço de cala;	Diminuir o avanço de cala;
Excesso de água no corte.	Diminuir a água no corte.

4.11.3 PÉROLAS CÔNICAS

POSSÍVEIS CAUSAS:	POSSÍVEIS SOLUÇÕES
Velocidade linear baixa;	Aumentar a velocidade linear;
Pouca água;	Aumentar o avanço de cala;
Avanço de cala baixo.	Aumentar o fluxo de água

4.11.4 - DESVIO DO CORTE

POSSÍVEIS CAUSAS:	POSSÍVEIS SOLUÇÕES
Baixo avanço de cala;	Aumente o avanço de cala;
Material não homogêneo	
Tensão dos cabos baixa.	Aumente o tensionamento dos cabos.

4.11.5 - OVALIZAÇÃO DAS PÉROLAS

POSSÍVEIS CAUSAS:	POSSÍVEIS SOLUÇÕES
Fio com pouca torção;	Substituição do fio;
Borrachas da polia gasta;	Substituição das borrachas;
Avanço de cala alto.	Diminuir o avanço de cala.

4.12 - DESCARREGAMENTO DAS CHAPAS DO CARRINHO TRANSPORTADOR

Após o termino do corte, o bloco estará desdobrado em chapas de 2 ou 3cm. Para efetuar o descarregamento das chapas do carro transportador, devemos analisar os casqueiros e as chapas, verificar se não estão quebradas/ trincadas após a análise utilizar a ponte rolante para transportar as chapas, sem ultrapassar o seu limite de carga. O ideal é que esse descarregamento seja feito pelo operador de ponte responsável do setor e um ajudante.

4.13 - TEAR DE MULTILÂMINAS

O Tear convencional (Multilâminas) é o equipamento mais utilizado na indústria de desdobramento de rochas ornamentais, sendo suas principais características:

- A utilização de várias lâminas ao mesmo tempo, o que possibilita a serrada total do bloco de uma só vez.
- O movimento Pendular Alternativo que é proporcionado por um conjunto biela / manivela movidos por um volante de inércia e um motor elétrico.
- O uso de lama abrasiva como elemento cortante, sendo esta lama formada pela mistura de água, cal, pó da pedra e granalha.

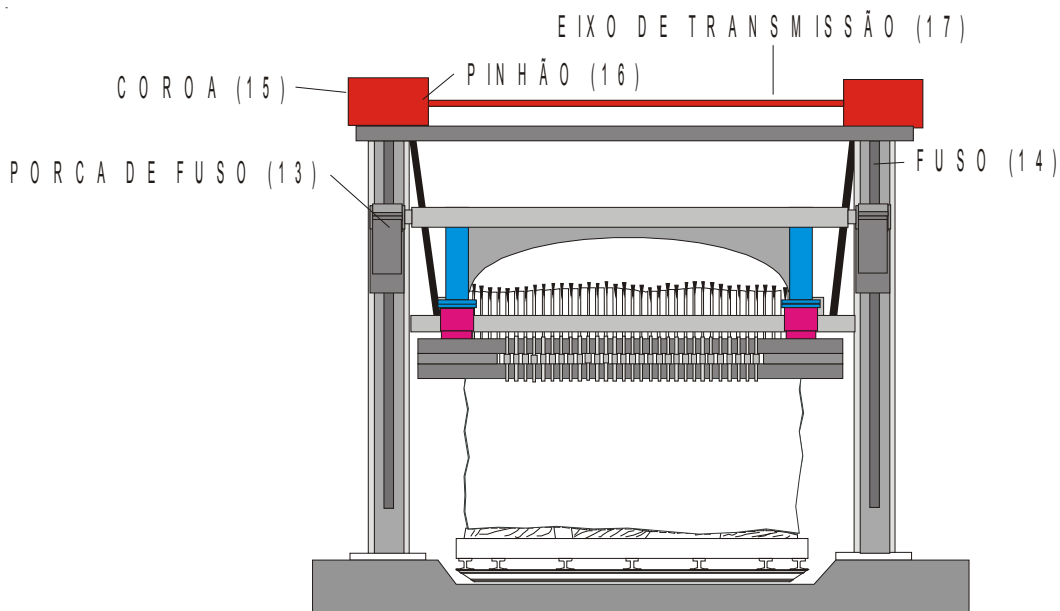
Os principais elementos constituintes de um tear são:

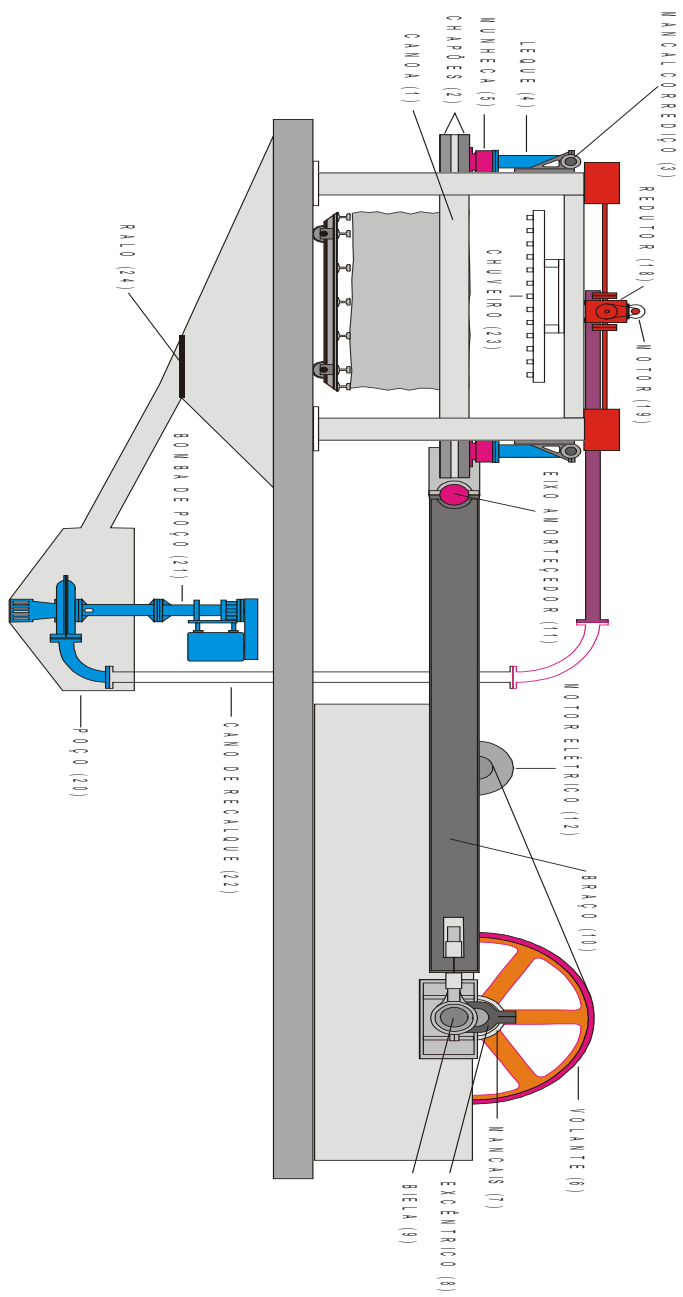
- O quadro porta lâmina - Responsável pela fixação das mesmas, composto de canoas (1) e chapões (2) rigidamente fixados entre si.
- Conjunto pendular - Formado de mancais corredeiras (3), leques (4) e munhecas (5). Este conjunto é ligado ao quadro, e é ele que permite o movimento pendular do tear.
- A bateria - Conjunto composto de: volante (6), mancais (7), excêntrico (8), biela (9), braço (10) e eixo amortecedor (11). Tem a função de transformar o movimento rotativo do motor elétrico (12) em movimento alternativo.

- Sistema de elevação do quadro – Responsável pelo sobe e desce do conjunto pendular. É composto de porca de fuso (13), fuso (14), coroa (15), pinhão (16), transmissão (17), redutores (18) e motores (19).

- O sistema de bombeamento e distribuição – É o responsável pelo transporte da lama abrasiva do poço para o chuveiro onde ela é distribuída uniformemente sobre o bloco. Este sistema é composto de: Poço (20), Bomba de poço (21), Cano de Recalque (22), Chuveiro (23) e Ralo (24).

Com o desenvolvimento de novas tecnologias os teares receberam modificações significativas como, mancais e munhecas de rolamento, reguladores automáticos de biela, tensionadores hidráulicos de lâminas, controladores de lama, chuveiros e bombas mais eficientes e várias outras modificações que embora importantes, não mudaram o princípio de funcionamento do equipamento.





4.13.1 - INFLUÊNCIAS DAS CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DO MATERIAL

Um bloco de rocha pode apresentar defeitos em sua estrutura como:

MULAS – São manchas que aparecem na rocha devido a uma concentração de determinado mineral ou minerais, provocando uma descaracterização do desenho original da pedra.

BARBANTES – São linhas de cores diferentes à cor predominante da rocha e que provocam efeito visual nocivo.

CRISTAIS – São concentrações cristalinas, encontradas principalmente nos mármore, e que devido a sua grande dureza atrapalham a continuidade da serragem provocando desvio, ou até mesmo a quebra de lâminas.

TRINCAS – São grandes fissuras presentes nos blocos e que prejudicam a estética das chapas e sua resistência à flexão. Este tipo de defeito pode freqüentemente tornar inviável a serragem do bloco.

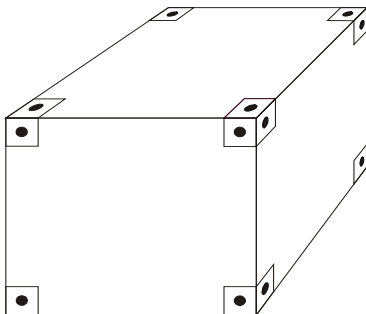
Diferença de coloração – São mais comuns de ocorrer em blocos provenientes de rocha maciças, e são normalmente provocadas por infiltrações de água ocorridas durante milhares de anos.

Quando se serra um bloco de granito deve-se observar a posição dos veios (corrida da pedra) pois eles muitas vezes determinam o padrão estético do material. Cortes executados no sentido do veio são mais macios que os contra.

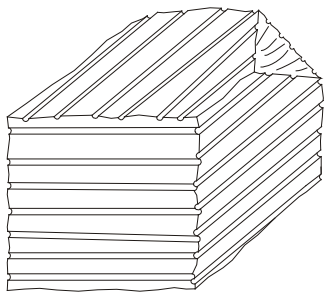
4.13.2 - ESCOLHA DO BLOCO

Características principais de um bloco de rocha ornamental:

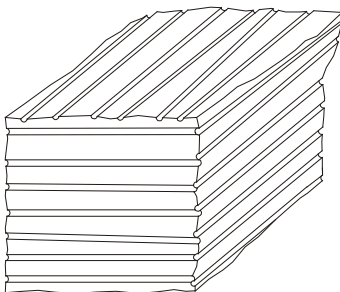
GEOMETRIA – É de extrema importância, pois ela é quem vai determinar a taxa de ocupação do tear. Taxa de ocupação é a relação entre o volume do bloco a ser serrado e o volume máximo aceito pelo tear. Para que esta taxa seja a maior possível é necessário que o bloco esteja bem esquadrejado, como mostra a figura abaixo.



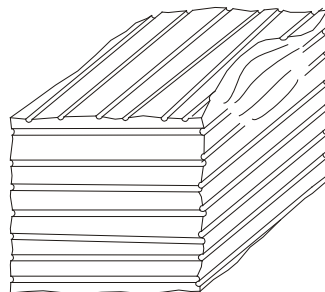
Os principais defeitos de geometria são:



AFANADO



PONTAS



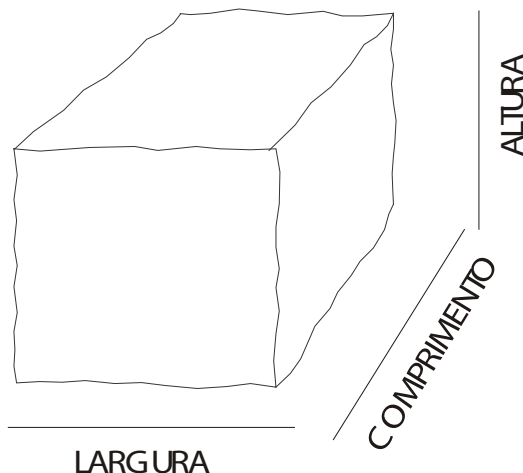
ENTRADAS

4.13.3 - MEDIÇÃO

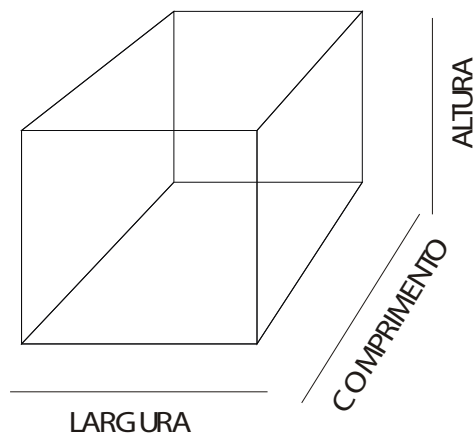
A medição do bloco visa obter o seu volume, e para isto multiplica-se a altura x largura x comprimento. O produto deste resultado é o volume, normalmente expresso em metros cúbicos (m^3).

Esta medição tem duas versões:

MEDIDA BRUTA – É o produto de todas as dimensões de um bloco, considerando dimensão a menor distância entre cada lado paralelo de um bloco. É normalmente utilizado para se calcular frete e a taxa de ocupação do tear.



MEDIDA LÍQUIDA – é o produto de todas as dimensões de um bloco, considerando dimensão a menor distância entre cada lado paralelo de um bloco descontado 5 (cinco) centímetros, é mais usada para calcular custos e para comercializar a pedra.



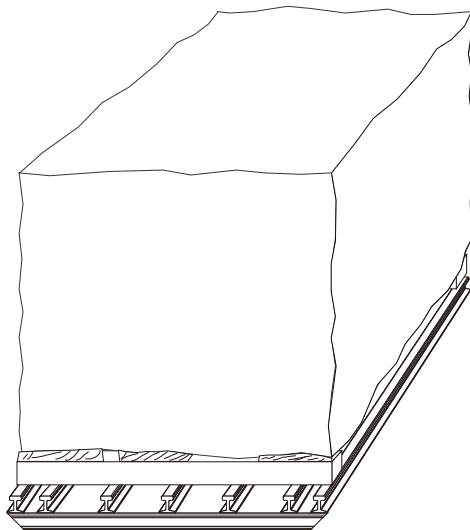
Quando medimos a chapa de pedra procuramos obter a sua área e, para isto, multiplicamos sua altura pelo comprimento. O resultado obtido é a área que é expressa em metro quadrado (m^2). Também estas dimensões tem duas versões: a **Bruta** e a **Líquida**, e seguem os mesmos critérios das do bloco.



4.13.4 - PREPARAÇÃO DA CARGA

Para se preparar uma carga adequadamente é necessário:

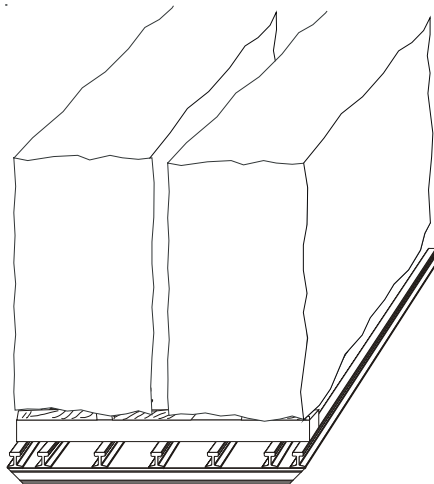
- Limpar o carro porta bloco retirando toda a sujeira decorrente da última serrada.
- Lubrificar os eixos e rodas.
- Posicionar o bloco sobre os dormentes do carrinho utilizando-se somente três pontos de apoio, este método tem se mostrado eficiente e agiliza a preparação da carga.
- Atenção: Recomendamos que os dois dormentes sejam feitos de concreto armado dentro de caixas metálicas soldadas ao carro porta bloco.



Após colocar o bloco sobre o carrinho e apoiá-lo sobre os três casqueiros, dois nas extremidades de um dormente e um no meio do outro dormente. Pode-se prosseguir com o chumbamento do bloco, de preferência utilizando-se gesso junto com o cimento, para uma secagem mais rápida. A utilização de calços para o bloco (casqueiros + cimento), além de nivelarem e dar estabilidade ao bloco, servem para evitar o contato das lâminas com os dormentes no final da serra-da. O chumbamento do bloco descrito anteriormente deve ser feito fora do tear, mas para isto é necessário que o responsável pelo serviço conheça exatamente a posição que o carrinho fica dentro da máquina.

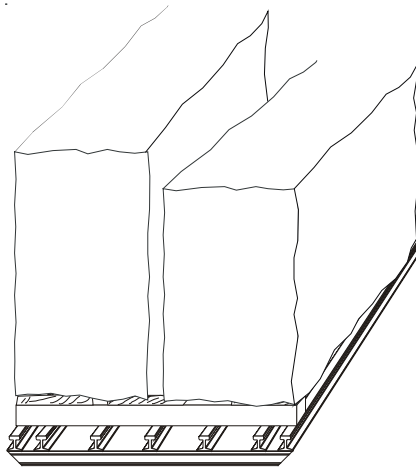
UTILIZANDO ENTERAS

Enteras são blocos de tamanhos menores e que são utilizados para completar cargas, aproveitar material ou atender a um pedido urgente.



SEMPRE QUE POSSÍVEL DEVE-SE EVITAR:

- Enteras de materiais diferentes – Porque a diferença de dureza eleva o custo do material mais mole.
- Enteras de tamanhos diferentes – Porque atrasa o casiamento, logo aumenta o custo da serrada.

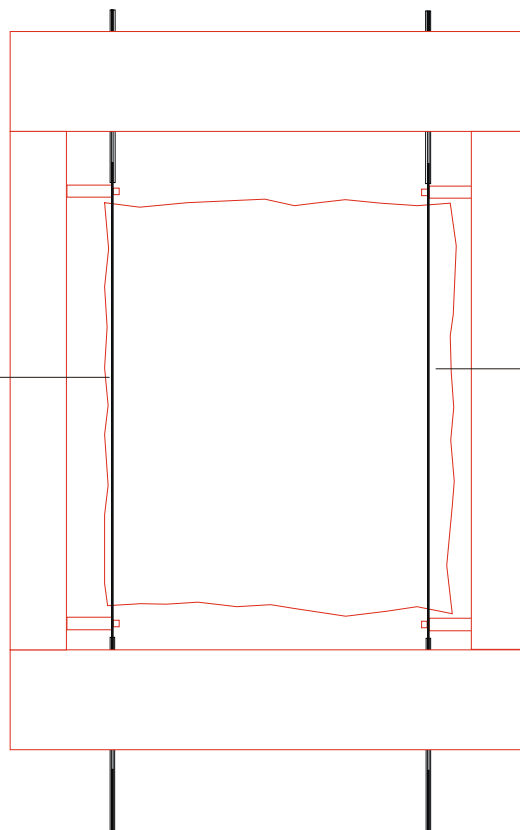


4.13.5 - LAMINAÇÃO

Laminação é o ato de posicionar, fixar e tencionar as lâminas conforme a necessidade de espessura das chapas a serem serradas, e das dimensões do bloco.

É muito importante a colocação do isolador de tamanho adequado para não aumentar muito a espessura do casqueiro ou não afinar demais, tornando-o perigoso.

CASQUEIRO
MUITO FINO

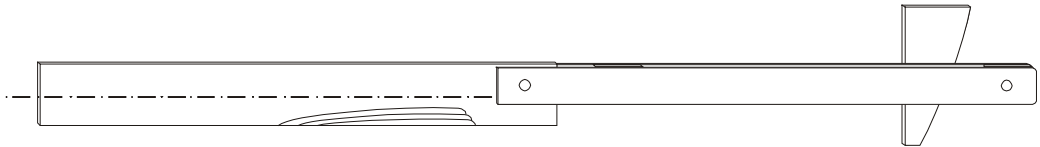


CASQUEIRO
MUITO GROSSO

TIPOS DE LÂMINAS MAIS USADA

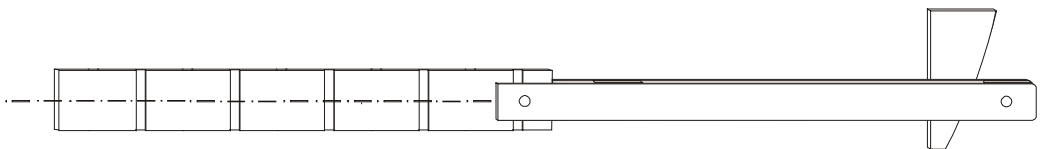
LÂMINA LISA COM VINCO PARA QUEBRA DE BICO

- O vinco facilita a quebra do bico tornando a operação mais fácil e rápida.



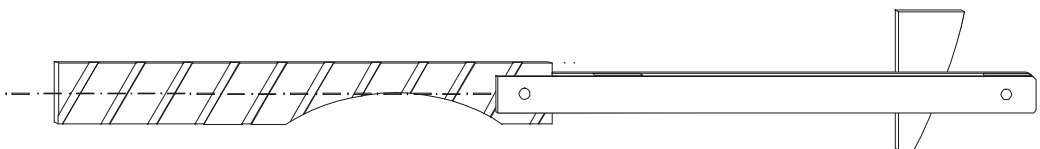
LÂMINA COM SULCOS VERTICAIS E SEM MARCAÇÃO DE BICO

- Os sulcos verticais ajudam no escoamento da lama abrasiva.



LÂMINA COM VINCOS INCLINADOS E SEM BICOS

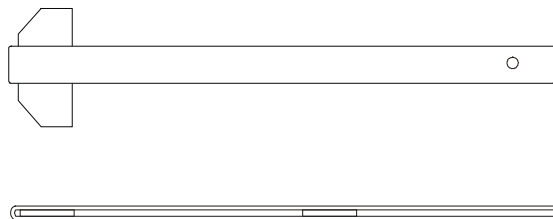
- Os sulcos inclinados também ajudam no escoamento da lama. Porém a falta do bico prejudica o tensionamento.



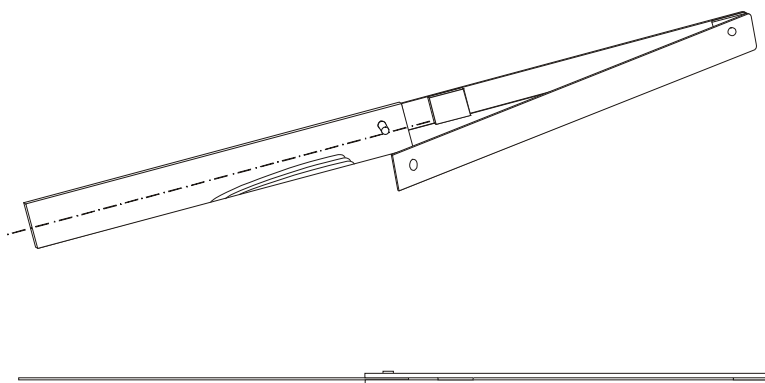
4.13.6 - ACESSÓRIOS DE LAMINAÇÃO

CABRESTO

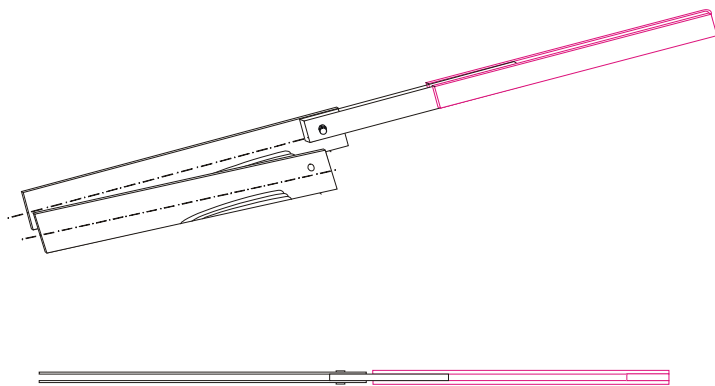
- Cabresto de cunha fixa (Cabresto de orelha):



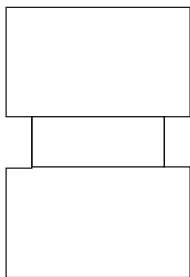
- Cabresto de cunha móvel para uma lâmina:



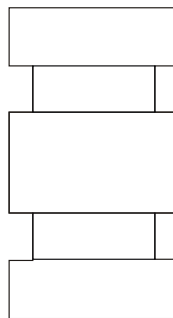
- Cabresto de cunha móvel para duas lâminas:



PINOS



Para uma lâmina

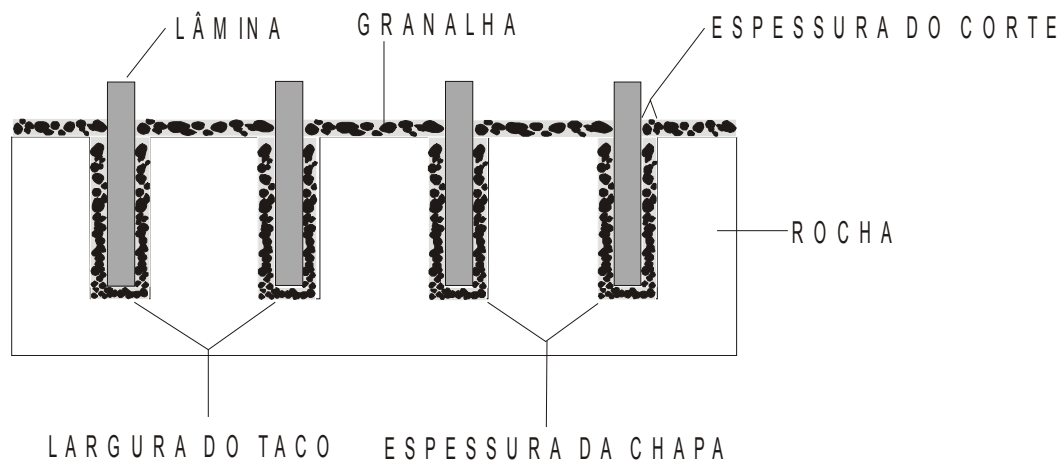


Para duas lâminas:

TACOS

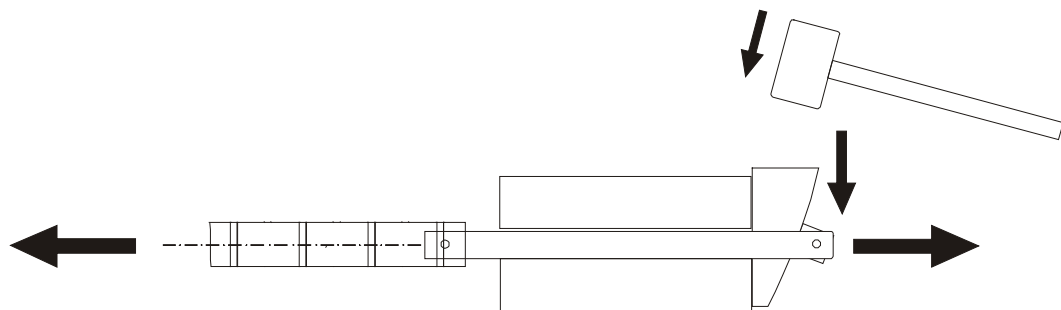
É a distância entre as lâminas que determina a espessura das chapas. Para manter um distanciamento uniforme, utilizamos o taco, que pode ser fabricado de madeira (já em desuso), nylon (tecnil) ou ferro (na verdade aço). O taco é

colocado entre as lâminas e sua fixação deve-se ao aperto feito pelos calços no final da laminação. Normalmente o comprimento do taco coincide com a altura da lâmina, as suas larguras são utilizadas de modo a compensar as espessuras dos sulcos do corte.



CUNHAS

Componente utilizado para tencionar a lâmina mediante seu movimento na vertical. Para se executar este movimento podemos utilizar uma marreta, com ou sem a ajuda de um tensionador hidráulico.



4.13.7 - PROCESSO DE LAMINAÇÃO

Para se laminar corretamente uma máquina, é necessário a observância de vários itens importantes como:

Alinhamento	Distância entre lâminas
Paralelismo	Estado da lâmina
Fixação	Tensionamento
Aprumagem	

ALINHAMENTO

Durante a colocação das lâminas no quadro, é imprescindível que elas estejam perfeitamente alinhadas com o movimento alternativo do quadro, pois caso isto não ocorra estaremos comprometendo seriamente o desempenho do equipamento. Em teares novos e bem montados este alinhamento coincide com as laterais internas das canoas (FIGURA 01), mas em equipamentos mais usados ou com problemas de montagem é necessário uma compensação do alinhamento (FIGURAS 02 E 03). Esta compensação é feita diferenciando os comprimentos dos calços laterais da laminação. Para se saber qual é o comprimento ideal dos calços laterais procede-se da seguinte forma: Coloca-se, com o quadro vazio, a primeira lâmina da laminação em qualquer um dos lados do quadro e posiciona-se o carro porta bloco no interior do tear. Feito isto, deve-se fixar rigidamente no carro, em um de seus lados, uma haste , de preferência metálica, de forma que ela fique a poucos milímetros de distância da lâmina. Agora, movimente o quadro através do volante e observe a distância da lâmina na haste: Ela deve ser a mesma nos dois pontos finais do movimento do quadro. Caso isto não ocorra movimente um dos cabrestos para o lado até conseguir o ponto ideal.

FIGURA 01

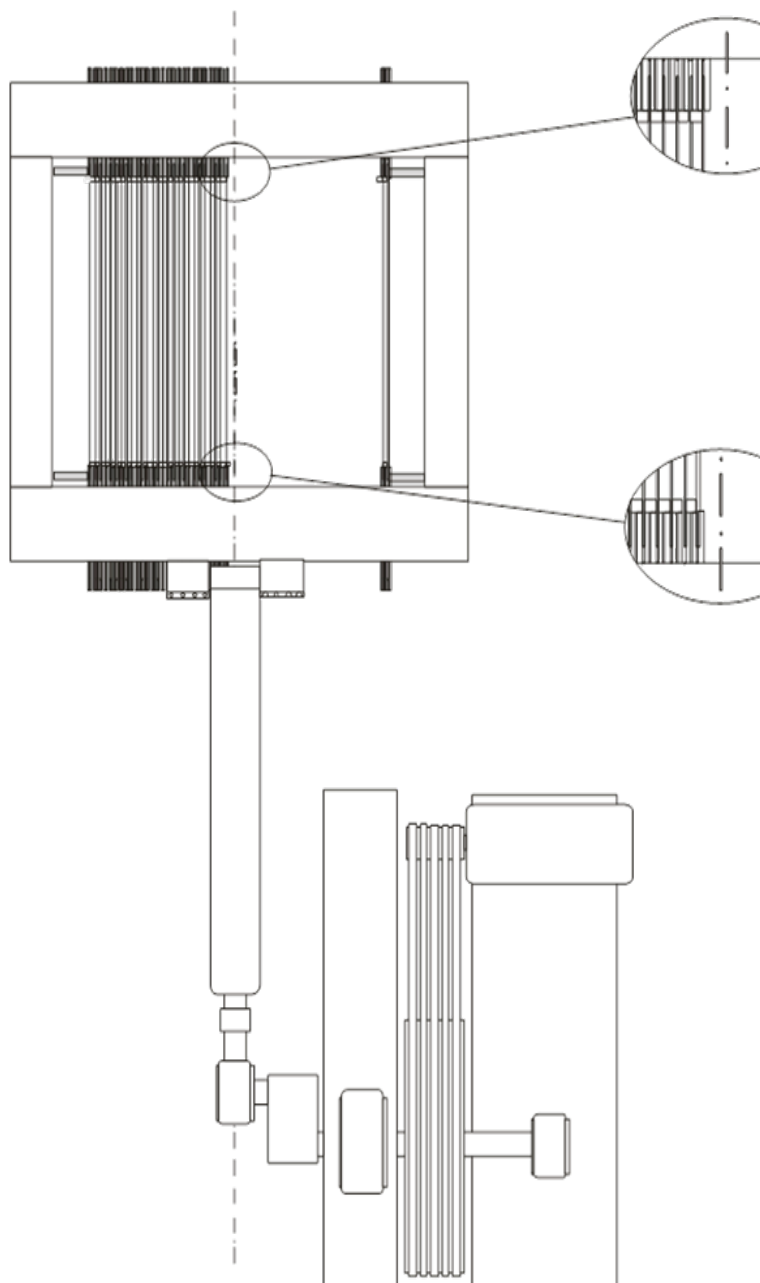


FIGURA 02

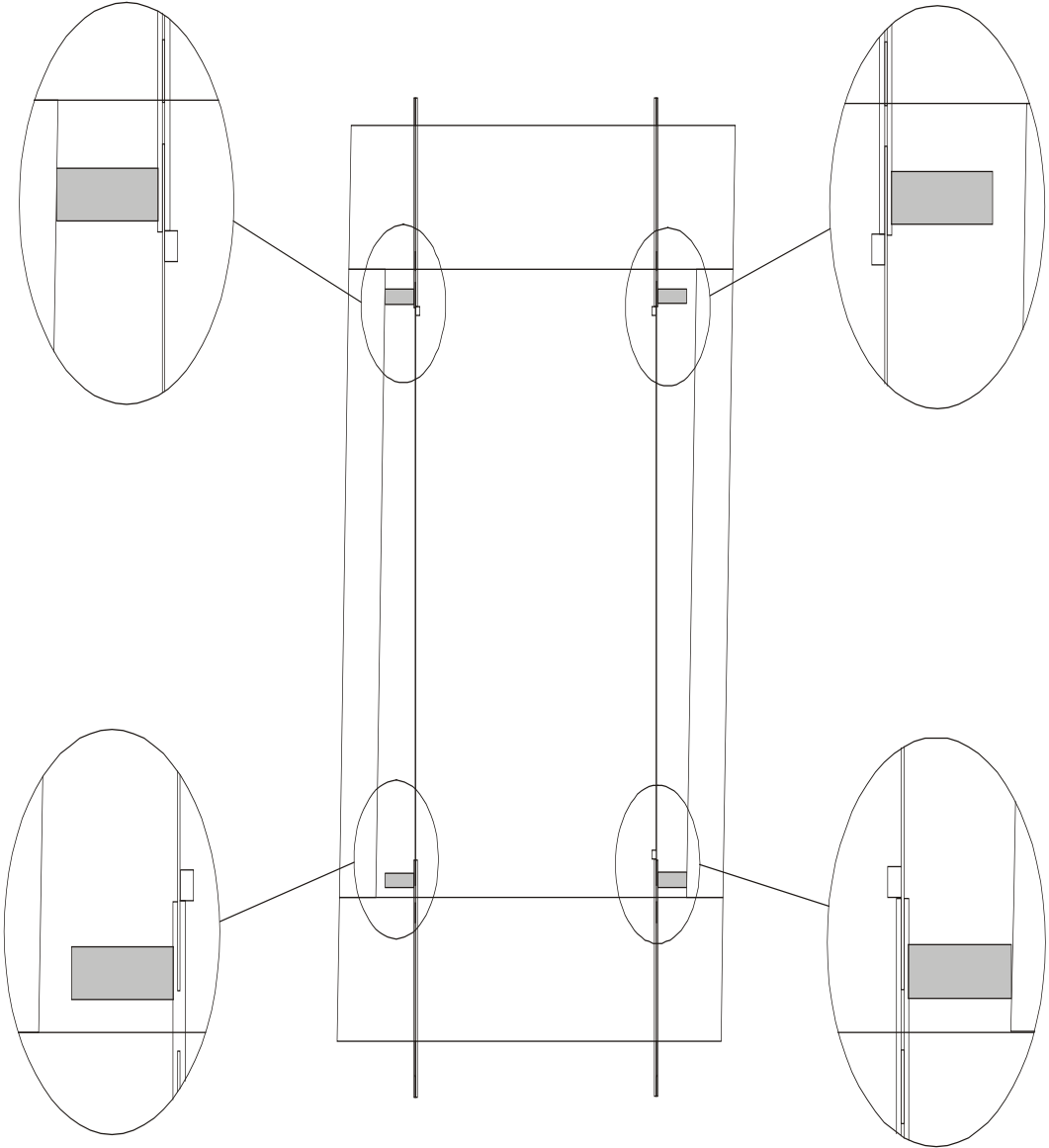
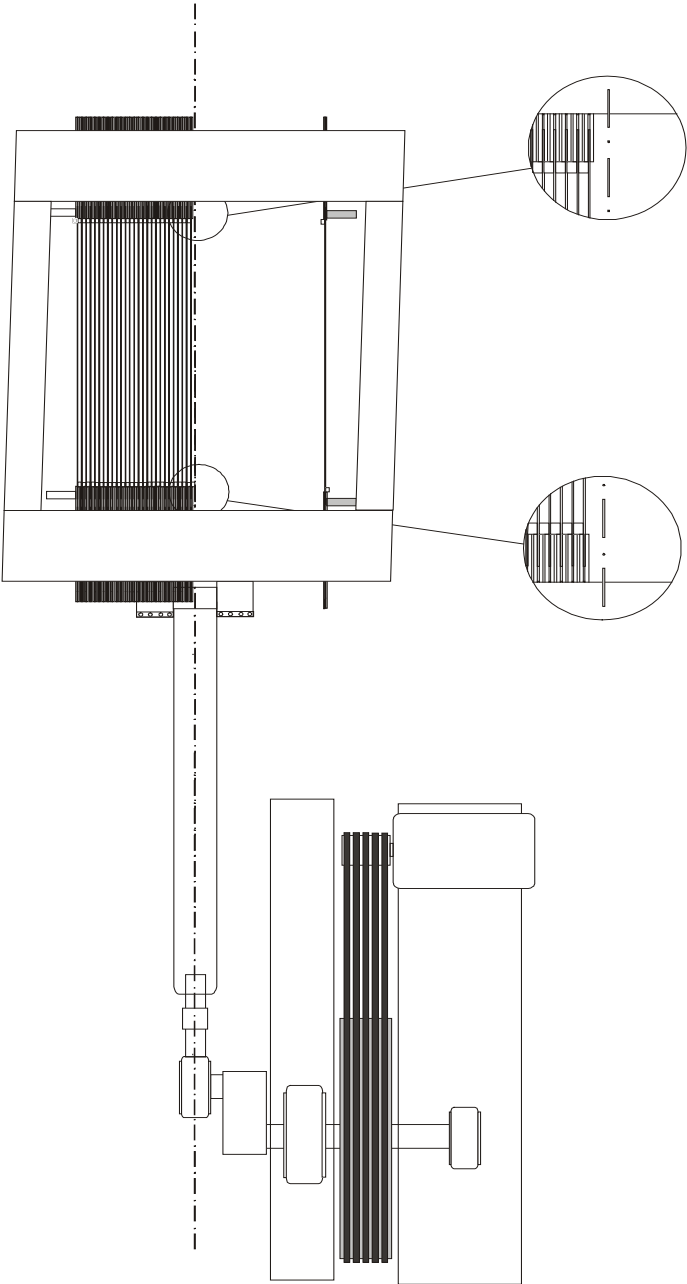


FIGURA 03



DISTÂNCIA ENTRE AS LÂMINAS

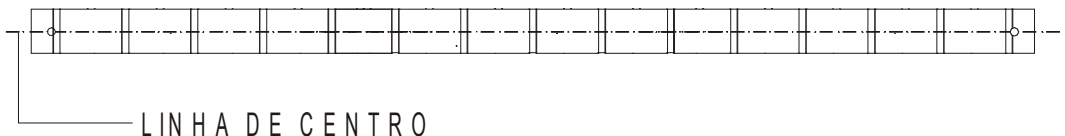
É determinada conforme a demanda de espessura de chapa. Para espaçar uma lâmina da outra utilizamos o taco. (item 6.2.3)

PARALELISMO

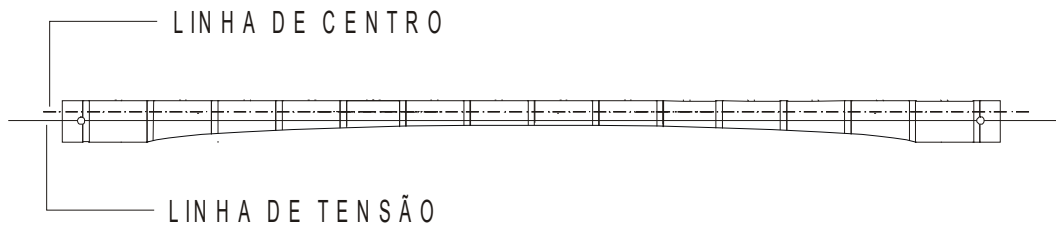
Com a primeira lâmina do quadro alinhada, e a utilização de tacos em bom estado conseguimos, sem maiores dificuldades, um paralelismo perfeito.

ESTADO EM QUE SE ENCONTRA A LÂMINA

É o estado da lâmina que define se ela pode ou não se usada na próxima serrada. Quando usamos lâminas novas é necessário apenas a verificação das suas dimensões e posição dos furos, pois normalmente não apresentam defeito de fabricação visíveis.

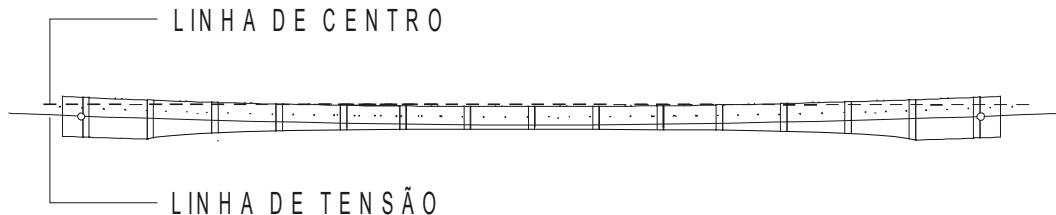


Para lâminas usadas deve-se observar principalmente o seu desgaste a fim de evitar o seu rompimento durante a serrada, pois o rompimento de uma lâmina implica na perda de duas chapas e ainda, a sua retirada, demanda muito tempo de máquina parada.



Outro problema comum na utilização de lâmina velha é o desvio do corte provocado principalmente pela deformação que ela sofre quando tencionada.

Esta deformação ocorre porque a linha de tensão da lâmina permanece fixa enquanto a sua linha de centro se desloca para a parte superior da lâmina, devido ao desgaste.



FIXAÇÃO

A fixação das lâminas é feita através dos cabrestos como mostra a figura abaixo.



A laminação é sempre feita de um lado para o outro do quadro, por exemplo: da direita para a esquerda ou vice/versa, sendo as lâminas colocadas no sentido longitudinal do seu movimento. As lâminas são fixadas aos chapões (1) por dois tipos de cabrestos: um de cunha fixa (2) e outro de cunha móvel (3), sendo que, cada tipo de cabresto varia seu modelo conforme o número de chapas a serem serradas, ou ainda ao tipo de tensionamento utilizado. A união, cabresto lâmina, é feito através dos pinos (4), que também tem seus modelos diferenciados conforme o número de lâminas a serem fixadas. Vale lembrar que o pré-tensionamento da lâmina é efetuado pela cunha (5) do cabresto durante a laminação, e que esta operação serve para manter a lâminas posicionadas e com os tacos nos seus lugares, até a hora do tensionamento final.

4.13.8 – TENSIONAMENTO

Operação que proporciona rigidez na fixação da lâmina impedindo que ela se desloque ou saia do prumo.

A lama abrasiva, é distribuída sobre a pedra de maneira constante, porém irregular, o que faz com que em determinado instante a lama esteja presente mais de um lado da lâmina do que de outro. Este fato, neste instante, provoca na lâmina uma tensão lateral, que pode promover uma deformação, tanto maior quanto menor for a tensão de esticamento aplicada sobre ela.

Esta deformação provoca desperdício de energia e até mesmo defeitos no corte da chapa.

Sendo assim, podemos dizer, que existe uma tensão mínima que deve ser aplicada sobre a lâmina a fim de evitar estes problemas e que não seja maior que

o seu limite de resistência, para que não se rompa. Testes empíricos mostraram que lâminas novas com seção transversal de 120 x 3,5 mm resistem perfeitamente a tensão variável de 4 a 7 toneladas.

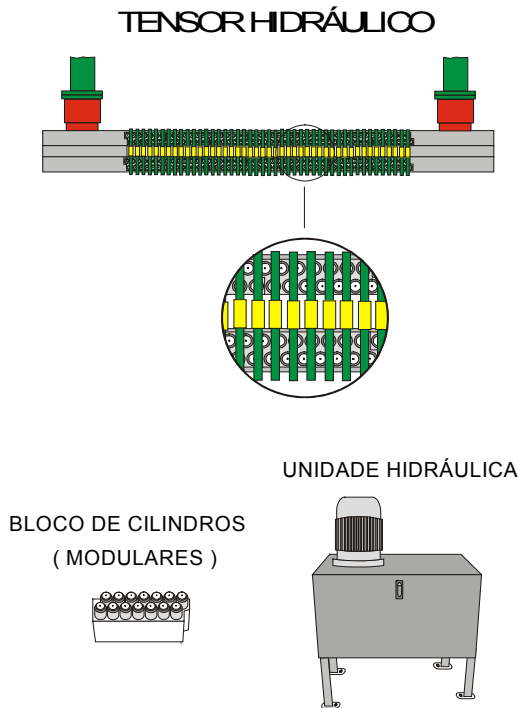
O tensionamento das lâminas pode ser efetuado de forma manual, semi-automática ou automática.

Manualmente ele é feito utilizando-se uma marreta para bater nas cunhas e tensionar as lâminas. Este método, além de fatigante e perigoso para o operador, despende mais tempo de execução, deve ser executado a cada troca de turno, provoca o empenamento vertical e a formação de sulcos nos chapões, além de não proporcionar uniformidade de tensionamento, e parâmetros para se saber qual foi a tensão aplicada sobre a cada lâmina.

Semi-automático é o método que utiliza um equipamento chamado tensor monolâmina, que através de um cilindro hidráulico, tenciona a lâmina, uma de cada vez, com pressão pré-determinada. Embora facilite e agilize a realização do trabalho, não dispensa as paradas do equipamento para o retensionamento a cada troca de turno.

Com apenas um tensor monolâmina é possível o tensionamento de vários teares em momentos distintos.

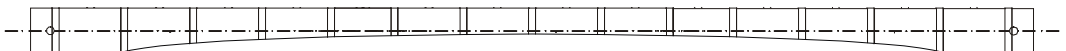
Automático: Este método, utiliza um tensor multilâminas que é acoplado ao tear e que mantém todas as lâminas tensionadas ao mesmo tempo à uma tensão pré-determinada. Embora este equipamento permita uniformidade da tensão aplicada e não necessite de parada do equipamento, pois sua atuação é constante, é necessário um em cada tear.



EFEITOS DO TENSIONAMENTO SOBRE A LÂMINA

Com o desgaste da lâmina durante a serrada diminui sua seção transversal o que implica na diminuição da sua resistência à tensão anteriormente aplicada. Sendo assim, a tensão aplicada sobre ela deve diminuir a medida que o seu desgaste aumenta.

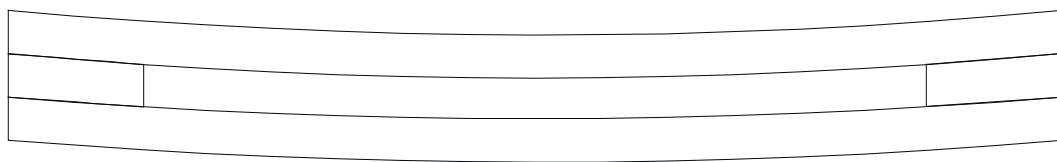
Caso a tensão continue a mesma pode ocorrer deformação permanente ou o rompimento da lâmina.



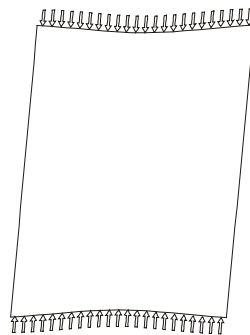
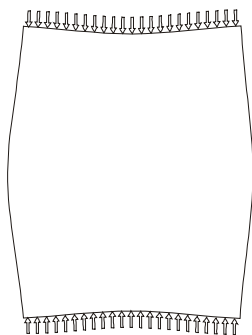
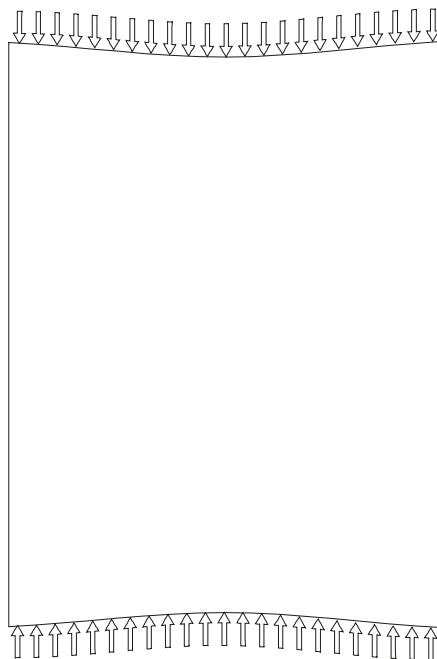
EFEITOS DO TENSIONAMENTO SOBRE O QUADRO DO TEAR

Quando tensionamos um quadro de tear G2 por exemplo, estamos tensionando cerca de 80 Lâminas ao mesmo tempo. Como vimos, a tensão recomendada para cada lâmina nova gira em torno de 4 a 7 toneladas, logo o somatório das tensões aplicadas em todas estas lâminas é transmitido ao quadro provocando uma pequena deformação nos chapões, chamada flecha. Esta deformação é tanto maior quanto maior for a tensão aplicada, o que pode provocar deformações permanentes caso o limite de resistência do material do chapão seja ultrapassado.

Em alguns casos, não só o chapão empena, mas também o quadro sai do seu esquadro original. Isto ocorre, principalmente, porque o tensionamento manual ou semi-automático é feito sempre de um lado para o outro do chapão, então o somatório das forças atua no quadro de maneira irregular provocando a deformação.

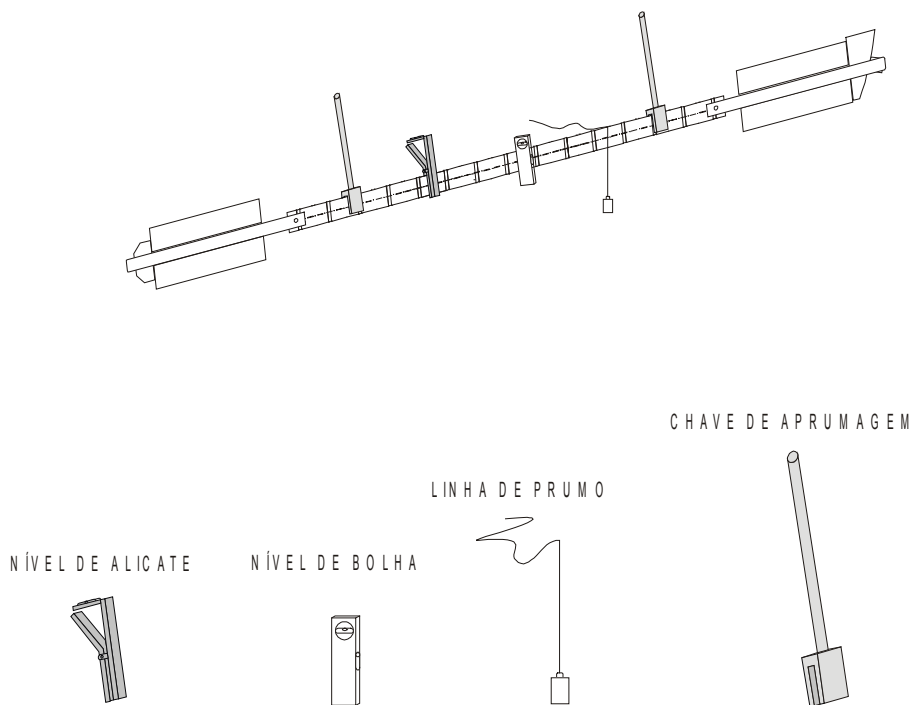


Deformação dos chapões – empenos:



4.13.9 - ALINHAMENTO VERTICAL DAS LÂMINAS “APRUMAGEM”

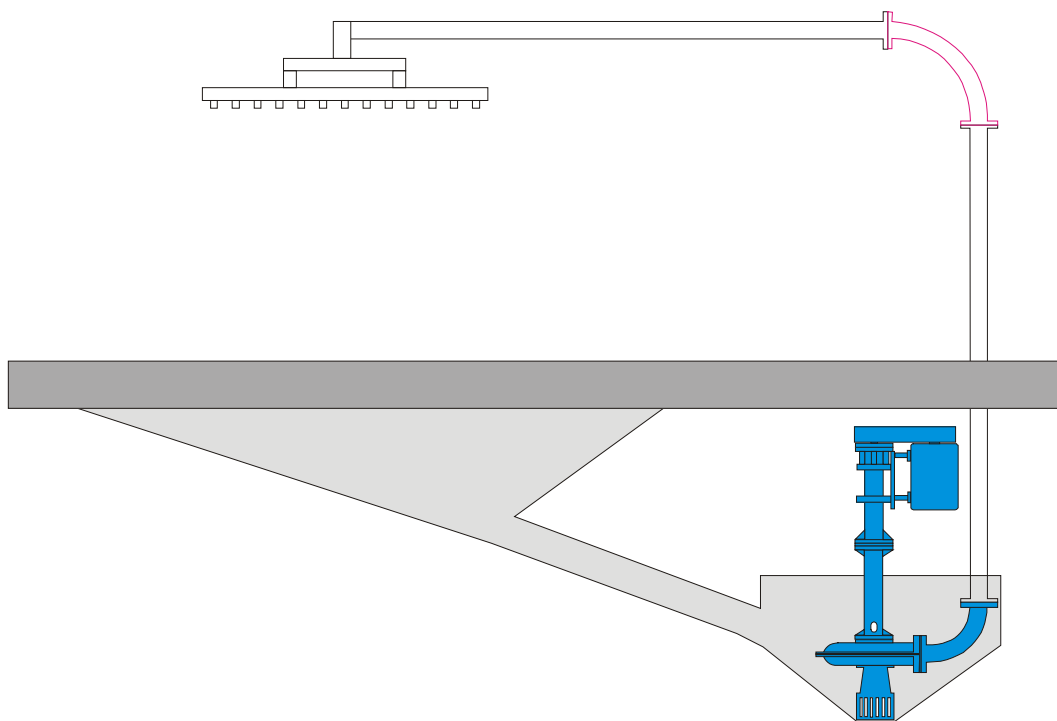
A “aprumagem” das lâminas é feita após o seu tensionamento. É importante que fique bem feita, pois pode provocar desvio do corte e conseqüentemente a perda de chapas. Para se aprumar uma lâmina utiliza-se duas ferramentas: A chave de prumo e o nível, que pode ser o de bolha ou a linha de prumo.



Para se aprumar uma lâmina, primeiro coloca-se o nível ou linha de prumo em um lado da lâmina mais próximo ao cabresto e depois com a chave de prumo corrigi-se o prumo conforme a necessidade. Esta operação deve ser realizada em todas as lâminas e nos dois extremos de cada uma, porque o perfil fino e delgado de lâmina permite que ela fique no prumo de um lado e no outro não.

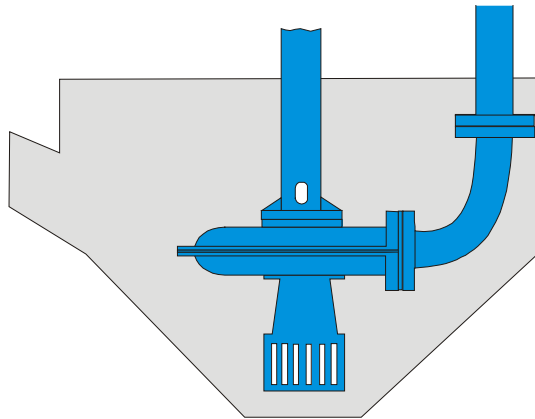
4.13.10 - FLUXO DE LAMA ABRASIVA

A lama presente no poço é recalcada pela bomba e levada ao chuveiro através do cano de recalque. O chuveiro distribui o fluxo de lama sobre o quadro, permitindo que ela penetre entre as lâminas e o bloco, possibilitando assim, a serrada. Após entrar em contato com a pedra, ela escorre para o ralo do tear, onde é coada, e retorna ao poço para continuar o processo. Durante toda a serrada, é necessário que o fluxo de lama seja constante e que suas características estejam adequadas a cada momento da serrada.

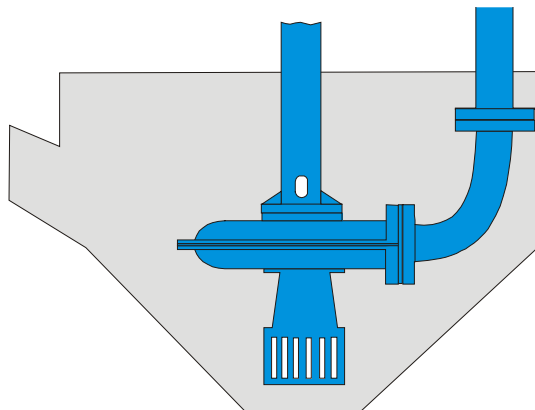


CARACTERÍSTICAS DO POÇO DO TEAR

O fundo do poço deve coincidir com o tamanho do crivo da bomba, evitando a retenção involuntária de gralha.



Quando o fundo do poço é maior que o crivo da bomba, sua eficiência fica muito mais dependente da viscosidade da lama abrasiva.



Representação do fluxo da lama abrasiva no poço da bomba

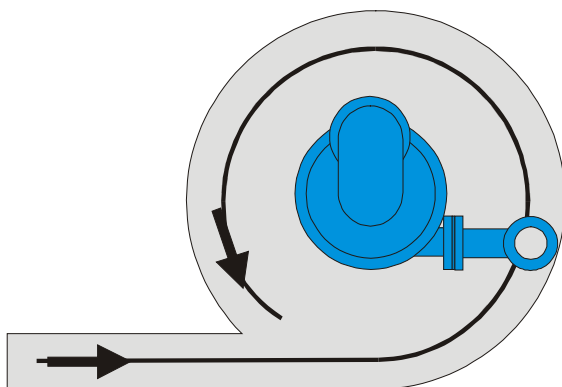
CHUVEIRO

O chuveiro é o componente responsável pela distribuição da lama abrasiva sobre o bloco. A grande variedade de modelos nos mostra que ainda não foi encontrado um que pudesse ser considerado realmente eficiente.

DENTRE OS MAIS CONHECIDOS, PODEMOS CITAR:

- O pendular;
- O carrinho vai e vem;
- O giratório sem motor;
- O giratório motorizado;
- O oscilante;
- A calha distribuidora

Embora importantes para a operação de serrada, sua influência não varia muito de modelo para modelo. Ressaltamos então, a importância fundamental do controle da lama abrasiva.

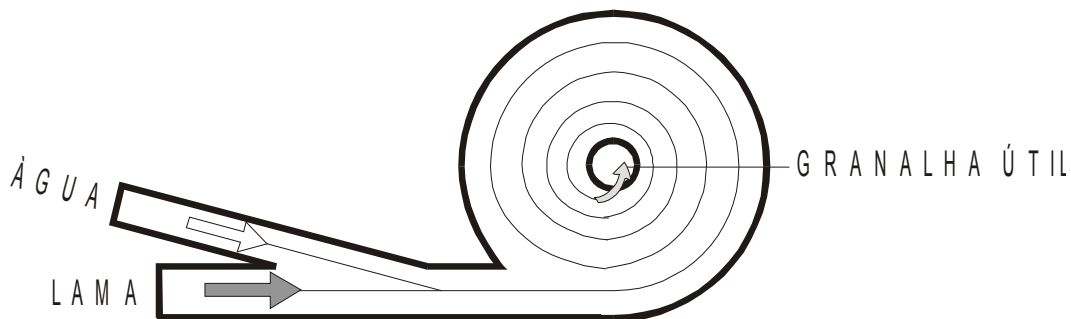


RECUPERADOR DE GRANALHA

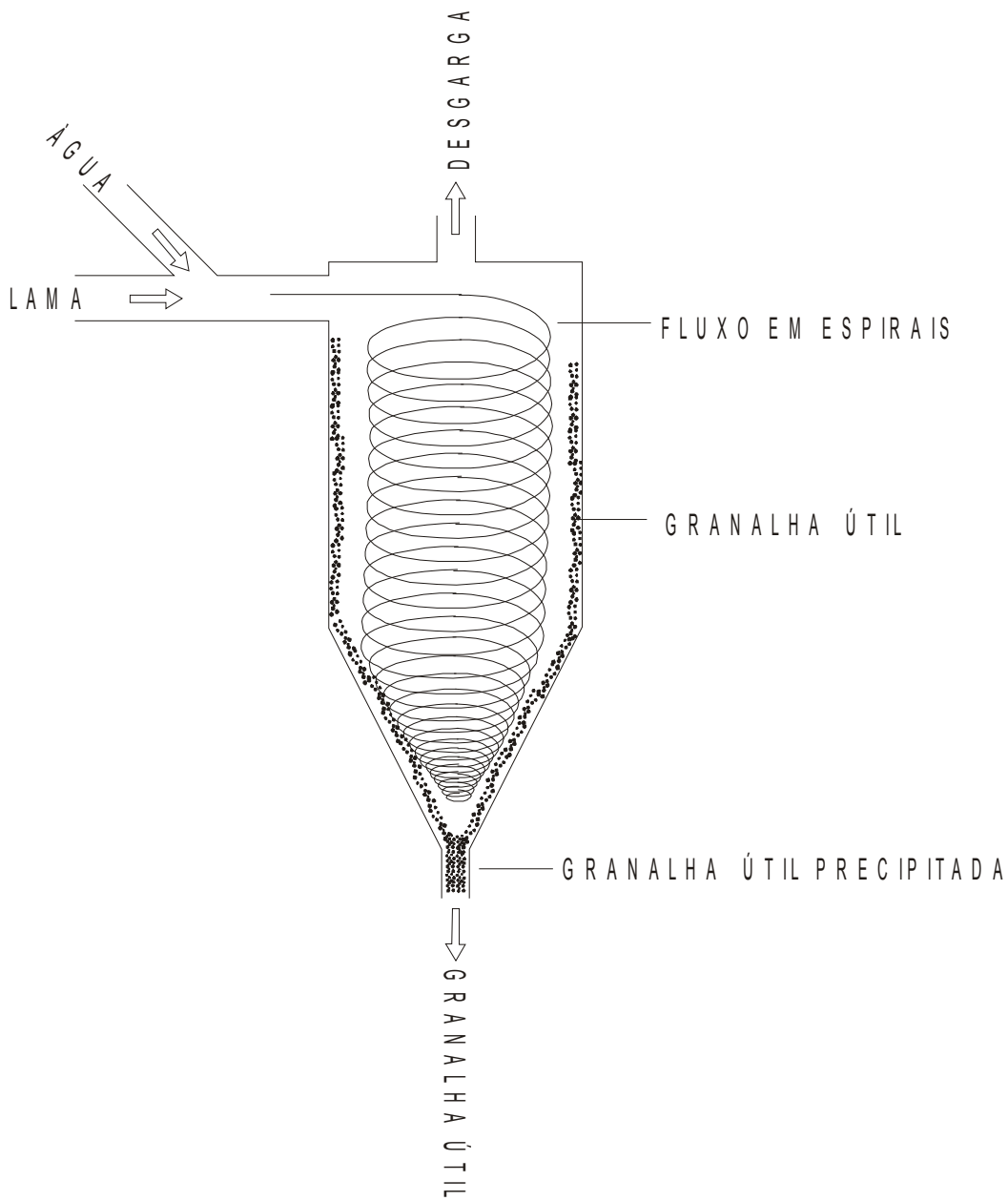
O recuperador de granalha ou Hidrociclone é o equipamento responsável pela eliminação do pó de pedra e dos finos da granalha presentes na lama abrasiva. Toda a vez que a lama apresenta densidade ou viscosidade acima dos valores estabelecidos para aquela serrada, é necessário que se efetue uma descarga.

FUNCIONAMENTO:

Durante a descarga, um fluxo de lama abrasiva, proveniente do cano de recalque, é misturado com água limpa e entra tangencialmente no hidrociclone.



Quando isto acontece, a geometria circular das paredes internas do equipamento, forçam o fluxo de lama a uma trajetória em espiral. Este movimento cria uma força centrífuga, que impele as partículas mais pesadas (granalha útil) à entrarem em contato com as laterais do ciclone e se precipitarem para o fundo.



Como o fluxo de saída de granalha útil é menor que o de entrada de fluídos, o excesso de pó e finos de granalha são drenados para o exterior através do cano de descarga. Sabemos que o equipamento está em perfeito estado de funcionamento quando em vinte litros de lama proveniente da descarga, encontramos apenas dez gramas de granalha útil (acima de 40 mesh).

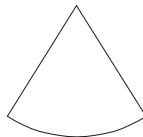
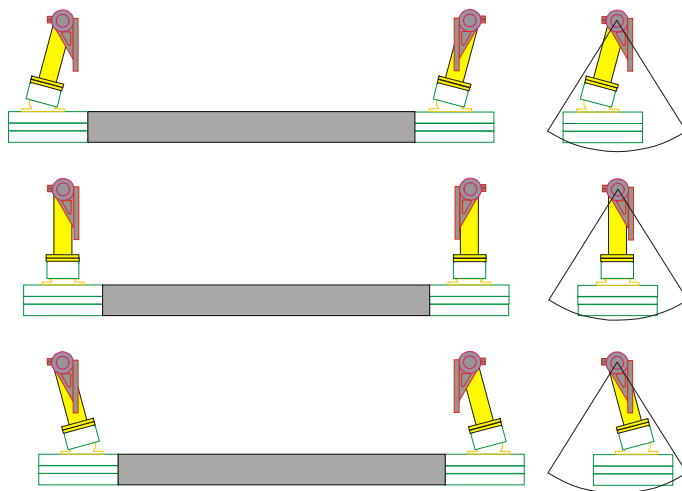
4.13.11 - PROCESSO DE SERRAGEM

Ao serrar um bloco de mármore ou granito um tear executa um movimento pendular, de vai e vem, com lâminas de aço em contato com a pedra. Para que o corte ocorra, é necessário a presença entre a pedra e a lâmina de uma mistura abrasiva que seja fluida, lubrificante, refrigerante, desoxidante, e que sirva de elemento condutor dos sólidos desagregados. Esta mistura, é chamada de lama abrasiva. Para que o corte se processe de maneira eficiente , é necessário um controle racionalizado das características desta lama, uma vez que, com o trabalho de serragem, ocorrem mudanças nas concentrações dos seus elementos constituintes. Para o controle destes elementos, chegamos a um processo que até agora tem mostrado ser o mais eficiente e de menor custo de execução. A praticidade deste processo é tal, que qualquer empresa do ramo pode utilizá-lo sem que seja necessário um investimento elevado. Na realidade os materiais necessários para a realização são os mesmos dos processos anteriores, sendo:

- Uma balança (de preferência digital);
- Um copo Ford;
- Um cronômetro;
- Uma peneira de 40 mesh;
- Um recipiente de capacidade de volume de um litro.

Dependendo das condições das instalações dos teares, algumas vezes é necessário mudanças no poço, na posição do ralo e no revestimento interno, caso tenha muitos pontos de retenção de granalha. Mesmo assim, estes reparos são de baixo custo e de execução relativamente rápida.

O quadro do tear executa um movimento pendular de pequena amplitude, como mostram as figuras abaixo:

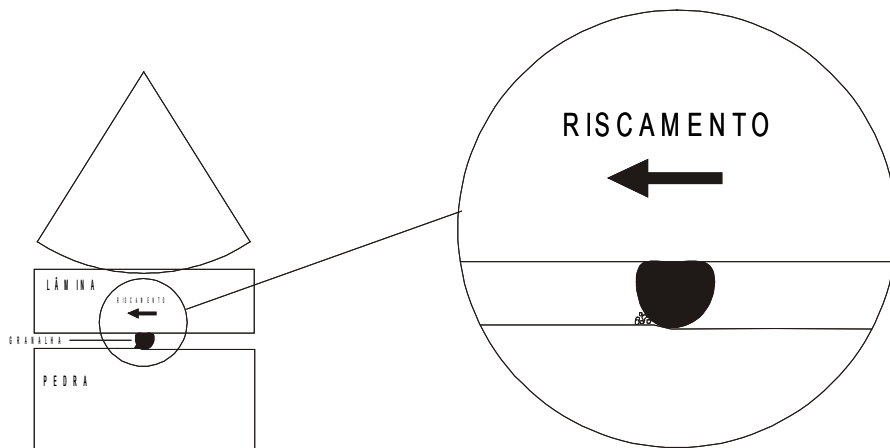


Com este movimento a lâmina hora toca, hora se afasta do fundo do sulco de corte. É analisando estes fatos que foi possível elaborar a seguinte teoria.

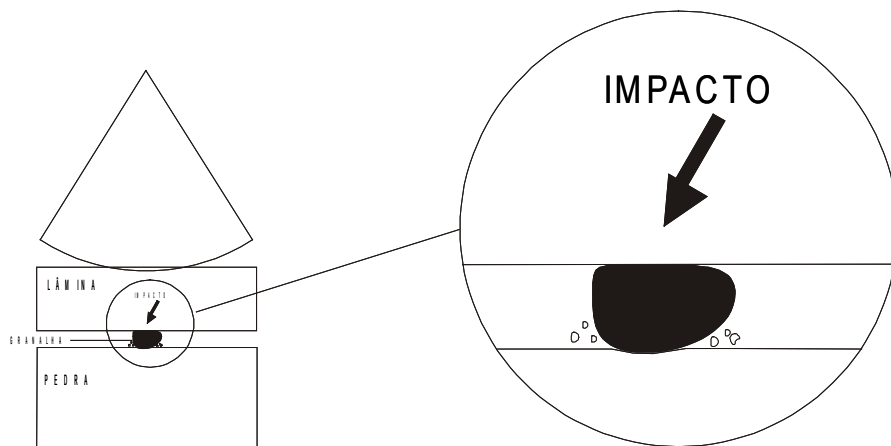
TEORIA DO CORTE

O processo de serragem de mármore e granito por meio de teares que utilizam lama abrasiva, baseia-se em três hipóteses:

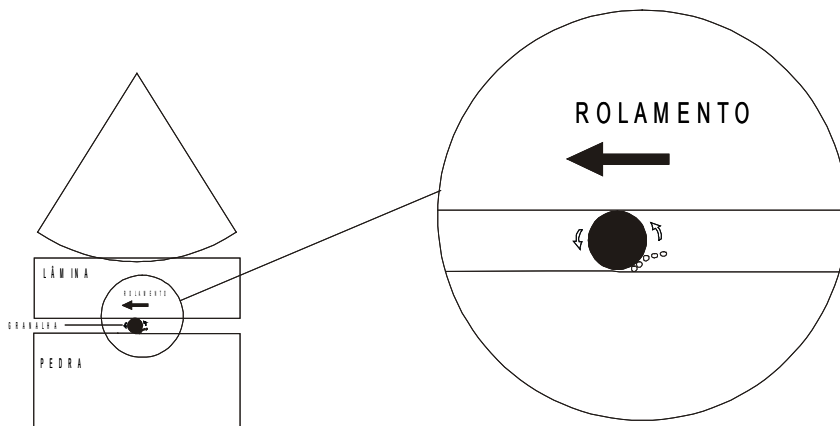
PRIMEIRA: O Riscamento, considera que, por estarem em escala de dureza decrescente na ordem, granalha – pedra - lâmina, a partícula abrasiva de granalha fica momentaneamente presa ou incrustada na lâmina em movimento, efetuando assim, o risco na pedra e conseqüentemente o corte.



SEGUNDA: O Impacto, considera que a lâmina ao efetuar o choque sobre a granalha, esta o transmite à pedra, efetuando pequenas desagregações.



TERCEIRA: O Rolamento, considera que a lâmina em movimento, rola a granalha sobre a rocha provocando a desagregação.



Analisando as hipóteses anteriores, conclui-se que o corte da pedra é executado pela combinação de todas elas ao mesmo tempo.

A LAMA ABRASIVA

A eficiência de uma serrada esta diretamente ligada à composição e a concentração dos componentes da mistura abrasiva. Sabemos que, embora possamos manter a composição constante, suas concentrações variam com o decorrer da serrada.

Os componentes da mistura abrasiva são: Água, cal, pó da pedra e granalha. Como vimos, as características da lama, são obtidas pela composição e pela concentração de seus elementos constituintes.

Sendo a composição da lama formada pela presença constante de:

- **Água;**
- **Cal;**
- **Pó da pedra;**
- **Granalha.**

Sendo cada um, responsável por uma função específica. Assim, sua variação ocorre apenas quando a qualidade ou o tipo de componente é trocado.

Já a concentração destes mesmos elementos, é uma variável permanente, pois todos eles variam sua quantidade durante a serrada.

Densidade, viscosidade e quantidade de granalha útil são os parâmetros mais importantes para o controle da lama.

A ÁGUA

A água é o solvente e o refrigerante da mistura. A variação de sua porcentagem influi diretamente na densidade e na viscosidade da lama, por isto devemos estar atentos não só para as operações de lavagem, descarga e acréscimo de leite de cal, mas também para a evaporação e a perda de lama por respingos.

Sobre a evaporação, podemos dizer que ela ocorre devido:

- **Às variações da temperatura ambiente;**
- **À reação química da hidratação da cal;**
- **Ao calor gerado pelo atrito do processo físico de corte.**

A CAL

A cal age como:

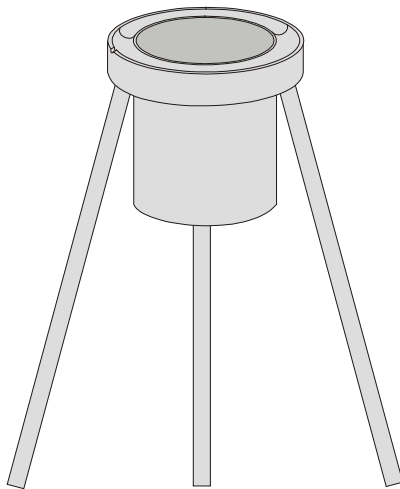
- **Lubrificante – por estar adicionada à água;**
- **Antiferrugem – por ser básica;**
- **Espessador – por aumentar a viscosidade da mistura e conseqüentemente a suspensão da granalha;**
- **Detergente – pois permite a remoção das partículas desagregadas;**

A cal que será adicionada à mistura deve ser de boa qualidade, pois, por não conter impurezas, torna-se mais econômica. Consideramos a cal como de boa qualidade se, um litro de cal pesar 555g. A hidratação da cal antes de ser adicionada ao processo é necessário, porque evita a formação de espuma no

contato com a bomba e conseqüentemente a cavitação e promove e garante a hidratação completa da cal.

Obs – A cavitação provocada pela espuma de cal pode ser evitada se adicionarmos 2 litros de nafta no poço.

Dentre os efeitos que a cal provoca na lama abrasiva podemos citar que a viscosidade é o mais importante. Sabemos que, viscosidade de um fluido é a propriedade que determina o grau de resistência à força cisalhante. A viscosidade é devida, preliminarmente, à interação entre as partículas do fluido. Portanto, quanto mais coesas as partículas estiverem uma às outras, mais viscoso será o fluido. O instrumento que usamos para medir a viscosidade é o copo Ford. Embora não seja um dispositivo muito preciso é o suficiente para o nosso caso.



Para se medir a viscosidade, agimos da seguinte maneira: Com o dedo obstruindo o orifício de drenagem, enchemos o copo até transbordar uma

pequena quantidade de fluido. Então, retiramos o dedo e marcamos com o cronômetro quanto tempo o fluido demora para escoar até que ocorra o primeiro rompimento de seu fluxo. O tempo encontrado, é a medida de viscosidade que vamos precisar em nosso trabalho.

Quando utilizamos o copo Ford alguns cuidados são necessários para que não obtenhamos medidas mascaradas. São eles:

- Observar a presença de partículas grandes que possam entupir o orifício de saída de fluido.
- Lama abrasiva extremamente viscosa, pode ocasionar rompimento do fluxo antes que ela seja completamente drenada.

ATENÇÃO: Em nosso processo, estaremos sempre utilizando uma quantidade de cal acima da recomendadas em outros casos. Isto ocorrerá porque sabemos que a curva de concentração da cal, é uma exponencial.

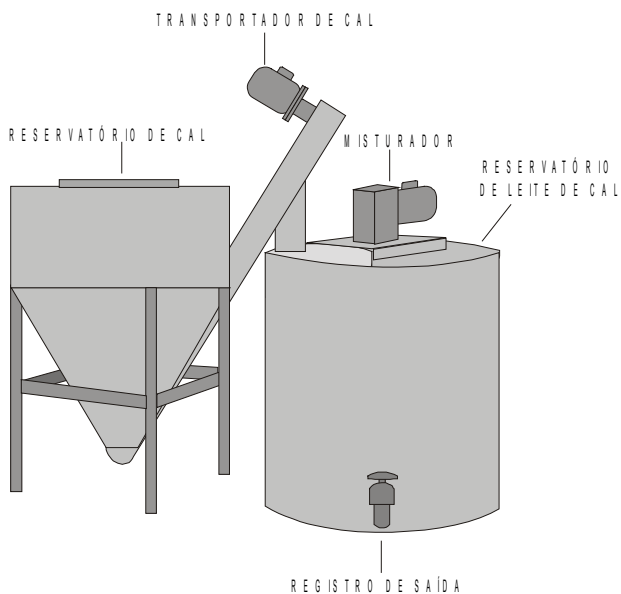
DOSADOR DE CAL

Equipamento cuja finalidade é permitir que a cal seja reidratada e dosada antes de ser adicionada a lama abrasiva.

Como característica básica, este equipamento deve ser composto de dois reservatórios: um de cal hidratada e outro de cal reidratada. Isto porque a cal quando diluída em água, perde com o decorrer do tempo, seu efeito aglutinador.

A diminuição deste efeito influi diretamente na viscosidade da lama, exig-

indo assim, que uma maior quantidade de cal hidratada seja acrescentada à mistura abrasiva. Este acréscimo, por consequência, diminui a densidade da lama.



O PÓ DA PEDRA

O pó da pedra é o elemento desagregado durante a serrada. Sua concentração é a que mais varia, o que influi diretamente na densidade da lama.

Densidade de um corpo é um número absoluto que representa a relação do peso de um corpo para o peso de um igual volume de uma substância tomada como padrão (Sólidos e Líquidos têm como referência a água, a 4°C).

A GRANALHA

É o elemento abrasivo da mistura. São fragmentos metálicos de ferro ou aço, que podem ser encontradas com diferentes granulometrias e no formato esférico ou angular.

- Formato esférico – seção transversal circular.
- Formato angular – seção transversal de forma indefinida pois é o resultado da moagem da granalha esférica.

GRANULOMETRIA

É a faixa de tamanhos dos grãos. Normalmente os tamanhos máximos e mínimos são : entre 0,42 mm e 2,0 mm para granalha esféricas e 0,77 mm a 2,00 mm para angulares.

A granalha pode ser fabricada em ferro ou aço, sendo:

- **FERRO FUNDIDO** – Quando possui teor de carbono acima de 2,0 % e raramente superior a 4,0 % são mais duros, porém menos tenaz (quebra mais do que amassa).

- **AÇO** – Quando possui teor de carbono até 2,0% são mais moles que o ferro, porém mais tenaz (amassa mais do que quebra).

No processo de serragem a granalha é um dos insumos mais importantes, pois ela é a responsável direta pela desagregação da pedra.

A quantidade de granalha presente no processo é de fundamental importância para o desempenho da serrada. Granalha a menos diminui a velocidade de corte e granalha a mais provoca o embuchamento.

ESCOLHA DA GRANALHA:

TIPO (FORMA)

- **Angular** – Possui maior poder de abrasão (corte)
- **Esférica** – Possibilita melhor rolamento de lâminas sobre o bloco.

GRANULOMETRIA

- **Quando Maior** – Maior durabilidade – pior acabamento superficial da chapa.
- **Quando Menor** – Menor durabilidade e melhor acabamento.

MATERIAL

- **AÇO** – Maior durabilidade – maior resistência ao esmagamento. (mais tenaz) – recomendada para uso com material mais duro.
- **Ferro fundido** – Menor durabilidade – menor resistência ao esmagamento (menos tenaz) recomendada para uso com materiais mais mole.
- A granalha de aço é mais tenaz que a de ferro, portanto mais resistente ao esmagamento
- É comum a mistura de tipos e materiais diferentes de granalhas porém o resultado deste procedimento é ainda desconhecido tecnicamente.

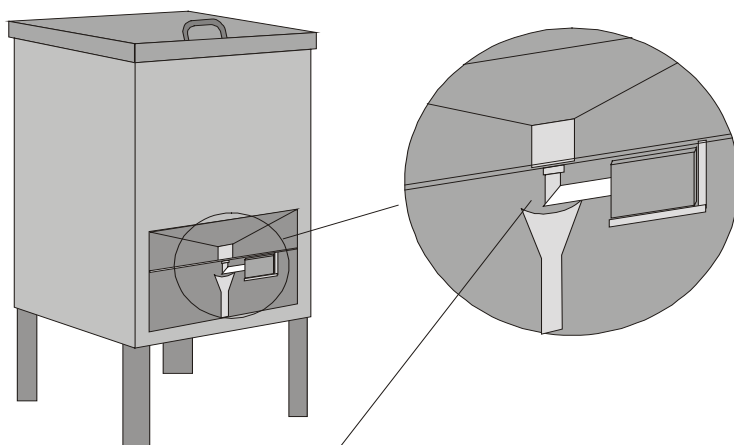
DOSADOR DE GRANALHA

Equipamento responsável pelo controle da adição da granalha na lama abrasiva. É composto de: um reservatório de granalha e um sistema de dosagem que, pode ser:

CONTÍNUO – Dosadores de redutores.

ALTERNADO - Dosadores com temporizadores.

É conveniente que a adição de granalha seja a mais contínua possível, para se evitar uma adição excessiva e instantânea. O que pode provocar defeitos na chapa serrada e até mesmo o travamento da máquina.



REGISTRO DE SAÍDA

TIPOS DE PARADAS

Durante a serrada podemos ter dois tipos de paradas: As programadas e as eventuais.

- As programadas, são aquelas necessárias a execução de serviços de rotina, como:
- Regulagem do braço e tensionamento das lâminas. Normalmente executadas na troca de turno. Vale lembrar que, com a utilização de tensionador automático de lâminas e de regulador automático de biela, podemos evitar este tipo de parada.
- Colocação das cunhas e escoramento do bloco. O momento da execução destas tarefas depende do bom senso do serrador.

As eventuais, são paradas inesperadas e sem prazo determinado, e que quase sempre causam prejuízos para a empresa. Podendo citar:

- Defeitos elétricos.
- Defeitos mecânicos.
- Falta de energia;
- Desvio de lâmina;
- Rompimento de lâmina;
- Entupimento de chuveiro;
- Problemas com a composição da lama;
- Embuchamento;
- Problemas com a fixação do bloco.

Também as paradas eventuais podem ter sua frequência reduzida, desde que itens como, limpeza, preparação da carga, laminação, manutenção e controle de lama sejam executados com eficácia.

Toda a vez que necessitamos parar um tear, temos primeiro que :

- Desengatar a cala.
- Desligar a cala.
- Desligar a bomba;
- Desligar o chuveiro.
- Elevar o quadro de lâminas até ele sair do contato com a pedra;
- Desligar o motor principal.

Se vamos ligar, temos que:

- Ligar o motor principal.
- Ligar o chuveiro.
- Ligar a bomba.
- Descer o quadro até ele entrar em contato com a pedra.
- Ligar a cala.
- Engatar a cala.

Todas estas operações demandam tempo, gastam mais energia, forçam os componentes mecânicos da máquina e ainda atrasam a serrada devido a interrupção do processo de corte.

4.13.12 - OBSERVAÇÕES IMPORTANTES:

Sobre a regulação da biela, podemos dizer que é uma operação necessária apenas em teares que não tenham regulação automática ou munhecas compensadoras. Sua realização é de extrema importância, pois evita a batida do taco no bloco, o que pode provocar sério danos ao equipamento. A regulação correta da biela pode ser observada com o tear em movimento ou parado.

Em movimento, basta ficar a uma determinada distância e observar os leques lateralmente, eles devem se mover o mesmo tanto para um lado e para o outro.

Parado, coloque o eixo do excêntrico para baixo, rodando o volante se necessário, deixe o leque na posição vertical e observe que o furo de centro do eixo de bateria deve estar na mesma linha vertical do centro da tampa da biela.

Caso a biela esteja desregulada afrouxe a porca e coloque-a na posição correta apertando a porca no final da operação.

Atenção, a biela desregulada provoca sério desbalanceamento no conjunto biela manivela.

QUEBRA DO BICO:

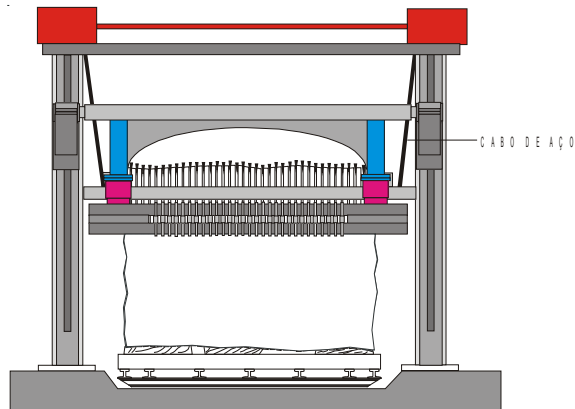
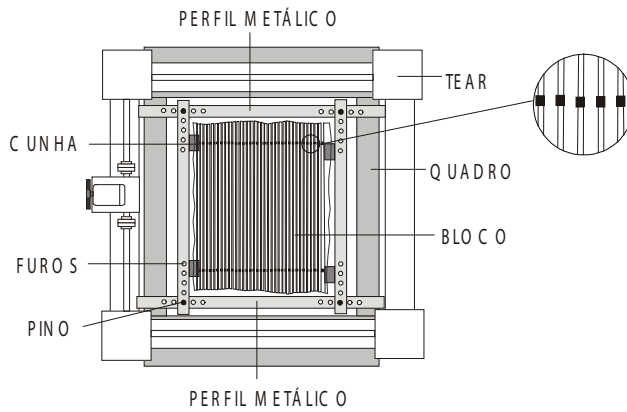
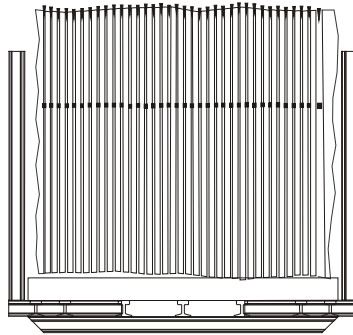
O desgaste irregular da lâmina durante a serrada provoca a formação do bico. Este deve ser eliminado sempre que estiver provocando o batimento do tear. Mas como sua extração é demorada e penosa ao operador, deve-se sempre que possível retirá-lo antes de se iniciar uma nova serrada. Sabendo desta dificuldade, empresas se empenharam em resolver este problema lançando no mercado lâminas sem bico ou com ranhuras que facilitam sua extração. Tecnicamente ainda não dispomos de estudos de análises sobre a eficiência destes produtos, ficando sua utilização a critério de cada empresa.

FERRAMENTA UTILIZADA PARA QUEBRA DE BICO

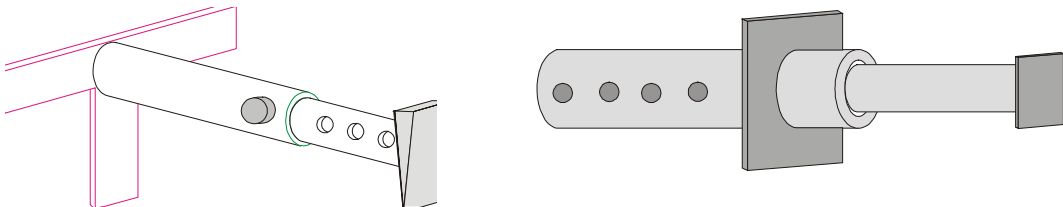
ESCORAMENTO



Após ter serrado mais ou menos 30 cm. do bloco, deve-se proceder com a colocação das cunhas, que devem ser colocadas em duas fileiras transversais ao sentido do corte das chapas cada uma distando cerca de 40 cm. de cada borda do bloco. Estas cunhas devem manter as chapas eqüidistantes entre si para permitir o fluxo uniforme da lama abrasiva. Com as cunhas já colocadas procede-se o escoramento lateral do bloco, que tem com principal finalidade o escoramento do casqueiro e a fixação das cunhas. Para executar esta operação vários processos são utilizados mas o importante é que o casqueiro fique firme e a operação seja a mais rápida possível.

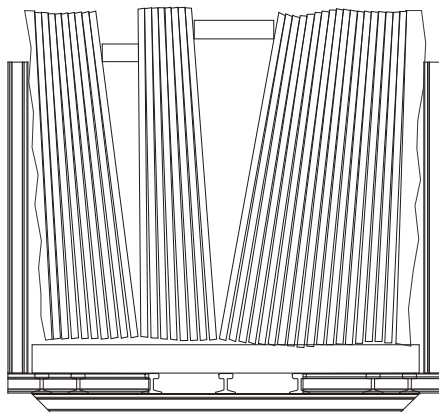


Dispositivos para escoramento do bloco:



RETIRADA DA CARGA

Terminada a serrada, eleva-se o quadro de lâminas com o tear em movimento, a bomba de poço desligada e com uma mangueira d'água de pressão, faz-se uma pré-lavagem das chapas. Esta pré-lavagem irá ajudar muito a lavagem final das chapas. Quando o quadro de lâminas estiver elevado o suficiente procede-se a colocação dos fueiros. Após isto, e com a ajuda de outros funcionários, eleva-se o quadro com cuidado, e a medida que as lâminas vão saindo da carga inclina-se as chapas em direção aos fueiros meio a meio para cada lado.



Entre as chapas deve-se colocar madeiras para firmar as capas tombadas e proceder com a troca de carga com mais segurança. Neste ponto é conveniente a utilização de um carro porta bloco para que a operação seja a mais rápida e segura possível.

DESCRIÇÃO DO PROCESSO PASSO A PASSO

Vamos agora imaginar um tear prestes a iniciar a serrada de um bloco e passo a passo aplicar o processo, após retirar a última carga serrada, deve-se:

- Lavar o tear;
- Laminar a máquina conforme a encomenda;
- Limpar o ralo;
- Posicionar e fixar o bloco;
- Completar o poço com lama de reserva;
- Mexer a lama do poço para facilitar o bombeamento da lama decantada;
- Ligar o chuveiro;
- Ligar a bomba;
- Ligar o motor principal;
- Abaixar o quadro de lâmina até tocar no bloco. Não ligue a cala agora, aguarde.

Pese um litro de lama e verifique se ela está abaixo de 2000 Kg por litro. Se estiver acrescente um pouco de lama da última serrada e coloque um carrinho de terra amarela ou argila. Neste ponto é necessário atenção para que a lama não engrosse demais e passe de 2000 Kg (o que prejudica o recalque da bomba)

mas caso seja necessário adicione mais terra ou argila até que a lama pese 2.000 Kg por litro.

ATENÇÃO: A quantidade de lama da serrada anterior, necessária à ser colocada no poço antes de colocar a terra, vai depender da experiência do serrador com o processo, a fim de que não seja necessário a colocação de mais de dois carrinhos de terra e nem que seja abolido este procedimento.

- Com a lama pesando 2.000 Kg por litro, ligue o granalheiro com a metade da porcentagem normalmente usada.
- Lave um litro de lama e verifique a quantidade de gralha. É necessário que esteja em torno de 125 g. por litro.
- **Atenção** – Grãos de areia e terra estarão presente na peneira após a lavagem, portanto o peso da gralha útil será estimado.
- Se necessário acrescente mais gralha ao poço até o peso se aproximar de 125 g.
- Não é necessário a colocação de cal neste momento pois a própria terra ou argila se encarregam de aumentar a viscosidade. Por este motivo, a medição da viscosidade neste momento torna-se inviável devido a presença de grãos de areia e terra.
- Ligue a cala.
- Engate a cala.

Observe o nível do poço. A lama não deve tocar a parte inferior do caracol, mas deve cobrir o crivo completamente. Este nível deve ser utilizado por todos os serradores, sempre. Se os serradores trabalharem com níveis de poço diferentes em toda troca de turno poderemos ter: ou queda na produção, ou defeitos de serrada ou as duas coisas ao mesmo tempo.

- Coloque vinte litros de leite de cal de hora em hora na concentração de 150 g por litro. Observando o nível do poço
- Pese a lama de hora em hora, e até que o casiamento termine. Consideramos o fim do casiamento o momento em que dois terços da última lâmina estejam dentro da pedra.
- Atenção: Durante o casiamento a lama deve continuar a ser pesada e manter os 2.000 Kg por litro, já a viscosidade deve ficar entre 14 e 16 segundos, porém ela só poderá ser medida depois que a terra ou a argila for completamente dissolvida pelo processo de serragem.
- Estudos mostram que a cal pode ser adicionada de hora em hora durante toda a serrada sempre na proporção mencionada sem que a viscosidade da lama mude consideravelmente. Desta forma manteremos a viscosidade de toda a serrada praticamente constante (entre 12 e 14 segundos). Esta viscosidade deve ser medida de hora em hora, assim como a densidade da lama e a concentração de granalha útil.
- Após o casiamento a lama deve ficar com seus parâmetros (densidade, viscosidade e concentração de granalha útil), conforme a tabela anexa.

TABELA PARA CORTE DE GRANITO CONFORME A DUREZA MATERIAL

CLASSIFICAÇÃO POR DUREZA	GRAMAS POR LITRO	GRANALHA ATIVA #40	VISCOSIDADE SEGUNDOS
Muito Macio	1.550	80	12 À 14
Macio	1.650	80	12 À 14
Médio	1.700	80	12 À 14
Duro	1.750	80	12 À 14
Muito Duro	1.800	80	12 À 14

OBS: A tabela acima apresenta valores de granalha útil destinados a teares de pequeno porte. Para teares de médio e grande porte, deve-se usar 100 g/l e 130 g/l, respectivamente.

4.13.13 - ANÁLISE DA QUALIDADE DA SERRADA

Após serradas, as chapas devem apresentar as seguintes características:

- Acabamento superficial sem riscos ou ondulações.
- Planicidade em toda a sua superfície e dos dois lados. Esta característica pode ser melhor observada, utilizando-se uma régua de alumínio perfeitamente plana.
- Uniformidade de espessura em todas as bordas da chapa. Pode ser medido utilizando-se um paquímetro.

CAPÍTULO 05



POLIMENTO

5- POLIMENTO

Processo industrial que visa à transformação de mármore e granitos, feita através do atrito de rebolos abrasivos refrigerados com água em abundância e numa seqüência de granulometria de abrasivos, previamente estabelecida para conferir à superfície do material planicidade, fechamento e brilho.

Com o polimento visa-se obter uma superfície plana de alto brilho e com características de coloração natural bastante definida.

5.1 - ACABAMENTO DA SERRADA

Antes de iniciar-se o processo de polimento deve-se avaliar a qualidade da serrada das chapas a serem polidas. Em função da qualidade define o número e velocidade de passadas dos grãos de desbaste, bem como a pressão de trabalho. Quanto maior a rugosidade da chapa, mais alto o consumo de abrasivos, principalmente no caso de desbaste ou levigação. Se a chapa, em função de seu uso final, precisa ser polida em apenas uma face, deve-se polir a face que estiver com melhor acabamento de serrada para um consumo menor de abrasivos.

Cabe ainda verificar o empenamento das chapas, a presença de trincas e se a espessura está constante. Dependendo da posição da trinca, deve-se, antes de iniciar a operação, retirar o pedaço trincado para evitar que seja lançado para fora da politriz durante o polimento e danos ao equipamento (principalmente satélites) e aos abrasivos.

Para definir se a chapa tem boa qualidade de serrada deve proceder da seguinte forma:

- Com uma régua de alumínio grande, passar em toda a extensão da chapa, verificando no sentido horizontal, vertical e diagonal cruzado. Com isto será verificado se há empeno.
- Observar a presença de canaletas e entradas de laminas nas cabeceiras de chapas, causadas por mal tensionamento de laminas e quebra de bico de lâmina inadequado.
- A serrada de boa qualidade não deixa nenhuma irregularidade na chapa;
- A serrada média deixa riscos grossos de granalha;
- A serrada ruim deixa canaletas, desníveis e outras falhas.

Utilizar sempre o melhor lado da chapa para o polimento.

5.2 - FECHAMENTO DO POLIMENTO

Além da dureza a textura é outra característica importante. Devemos saber diferenciar um granito “aberto” de um granito “fechado”.

Para isto basta olhar contra a luz uma chapa já lustrada, observa-se que o granito “aberto” apresenta milhares de pequenas trincas e orifícios. Ex: Capão Bonito, Arabesco. Outra forma é passar a ponta da unha sobre a superfície polida, se estiver áspero o material é aberto.

Os granitos abertos consomem mais abrasivos e tempo de operação. Os granitos fechados gastam menos abrasivos, o tempo de trabalho é menor, e quase sempre atingem uma pontuação de brilho mais alta.

5.3 - TIPOS DE ABRASIVOS PARA POLIMENTO

Abrasão vem do Latim “abradere”, é definida como operação de arrancar partículas de um material por esfregamento contra outro material, quase sempre mais duro.

Abrasivos, são ferramentas chamadas de rebolos cuja função é modificar; ou seja, cortar, afiar, polir as peças. De acordo com o tipo de obtenção, os abrasivos podem ser classificados como segue:

5.3.1 - ABRASIVOS NATURAIS

Os abrasivos naturais são encontrados na natureza.

ABRASIVOS NATURAIS – NÃO SILICIOSOS

- Diamante
- Coríndon
- Esmeril
- Granada

ABRASIVOS NATURAIS – SILICIOSOS

- Quartzo
- Areia (sílica)
- Pedra pomes
- Pó vulcânico
- Diatomita

ABRASIVOS NATURAIS – MOLES

- Feldspato
- Dolomita
- Óxido de Cálcio
- Óxidos metálicos (cromo, zinco, dentre outros).

5.3.2 – ABRASIVOS ARTIFICIAIS

São obtidos inicialmente em laboratórios e em seguida, produzidos por processos industriais.

- Abrasivos sintéticos ou industriais
- Diamante
- Nitreto cúbico de Boro (NCB)
- Carbetto de Boro
- Carbetto de Silício (verde e preto)
- Alumina sintetizada

- Carbeto de tungstênio (vídia)
- Óxido de alumínio

Composição química dos abrasivos de setor de Mármore e Granito. No polimento de mármore e granito, os abrasivos apresentam a seguinte composição química básica:

Abrasivo principal = carbeto de silício – 60%

Pedra pomes – 5%

Óxido de magnésio – 18% - Forma a cola

Carbeto de magnésio em água – 17%

5.3.3 - TIPOS DE ENCAIXE

Quanto ao tipo de encaixe do rebolo abrasivo no satélite, seguem os tipos principais e suas características:

REBOLO TIPO COROA DE COLAR 120MM:

- Colada com resina num prato de ferro fundido com rosca interna
- Sistema de uso bastante utilizado
- Grande risco de se colar o prato torto em relação à coroa, ou durante a colagem, um abrasivo fica mais alto que outro no mesmo jogo.
- Depois de colocado, o rebolo torna-se muito pesado.
- Tempo longo para troca de jogos
- Utilizado para polimento de granito em máquinas manuais e automáticas

SEGMENTO TIPO FRANKFURT:

- Bastante utilizado no polimento de mármore, em máquinas manuais.
- É preso por encaixe rápido em pratos e não em satélites
- Possui grande poder de refrigeração durante o corte no mármore, evitando “queima-lo”.

REBOLO DE ENCAIXE 120MM:

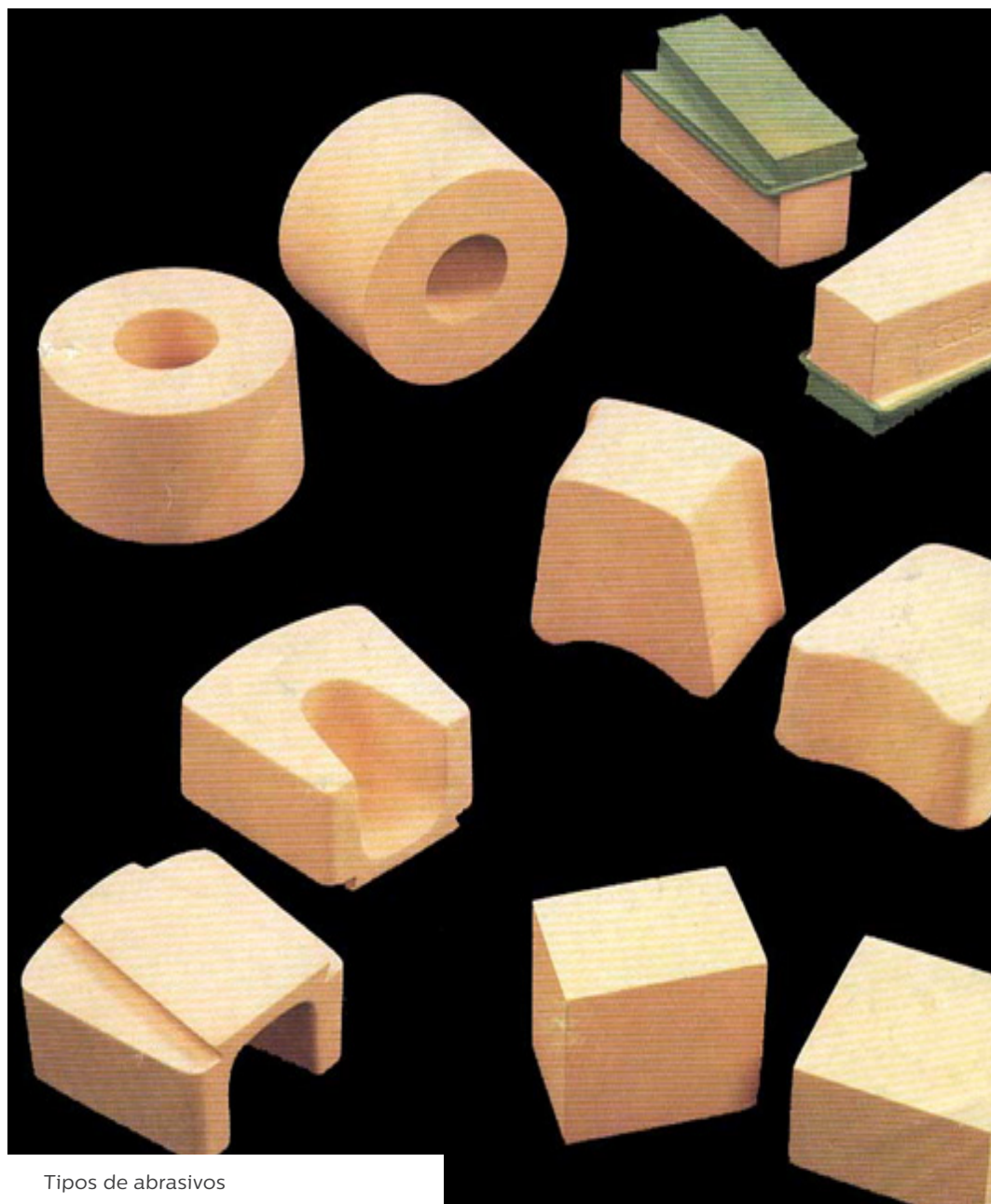
- Utilizado em máquinas manuais e automáticas com satélite convencional;
- Evita todo trabalho de colagem;
- Sistema de troca rápida dos jogos, além de ser mais leve

REBOLO TIPO TIJOLO DE ENCAIXE

- Geralmente fabricado em 3 tamanhos: 260mm, 175mm e 135mm de comprimento;
- Vantagem de troca ultra-rápida entre jogos;
- Contato abrasivo-chapa de uma linha, com poder de arrancamento de material maior, reduzindo o tempo de polimento.
- Necessita de satélite de movimento especial para ser montado;
- Largamente utilizado em politrizes semi-automáticas e automáticas

REBOLO TIPO 3X3X3” OU 3X3X2”

- Utilizados em politrizes para pisos já instalados;
- Necessitam de serem colados.



Tipos de abrasivos



Abrasivos Diamantados

5.3.4 - CUIDADOS COM O REBOLO ABRASIVO

- Ao retirá-lo da caixa para uso, observar se nenhum deles está trincado, com buracos, indicando defeito de fabricação além de cantos quebrados;
- Durante o uso e as trocas constantes, não deixar os abrasivos sofrerem quedas ou pancadas, pois pode-se provocar trincas internas e no uso pode romper um ou mais rebolos riscando a chapa; risco de acidentes com o polidor e máquina;
- Não permitir que os rebolos sejam contaminados por óleo ou graxa, pois contaminarão as chapas durante o polimento.

5.4 - PODER DE CORTE DOS ABRASIVOS

De vital importância ao processo de polimento, atualmente os abrasivos dividem-se nos seguintes tipos:

5.4.1 - MAGNESIANOS

Feitos basicamente em liga de magnésio, utilizam Carbetto de Silício como elemento cortante. São fabricados em todas as granas necessárias ao beneficiamento de chapas, do 16 ao 1200. De tecnologia ultrapassada, estão sendo destinados aqueles que utilizam máquinas de polimento manual ou semi-automáticas. As empresas possuidoras de politrizes multi-cabeças, praticamente aboliram o seu uso nos primeiros satélites, que vão da grana 16 ao 120.

5.4.2 - DIAMANTADOS

Fabricados em liga de ferro e cobalto ou em resina, os abrasivos diamantados ainda representam a maior evolução tecnológica dos últimos anos. Utilizados há cerca de dez anos na Europa e há cerca de cinco no Brasil, estes abrasivos trazem inúmeras vantagens na sua utilização em máquinas multi-cabeças e máquinas automática de cabeça. Entre outras, as mais importantes seriam o aumento de produtividade, melhoria na qualidade do corte e do fechamento, melhor qualidade da água reciclada, diminuição do consumo de energia elétrica, menor pressão de trabalho, redução do tempo morto, etc. Este tipo de abrasivo é particularmente eficiente para remover marcas de chapas mal serradas e granitos duros, porém em número excessivo pode prejudicar o fechamento. Os três tipos mais utilizados são:

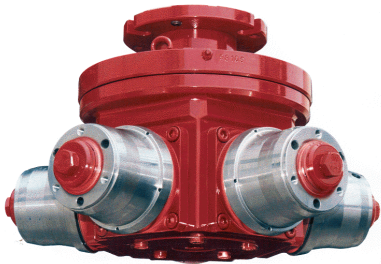
5.4.3 - TANGENCIAL

São os tipos mais utilizados e podem ser utilizados em todas as posições na sequência de polimento, sendo os que possuem liga metálica até o grão 120/180 e até o grão 600 com liga em resina. Acima desta granulometria recomenda-se o uso de abrasivos com liga magnésiana.

5.4.4 - ROLOS

Usados particularmente em politrizes Breton, representa uma evolução tecnológica ainda contestada por muitos. Possui uma alta capacidade de corte com baixa pressão de trabalho, fazendo com que o material não abra muito durante o corte e facilite o processo de fechamento. Recomenda-se um máximo de 03 cabeças de rolos em uma politriz e que na primeira posição seja sempre

montada um abrasivo diamantado do tipo tangencial, evitando assim que o rolo vibre excessivamente, o que diminuiria sua capacidade de corte e também correria o risco de danificar a ferramenta. Rolos cônicos foram desenvolvidos pelo fabricante Simec, mas por problemas de ovalização da ferramenta durante seu uso o projeto foi retardado.



5.4.5 - PRATOS

Com alto poder de desbaste, não se deve trabalhar com número de satélites com este tipo de abrasivo superior a três, pois dificilmente os demais abrasivos eliminariam as sombras deixadas pelo corte. O trabalho de fechamento também seria comprometido devido a agressividade destas ferramentas. Com pequeno ângulo de ataque ($\pm 2^\circ$), estas ferramentas são excelentes para o corte de materiais duros e com baixa qualidade de serrada, fazendo com que não se perca a produtividade durante o processo de polimento.

Não podemos deixar de citar os abrasivos Fine Grain, que vem a ser a união de diamante como elemento de corte e a resina como elemento ligante. Até antes destes abrasivos, utilizava-se o abrasivo diamantado até o final da fase de corte e o início do fechamento, pois a liga metálica era muito dura, não permitindo que o diamante trabalhasse nesta fase do processo. Com a liga em resina foi

possível conciliar esta dureza de forma tal que os diamantes estão em constante processo de troca, não cegando o abrasivo e permitindo um trabalho limpo e de qualidade superior. As vantagens de seu uso são as mesmas das ferramentas com liga metálica, acrescido do fato de serem extremamente leves e podendo ainda serem armazenados por tempo indeterminado.



5.5 - VAZÃO E QUALIDADE DA ÁGUA

A vazão de água é importante no polimento de chapas. Uma vazão menor do que a recomendada ocasiona aumento do consumo de abrasivo e perda de qualidade no polimento.

A vazão de água também provoca aquecimento da chapa que está sendo polida com a queima da mesma percebida quando o material da chapa é de cor clara.

A vazão mínima de água é de 30 l/min, com pressão de 4 bar, por satélite.

5.6 - PROCESSOS DE POLIMENTO

São três os processos existentes para polimento:

- Manual;
- Automático com politriz de até 4 satélites (chapas fixas em bancadas);
- Automático com politriz com mais de 4 satélites (chapas móveis em esteira).

5.6.1 - POLIMENTO EM POLITRIZ MANUAL

O polidor define a movimentação e a pressão do satélite sobre a placa. Geralmente usa-se satélite de seis coroas para polimento de granito ou um prato com quatro patas para mármore. A produtividade destas máquinas, medidas em metro quadrado por hora (m^2/h) fica em torno de 2 a $3,5 m^2/h$, variável de acordo com o material. Este tipo de tecnologia está sendo substituído, em função de diferenciais de qualidade e custos para as demais tecnologias.



Politriz manual

5.6.2 - POLIMENTO EM POLITRIZ AUTOMÁTICA COM ATÉ 4 SATÉLITES

No polimento com este tipo de equipamento o movimento e a pressão do satélite são programados pelo polidor, no painel da máquina. Geralmente possui de 1 a 4 satélites, sendo mais comum as de 2 satélites. Neste processo a chapa fica fixa em bancadas e a trave promove o movimento dos satélites de forma automática.

Os tipos de movimento que padronizados para estes equipamentos são: contorno, longitudinal, transversal e zig-zag. Cada fornecedor de abrasivos indica uma receita para os diversos tipos de materiais, cabendo à empresa determinar a melhor seqüência que resulte no melhor custo benefício.



Politriz semi automática de bancada

- 36 Corte
- 60 Transição
- 120 Fechamento
- 220 Fechamento
- 400 Transição
- 600 Amaciamento
- 800 Amaciamento
- 1200 Amaciamento
- LT Lustro

SEQUÊNCIA COMPLETA DE ABRASIVOS MAGNESIANOS:

- 16, 18, 20, 24, 30, 36, 46, 60, 80, 100, 120, 180, 220, 280, 320, 360, 380, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1500, 2000, LUSTRO.

SEQUÊNCIA COMPLETA ABRASIVOS DIAMANTADOS METÁLICOS:

- **SEMI-AUTOMÁTICA:** D1S/A (24, 36) - D2S/A (60) - D3S/A (120)
- **AUTOMÁTICA:** D1 (16, 24) - D2 (30) - D3 (36) - D4 (46) - D5 (60) - D6 (80) - D7 (120)

DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE POLIMENTO

As mesas, os abrasivos e os cabeçotes devem ser cuidadosamente lavados antes de iniciar cada operação de polimento.

Durante o processo de polimento o recomendável é o satélite superpor aproximadamente 10 cm entre uma passada e outra.

Deve-se prestar atenção também para que o satélite saia somente metade do comprimento de um abrasivo fora da chapa (06 cm).

Quando o operador notar que as chapas estão apresentando riscos, deve imediatamente determinar a causa dos mesmos. A primeira providência é examinar a qualidade e quantidade da água. A seguir, verificar se há rebolos lascados ou quebrados e substituí-los.

MOVIMENTO DO SATÉLITE SOBRE A CHAPA

Abaixo transcrevemos duas receitas que se aplicam para materiais abertos e fechados, podendo haver alterações em função da experiência de cada empresa:

GRANITOS ABERTOS			GRANITOS FECHADOS	
TIPOS	MOVIMENTOS	TEMPO (minutos)	MOVIMENTOS	TEMPO (minutos)
1ª Operação Grana 24	OSW...	0 necessário	OSW...	0 necessário
2ª Operação Grana 0F	NSW	9	NS	6
3ª Operação Grana 1	CNSW	10	SN	6
4ª Operação Grana 2	SNW	9	SN	6
5ª Operação Grana 2F	OSNW	10	NS	6
6ª Operação Grana 3	NSW	9	NW	6
7ª Operação Grana 800	NSW	9	NW	6
8ª Operação Grana 1200	NSW	9	NW	6
9ª Operação Lustro	SNWWW	15	SNWW	12

Legendas:

 **CONTORNO**
 **ZIG-ZAG**

 **LONGITUDINAL**
 **TRANSVERSAL**

OBSERVAÇÕES:

- Na primeira operação (desbaste), além dos três movimentos descritos acima, caso necessário, repete-se mais vezes o zig-zag.
- Caso se deseje um brilho ainda superior, pode-se fazer mais um zig-zag.
- Os movimentos sugeridos acima podem ser alterados de acordo com as características de cada politriz, porém os tempos de cada operação devem ser respeitados.
- Na primeira operação deve-se utilizar 4 bar de pressão e nas demais 6 bar.
- Para granitos delicados como o preto e o verde, deve-se reduzir a pressão dos cabeçotes, a fim de evitar ruptura das chapas ou o aparecimento de sombras.
- Para chapas com empeno, deve-se reduzir a pressão dos cabeçotes, a fim de evitar trincas e/ou ruptura das chapas.

A produtividade destes equipamentos depende das instalações e acessórios, como ponte rolante e ventosas pneumáticas para agilizar o abastecimento e retirada das chapas, devendo ser aproximadamente 3,5 m²/hora por satélite.

BRILHO FINAL DESEJADO

Em função do brilho desejado, deve-se trabalhar a chapa mais, ou menos, com os grãos de polimento final. Quando a empresa possui um medidor de brilho, já se estabelece antes a faixa de brilho a ser obtido. A medição do brilho final é conseguida, com a utilização de um equipamento, chamado medidor de brilho

(gloss meter) que, quando devidamente colocado sobre a chapa polida, faz a leitura do brilho e indica num mostrador, analógico ou digital, o percentual do brilho alcançado em relação a 100%.

TABELA DE VALORES MÉDIOS PARA POLIMENTO DE GRANITOS EM MÁQUINAS SEMI-AUTOMÁTICA.

OPERAÇÃO	GRANA	TEMPO	Nº CHAPAS POR JOGO	Nº M2 POR JOGO	BRILHO MÉDIO
1ª	24-N P/GRANITOS DUROS 24-HD P/GRANITOS MACIOS	O NECESSÁRIO O NECESSÁRIO	3-6 3-6	14-27 14-27	
2ª	GRANA OF OU 36	6-9 MINUTOS	7-9	36	
3ª	GRANA 1 OU 60	6-10 MINUTOS	7-9	36	
4ª	GRANA 2 OU 120	6-9 MINUTOS	6-8	32	1
5ª	GRANA 2F OU 220	6-10 MINUTOS	9-13	50	10
6ª	GRANA 3 OU 400 E/OU 600	6-9 MINUTOS	25-35	135	35
7ª	800	6-9 MINUTOS	60-80	315	55
8ª	1200 E/OU 1500	6-9 MINUTOS	70-90	360	65
9ª	GRANILUX	12-15 MINUTOS	80-100	400	80

OBS: A seqüência acima foi formulada após muitos estudos e testes práticos, não necessitando ser alterada. A única exceção seria utilizar um tangencial grana 16 tipo N para um granito muito mal serrado ou granito tipo duro.

PRODUÇÃO DIÁRIA

A produção média diária para politriz semi-automática, utilizando chapas com boa qualidade de serrada, e com lustro final de boa qualidade, é de seis (6) chapas por cabeçote, em turno de oito (8) horas.

CUSTO DE POLIMENTO

Para se verificar o custo de produção de polimento, basta dividir o preço do jogo do abrasivo de cada granulometria pelo total de m² polido e depois somar todos os grãos utilizados no polimento.

5.6.3 - POLIMENTO EM POLITRIZ AUTOMÁTICA DE ESTEIRA

No polimento automático o polidor troca os abrasivos, programa a velocidade da esteira e da ponte que suporta o conjunto de satélites polidores, a pressão de cada satélite e a seqüência dos abrasivos em função do material. O movimento de sobe e desce dos satélites é automaticamente definido pela máquina.

A partir daí ele supervisiona a operação e a qualidade do polimento. A entrada e saída das placas são feitas automaticamente por mesas basculantes e monovias, operadas por ajudantes. A troca de abrasivos nestas máquinas é realizada quando o abrasivo acaba e um novo jogo é colocado no satélite.



5.7 - DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE POLIMENTO

A máquina é composta de uma esteira continua e satélites de levigamento e polimento para trabalho de beneficiamento em chapas de rochas ornamentais em geral. De acordo com o número e tipo de satélites obtém-se a qualidade e produtividade requerida pelo cliente.

As chapas entram para ser trabalhadas através de uma esteira que é acionada por redutor de velocidade variável. Uma trave, montada longitudinalmente em relação a esteira, faz um movimento transversal e está apoiada sobre roletes que se encontram dentro de um sólido suporte de ferro fundido.

O movimento de sobe-e-desce dos satélites de polimento é automático e sincronizado com o movimento das chapas. Na entrada, a máquina é equipada com um leitor de chapas. Os sinais captados por este equipamento são processados pelo computador, o qual os converte em sinais de comando de “subida e descida” para os satélites durante a passagem das chapas.

Os satélites são sistemas mecânicos fixados por uma flange ao eixo, que por sua vez transmite o movimento de rotação ao mesmo. Sapatas são montadas ao satélite nas quais são ecaixados os insumos que durante o movimento de rotação das ferramentas também o movimento de oscilação tangencial.

Os abrasivos são assim feitos para otimizar o seu uso, pois a constante renovação da zona de contato entre a ferramenta e a chapa permite uma baixa pressão global, diminuindo assim, o risco de quebra e de super-aquecimento da ferramenta, dando uma eficiência superior a mesma e melhor qualidade ao produto final.

As várias opções de movimentação da trave também permitem aumentar a eficácia na operação da politriz, fazendo com que ela vá mais veloz em condições ideais de trabalho e mais lenta onde a qualidade do produto deixa a desejar. Para isso têm-se três tipos de translação de trave:

5.7.1 - AUTOMÁTICA

sistema de controle seleciona automaticamente a melhor aceleração e desaceleração para a trave dependendo da velocidade selecionada. Esta opção é recomendada para beneficiamento de materiais perfeitamente planos e com bom grau de acabamento;

5.7.2 - VARIÁVEL

Com esta opção, é possível escolher o percurso que a trave deve percorrer acelerando e desacelerando. Aumentando este percurso, é possível aumentar o tempo que os satélites permanecem nas bordas das chapas, melhorando assim o acabamento das mesmas. Diminuindo este percurso, a velocidade média da trave é aumentada e, conseqüentemente, o número de passagens por minuto. Esta opção é recomendada para superfícies um pouco empenadas ou com baixa qualidade de acabamento, como entrada de lâminas, “unhas de gato”, etc, ou mesmo para melhorar a qualidade final do produto beneficiado.

5.7.3 - POR DEGRAUS

Com essa opção é possível selecionar duas acelerações intermediárias e duas desacelerações intermediárias com o intuito de aumentar o tempo de permanência dos satélites sobre as bordas da chapa. Assim como a opção anterior,

esta opção é utilizada em materiais com baixa qualidade de acabamento no processo de serragem, mas permitindo um maior direcionamento na ação de corte dos abrasivos.

Pode-se ainda melhorar o processo de beneficiamento acompanhando atentamente o movimento das chapas durante o processo de polimento. Devido a problemas de empeno, é muito comum que as chapas adiantem ou atrasem durante o seu beneficiamento. Para minimizar este problema, pode-se medir o quanto a chapa “anda” e, através do painel de controle, adiantar e atrasar a subida e descida dos satélites, garantindo assim, um perfeito polimento nas bordas anterior e posterior da chapa. Esta máquina, em particular, oferece uma série de opções de controle para facilitar o trabalho do operador quando ocorre este tipo de anomalia durante o beneficiamento, caso contrário operar subida e descida manual.

Cabe também ao operador a responsabilidade de selecionar o tipo de produto que vai ser beneficiado. A limpeza da chapa, sem cimento ou granalhas, o lado correto, com melhor qualidade de serrada e menor empeno, além do bom esquadrejamento da mesma contribuem para o bom resultado final. Em resumo, a experiência e dedicação do operador, além de seu interesse em fazer bem feito seu trabalho, serão determinantes para o sucesso no beneficiamento das rochas ornamentais.

Sabe-se que existem muitas variáveis envolvendo o processo de polimento de chapas de rochas ornamentais, sendo as principais a qualidade da serrada, a dureza do material e o esquadrejamento da chapa. Como em qualquer processo em que o fator humano é essencial, a qualidade do produto beneficiado dependerá, como foi dito anteriormente, da dedicação do operador neste processo.

Sendo assim, é muito importante que este operador tenha total controle e conhecimento da máquina que opera. O conhecimento de todas as alternativas oferecidas pelo equipamento tornará o processo de polimento muito menos complicado.

Alternativas como subidas e descidas automáticas dos satélites, compensação automática para chapas que “andam” sobre a esteira, vários tipos de translação da trave, leitora do perfil da chapa a ser trabalhada, etc, fazem com que o trabalho se torne muito mais produtivo e rentável. A boa manutenção do equipamento é também de igual importância, principalmente dos satélites e da trave, pois garantem a capacidade de corte e a qualidade do produto.

Conhecer o insumo com o qual se trabalha também colabora no processo. O domínio de características como dureza, capacidade de corte, tecnologia de fabricação e nomenclatura dos abrasivos fazem com que se otimize a sua utilização, aumentando sua capacidade de corte, fechamento e brilho, além de diminuir substancialmente o custo de polimento.

Outro fator que colabora de forma indireta, mas de igual importância é o ambiente organizado, no qual deve estar envolvido tal processo de beneficiamento. A limpeza do pátio de trabalho e os controles que gerenciam a produção dão ao operador tranquilidade suficiente para executar o seu trabalho com perfeição. Poluição sonora, desorganização e sujeira não combinam com um produto bem acabado. Normalmente o resultado é reflexo do meio em que se encontra o operador.

Finalmente a troca de informações, a atualização dos operadores é mais um fator, e normalmente o que é relegado ao segundo plano, que dá ao processo

um adicional ao beneficiamento de chapas. Instruir os operadores e informá-los das novidades faz com que o seu trabalho esteja sempre a frente dos concorrentes, dando a ele uma motivação a mais para executar com perfeição seu trabalho.

Algumas recomendações são oferecidas com o intuito de melhorar a performance e a qualidade do produto final. Elas serviriam como um pequeno guia ao operador durante a execução de seu trabalho. Sempre lembramos que existem muitos fatores que influenciam direta e indiretamente o processo de beneficiamento, como tipo de material, tipo de insumo, qualidade da serrada, estado de manutenção da politriz etc. O operador poderá manipular os parâmetros como e quando for conveniente para alcançar os objetivos desejados:

5.7.3 - OPERAÇÕES BÁSICAS

A avaliação do poder de corte dos abrasivos pode ser feita pela aparência da água e pelo chiado. Nas primeiras cabeças a água deve sair bastante turva, e gradualmente ir saindo mais limpa a medida que a chapa se aproxima dos últimos cabeçotes, pois a remoção de granito vai diminuindo pouco a pouco.

Para verificar a eficiência de um determinado rebolo de grana fina, basta levantar seu cabeçote durante alguns minutos. Se o lustro final piorar, ele está bom. Se permanecer igual ou melhorar, ele está ruim.

As marcas de uma serrada normalmente devem ser eliminadas totalmente até o primeiro $\frac{1}{4}$ da politriz, não devendo chegar ao grão 60.

- Se a politriz tiver 12 cabeçotes, até o 3º;
- Se tiver 16 cabeçotes, até o 4º;
- Se tiver 17, 18 ou 19, até o 5º.

LIMITES PARA O ABRASIVO SAIR FORA DA CHAPA:

Em granitos macios: ao descer sobre a chapa, o satélite não deve deixar mais de 3cm do abrasivo para fora. Nas laterais, o abrasivo também não deve ultrapassar a chapa além de 3cm. Isso evitará forçar o satélite. Na parte traseira da chapa, quando o satélite sair ½ abrasivo, deve automaticamente levantar. Em granitos duros, pode-se ultrapassar um pouco estes limites.

Quando surgirem riscos, deve-se tentar determinar imediatamente a causa dos mesmos. A primeira providência é examinar a qualidade e quantidade da água. Caso estejam boas, o operador deve parar a politriz e subir com cuidado a esteira, removendo com um rodo a água sobre as chapas. Analisando do lustro para trás, não será difícil então determinar o ponto de origem dos riscos, e assim resolver o problema. Além da água contaminada, rebolos lascados ou quebrados podem também ocasionar risco, mais provavelmente os de lustro final. O resíduo de cimento usado para fixar os blocos no tear, deve ser removido antes das chapas entrarem na politriz, pois também provocam riscos nas chapas.

Se houver riscos causados por abrasivos, observar a partir da grana 320 quais tijolinhos estão lascados e substituí-los. Quando se suspeitar que um determinado abrasivo está riscando, pode-se levantar seu cabeçote durante alguns minutos. Se pararem os riscos, a suspeita será confirmada. Caso contrário, efetuar o mesmo procedimento com outros cabeçotes até identificar os rebolos defeitu-

osos e substituílos.

- Caso apareçam sombras no polimento, podem ser causadas por algum abrasivo e que não foram tiradas pelo abrasivo seguinte. Pode também ser causada por deficiência de algum satélite. A ausência de algum satélite também pode causar marcas no trabalho do satélite seguinte.
- O ajuste da velocidade da esteira deve ser feito da seguinte forma:

Deve ser diminuída nos seguintes casos:

- Em granitos mal serrados;
- Em granitos pretos e verdes abertos;
- Quando o fechamento estiver imperfeito, o que irá ocasionar um brilho final insuficiente.

DEVE SER AUMENTADA NOS SEGUINTE CASOS:

Em granitos bem serrados, particularmente os macios.

- A velocidade da ponte deve ser sempre proporcional à velocidade da esteira, afim de evitar espaços vazios entre os movimentos de zig-zag. Portanto, quanto maior a velocidade da esteira, maior também deverá ser a velocidade da ponte. O ideal é que a chapa não avance mais que a metade da medida do comprimento do abrasivo a cada batida da trave. Como exemplo podemos citar que uma boa regulagem para uma politriz de 16 satélites é: Velocidade da esteira = 30 m/h; Velocidade da ponte = 40 m/min.

- A seqüência dos grãos de abrasivos deve ser determinada, quanto à dureza dos mesmos, da seguinte forma:

- Granitos duros exigem uma concentração maior de abrasivos grossos nas primeiras cabeças. O consumo dos rebolos nesses primeiros cabeçotes será maior.
- Granitos macios necessitam de uma concentração maior de abrasivos nas granas intermediárias (entre 120 e 320) , para garantir um bom fechamento. Esses granitos são mais abrasivos e o desgaste dos rebolos intermediários sempre será maior.

- Se por acaso o brilho estiver insuficiente, há um método que permite determinar se há alguma irregularidade com as cinco (5) ultimas grans abrasivas: Podemos levar a chapa até os cinco (5) ultimos cabeçotes, parar a esteira e medir o brilho de cada uma, secando a chapa com um rodo. A média normal numa politriz de 17 cabeçotes é a seguinte:

- 13º cabeçote aproximadamente 45
- 14º cabeçote aproximadamente 55
- 15º cabeçote aproximadamente 65
- 16º cabeçote aproximadamente 75
- 17º cabeçote aproximadamente 85

Não se pode pretender que todos os granitos alcancem alta pontuação de brilho, pois alguns tipos dificilmente atingem 80 pontos, enquanto que outros com mais facilidade podem alcançar um brilho muito maior. Para se obter um brilho superior, pode-se reduzir um pouco a vazão da água do grão 320 até o lustro final. Outra técnica é também reduzir o fluxo de água nos rebolos de lustro

final, do seguinte modo: antepenúltimo e penúltimo cabeçotes, água só pingando (desde que a água esteja bem limpa e o rebolo já aberto). No último cabeçote, água aberta. Esta regra não se aplica a granitos delicados, como o preto e o verde aberto. Desde que a politriz tenha número suficiente de cabeçotes, a inclusão da grana 1500 entre o abrasivo 1200 e os de lustro, com certeza irá somar mais 3 a 5 pontos no brilho final.

- A pressão dos satélites sobre as chapas de ser determinada da seguinte forma:

PODE-SE AUMENTAR A PRESSÃO:

- Nos cabeçotes iniciais quando se tratar de serrada ruim e material duro.
- Nos últimos cabeçotes (800-1200-1500 e lustro) afim de elevar o brilho final.

DEVE-SE DIMINUIR A PRESSÃO:

- Quando trabalharmos granitos delicados, como o preto, para evitar riscos ou quebra de chapas.

Sugestão para uma pressão eficiente em uma politriz de 17 cabeças:

	DESBASTE INICIAL	DESBASTE	FECHAMENTO	AMACIAMENTO	LUSTRO
CABEÇOTES	1	02/03/04	5-6-7-8-9	10-11-12-13-14	15-16-17
PRESSÃO	ATÉ 2	ATÉ 2	ATÉ 1,5	ATÉ 2	ATÉ 3

Sequência para granitos duros bem serrados:

16	⇒	24	⇒	36	⇒	46	⇒	60	⇒	120	⇒
120	⇒	180	⇒	320	⇒	400	⇒	600	⇒	1200	⇒
1500	⇒	LUX	⇒	LUX	⇒	LUX					

Sequência para granitos duros mal serrados:

16-16-24-24	60- 80-120-220-320	400 -600 -800 -1200 - L-L-L
Pressão: 2,5 a 3	2	2 a 2,5

Aumentar um pouco a pressão nos cinco (5) primeiros cabeçotes.

Além disso, não tem jeito; só diminuindo a velocidade da esteira.

Sequência para granitos macios:

24	⇒	30	⇒	36	⇒	60	⇒	60	⇒	120	⇒
120	⇒	180	⇒	220	⇒	320	⇒	400	⇒	600	⇒
800	⇒	1200	⇒	1500	⇒	LUX	⇒	LUX			

OBS: pode-se dobrar sempre as granas # 60 e # 120.

Sequência para granitos PRETOS:

- Reduzir a pressão para 1,5 Bar no máximo
- Diminuir um pouco a velocidade da esteira.
- Nunca usar granas muito grossas no início (16 ou 20).
- Começar com 36, 30 ou 24 no máximo.

EIS UMA DAS SEQUENCIAS PARA GRANITOS PRETOS BEM SERRADOS:

36	⇒	36	⇒	60	⇒	120	⇒	220	⇒	220	⇒
320	⇒	400	⇒	400	⇒	600	⇒	800	⇒	800	⇒
1200	⇒	1500	⇒	LUX	⇒	LUX	⇒	LUX			

- Água sempre bem aberta em todos os cabeçotes (mínimo de 30 litros/minuto) inclusive nos de lustro final quando o granito for preto ou verde.
- Cuidado com restos de cimento que ficam nas beiradas das chapas para não riscar o material.
- O custo do polimento do granito preto geralmente é 30% maior que os demais granitos, pois mais chapas retornam para repolimento e o consumo dos abrasivos intermediários e finais (que são os mais caros) é maior.

5.8 - PRODUÇÃO DIÁRIA

A produção média diária para estes equipamentos, utilizando chapas com boa qualidade de serrada, e com lustro final de boa qualidade, é de aproximadamente 12 chapas por hora podendo variar de acordo com o número de cabeçotes. Para se determinar a produção real deve-se proceder da seguinte forma:

Se não houver paradas da máquina, a produção em m²/hora é determinada como segue:

- A) Multiplicar por 1,5 a velocidade da esteira em m/hora.
- B) Multiplicar por 0,9 a velocidade da esteira cm/minuto.

Para transformar m/hora em cm/minuto basta multiplicar por 1,66.

Para transformar cm/minuto em m/hora basta dividir por 1,66.

CAPÍTULO 06



RESINAGEM



Nome dado ao processo de aplicação de resina sobre a superfície Levigada das chapas para conferir melhor resistência mecânica, impermeabilização, fechamento, brilho, coloração, etc. Processo em uso crescente, principalmente para chapas destinadas à exportação, mas também utilizado para as chapas destinadas ao mercado interno.

INTRODUÇÃO

As resinas Epóxi são produtos obtidos por reações de condensação (na presença de hidróxido de sódio) entre a Epicloridrina (1-cloro-2,3-epóxi-propa-no) e o Bisfenol A [2,2-bis(4'-hidroxifenil)propano].

A resina epoxídica mais utilizada é o éter de diglicidil bisfenol A (DGEBA). O resultado desta reação é um polímero de cadeia longa constituída de grupos epoxídicos em suas extremidades. É possível conseguirmos uma variedade muito grande de resinas com viscosidades que vão de líquidas até sólidas, variando seu peso molecular.

O Sistema Epóxi é um líquido de viscosidade determinada, bi-compo-nente formados por uma resina e um catalisador (endurecedor), ambos os com-ponentes são formados de parte ativa, não existindo solventes inertes nos dois componentes. Isto significa que durante o processo de catalisação não existe o processo de “contração” do produto aplica (fenômeno observado em resinas poliésteres), que reagem com diversos tipos de endurecedores, se transformado em materiais sólidos, rígidos ou flexíveis, com excelentes resistências mecânicas, químicas e térmicas. Uma vez reagidas, é importante ressaltar, que não voltam ai estado liquido inicial.

A mistura dos dois componentes é feita segundo uma proporção estequiométrica, assegurando um balanço tal, que cada grupo aminico combine-se na razão adequada com os grupos epóxi presentes e para que a reação entre ambos se faça de maneira completa. Logo após a mistura, dá-se início a reação entre as resinas. Este período é chamado de **tempo de indução**. Os componentes continuarão reagindo até a solidificação desta mistura ou estado no qual se tornará impossível sua utilização. Ao tempo de vida útil desta mistura denominamos **pot life**.

As resinas epóxies são solúveis em solventes oxigenados, porém faz-se uso também de aromáticos, visando um balanço de solventes mais econômicos. Em resumo, a estrutura química da resina epóxi possibilita um grande número de usos e aplicações, sejam em tintas líquidas processamentos em pó (híbridas ou não), sistema alto e 100% sólidos; ultravioleta (epóxi acriladas); ou base aquosa.

Devido a suas características, vem sendo utilizada em diversas aplicações nas indústrias de manutenção de tanques e maquinários; moveis; pisos e revestimentos cerâmicos; em juntas de dilatação e estruturas de concreto; embalagens; gráfica; pinturas de navios e plataformas; adesivo tipo estrutural; na indústria eletrônica em vernizes eletros-isolantes e encapsulamento; automotiva e muitas outras, demonstrando que este tipo de resina pode oferecer uma versatilidade muito grande; apresentando excelentes resultados aliados á custos adequados e uma ótima qualidade do revestimento final. O sistema epóxi possui infinitas finalidades, atendendo vários setores de mercado, veja alguns exemplos:

- Indústria do Setor elétrico- isolantes de peças eletrônicas, fios, etc.
- Indústria de Moldes e Ferramentas- confecção de cópias, moldes, ETs.
- Indústria de Brindes – bótons, brincos, chaveiros, etc.

- Indústria de Artesanato- peças decorativas (anjos, estatuetas),etc.
- Indústria Naval- massa de calafetação, impermeabilizantes, tintas, etc.
- Construção Civil - juntas de Dilatação, resinas epóxi, etc.

No ultimo setor, ou seja, de construção civil, encontra-se as Marmorarias, onde são recomendadas as Resinas Epóxi na recuperação de chapas de mármore e granitos, as quais possuem buracos, trincas, fissuras ou micro-fissuras naturais, dando-lhe resistência mecânica, estrutural e química, realçando mais o brilho de pedra, bem como intensificando sua cor. Podem também ser utilizadas nos versos das chapas, em conjunto, com telas ou tecidos de fibra de vidro, aumentando sua resistência contra quebras e acidentes de manuseio. As resinas epoxídicas não secam por si só e necessitam serem modificadas com certos ácidos graxos ou combinadas com agentes de cura, formando uma estrutura tridimensional por polimerização ou crosslinking com alguns materiais, para formarem um filme sólido á temperatura ambiente. O sistema “Epoxídico” depois de reagido (seco) consegue acompanhar as alterações mecânicas da pedra (dilatação e retração) e este processo se dá pelo agrupamento de moléculas (componente A+B), por isso Resina + catalisador deverão ser pesados em todas as vezes que se estiver resinando, e para cada chapa uma pesagem (medida), pois a mistura concentrada (no pode) polimeriza (endurece) entre 6 e 20 min. tornando-se inutilizável e também o recipiente onde foi pesada. O uso de aminas como agentes de cura (DETE ou TETA), por exemplo, implica no uso de embalagens separadas- sistemas bi-componente- pois a reação entre ambos é exotérmica. Este sistema confere boas propriedades, porem apresente alguns inconvenientes:

- Ocorrência de blush
- Sensibilidade á água
- Desprendimento de vapores irritantes

Assim sendo, invés do uso direto da amina, pode-se optar por um **aduto** da resina epóxi com amina, reagindo-se aminas em excesso com resinas de epóxi de médio peso molecular. Isto feito, apenas alguns grupos reativos dessas aminas combinar-se-ão, disponibilizando-se o restante para combinações com outra parte da resina epóxi.

Nos acabamentos à estufa com uso de resinas líquidas, ocorrem reações importantes na cura de epóxis quando usamos reticulantes à base de resina fenólica, uréia-formaldeído ou melanina-formaldeído. São reações que ocorrem com grupos metilol, hidroxila e fenólico, acima de 100°C e oferecem alta resistência química ao filme formado.

6.1 - SEQUENCIA PARA O PROGRESSO DE RESINAGEM

- As chapas devem ser levigadas do grão 80 à 120.
- Devem ficar em repouso por pelo menos 24 h separadas uma das outras por uma pequena cunha de madeira para permitir a passagem de ar entre as chapas, eliminando assim 80 à 70% de sua umidade. Mesmo com a utilização do forno aconselhamos este tempo de espera.
- É aconselhável a utilização de um secador para a desidratação e uma maior garantia de trabalho, mais o uso de bico de gás (pela-porco) é muito freqüente com o gás butano e uma mangueira de 10 m, para evitar movimentação do botijão de gás a todo momento, e também por ser utilizado o aquecedor elétrico, (com lâmpadas incandescentes).

- As chapas a serem resinadas devem estar sobre uma bancada na posição horizontal, devem ser limpas com pano seco (trapo, estopa, etc.) evitar o ar comprimido, pois os compressores possuem muita água que vai junto que vai junto com ar para a chapa.
- Para a pesagem de **resina** mais **catalisador**, é necessário o uso de uma “Balança Eletrônica” de preferência com graduação de 2 em 2 gramas, onde trabalharão com 3 (Três) potes (Jarros de suco, 1 **p/ Resina**, outro **p/ Catalisador** e o terceiro **para mistura**, é bom marcar os potes). Sugiro pincel atômico, marca bloco ou etiqueta elaborada.
- O percentual da mistura dependerá da marca e tipo de resina a ser utilizado.
- O consumo médio de **resina + canalizador** para materiais comuns é de 50g/m^2 , variando de acordo com a quantidade de trincas e fissuras do material, podendo chegar a 200g/m^2 .
- O tempo para uma completa polimerização da resina é de 8 a 72 horas, de acordo com a marca da resina e o tipo de trabalho desejado, e as chapas só poderão ser removidas para a posição vertical depois de em média 2 a 2 horas de residas, dependendo do tipo e sistema utilizado.
- Para o término do polimento aconselha-se iniciar o processo com o grão de abrasivo 120, com pressão inicial menor que a utilizada normalmente.
- Existe o processo de retoque de chapas, onde as mesmas após o polimento voltam para o setor de resinagem para corrigir eventuais defeitos

não sanados durante seu processo, e não é necessário passar a chapa novamente no forno nem levigar, apenas coloca-se resina sobre o defeito e após tempo de polimerização dá-se o acabamento com a lixadeira manual.

- Existe o processo de materiais brutos, normalmente são feitos preenchimentos dos buracos das chapas com resina + pó da própria rocha antes de levigar a mesma.

- Para o processo de telagem de materiais muito frágeis, aconselhamos uma resina apropriada para o trabalho, com viscosidade alta a tempo de gel baixo, e a média utilizada por chapa varia de 1200g a 2000g de acordo com material.

É o processo utilizando produtos químicos pelo qual se recupera e se melhora a rocha ornamental tornando-as comercialmente viável ou com valor agregado maior de acordo com as necessidades do cliente.

6.2 - OBJETIVO DO TRATAMENTO QUÍMICO.

Adicionar valor agregado, melhorando as condições físicas e aspectos qualitativos visuais dos materiais tornando-os comercialmente viáveis.

6.2.1 - PRODUTOS PARA TRATAMENTO QUÍMICO E ROCHAS ORNAMENTAIS.

LINHA	PRODUTOS
INDUSTRIAL	Resina Poliester
	Resina Epoxi
	Colas Epoxi
	Produtos de Limpeza
	Produtos de Proteção
MARMORARIA	Resina Poliester
	Colas Poliéster
	Colas Epoxi
	Produtos de Limpeza
	Produtos de Proteção
	Produtos de Impermeabilização

6.2.2 - VARIÁVEIS QUE INFLUENCIAM NO TRATAMENTO QUÍMICO:

1º - Fator Humano

2º - Equipamentos & Ferramentas

3º - Estrutura Física

4º - Fator Climático

6.2.3 – MAPA DE PROBLEMAS

RESINAMENTO EPOSSÍDICO			
GEOLOGIA DOS MATERIAIS	SADIOS	MÉDIOS	ALTERADOS
Problemas	MF	MF + F	MF + F + T + B
Absorção	Baixa	Média	Alta
Profundidade da desumidificação	2 – 3 mm	5 – 10 mm	20 mm – chapa 2cm 30 mm – chapa 3cm
Temp. da chapa	Até 45º C	50º – 55º C	55º – 60º C
Desumidificador	PP – SE	SE	SE
Tipo de Resinamento	Superficial	Média Profundidade	Alta Profundidade
Quantidade de Resina	40 – 60 gr/m ²	60 – 80 gr/m ²	80 – 150 gr/m ²

MF – Micro Fissura (Fratura Superficial)

F – Fissura (Fratura até 10 mm de profundidade)

T – Trinca (Fratura que trespassa chapa)

B – Buraco

PP – Péla Porco

SE – Secador

6.3 - CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DAS RESINAS

Tipo	Amarelamento Sob raio U.V.	Temperatura de Trabalho	Tempo de Trabalho	Temperatura Endurecimento	Tempo de Endurecimento
Resina Epóxi	Pouco Moderado Muito Forte	20º - 70º C	20 – 30 min.	20º C	24 hs
				30º C	12hs
				40º C	6hs
				50º C	4hs
				60º C	3hs
Cola Epóxi	Moderado Muito Forte	10º - 30º C	03 – 05 min	20ºC	20–40 min
Resina Poliéster	Pouco Moderado Forte	0º - 30ºC	10 – 20 min	20º C	3 - 6 min
Resina Acrílica	Moderado	0º - 30º C	01 – 04 min	20ºC	5 - 15 min

1.3.1 - A MISTURA RESINA + CATALISADOR (RELAÇÃO DE MISTURA)

Os sistemas epoxídicos são dosados em peso. Isto significa que as duas partes, para endurecerem, devem ser pesadas. Exemplo:

Para uma medida de 100partes de resina (ou 100 gramas), aquele que varia é o catalisador a ser dosado e acrescentado as 100 partes da resina pesada. Para isso tem-se catalisadores a 25, 30, 44 e 50%. Sendo assim a mistura total será de 100 de resina + 25 de catalisador (total 125), ou mesmo 100 + 50 e assim por diante. Para entender a “relação de mistura” (ou o percentual de mistura) de cada catalisador, deve-se observar o número que vem impresso na embalagem e que informa seu percentual de mistura.

6.3.2 - A COMPATIBILIDADE DAS RESINAS COM SEUS CATALISADORES

Um conceito importante a entender é a compatibilidade resina/catalisador. Em prática nem todos os catalisadores são compatíveis com as resinas. Esta incompatibilidade é devido a um problema químico: no caso de ocorrer uma catalise incompleta do sistema epoxidico este não endurecerá bem e tornar-se-á “muito gomoso” ou “ muito cristalino”. Por esta razão, resina e catalisador, são tratados juntos e não separadamente (seja tecnicamente ou comercialmente). É possível, de fato, observar que as planilhas técnicas falam de sistemas epoxídicos resina + catalisador e não dos dois componentes em separado.

Para uma maior informação sobre a compatibilidade das várias resinas com seus catalisadores, deve-se consultar cada fabricante sobre suas aplicações.

6.4 - CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DOS SISTEMAS EPOXÍDICOS

6.4.1 - A VISCOSIDADE

Por viscosidade de um líquido entende-se o atrito que este líquido gera se submetido a uma ação mecânica. A viscosidade é uma propriedade física que se mede em cps (centipoise) ou em mpa (millipascal) a uma temperatura bem definida. De fato a viscosidades de todos os líquidos depende muito da temperatura. As temperaturas altas correspondem a viscosidades baixas e as temperaturas baixas correspondem a viscosidades altas. É muito importante quando se fala de viscosidade definir a temperatura com a qual se trabalha.

Em nosso campo é importante conhecer a viscosidade, pois viscosidades baixas permitem uma penetração superior da resina nas trincas e fissuras de mármore ou granitos, que devem ser sanados e recuperados.

Daremos como exemplo algumas viscosidades de líquidos comuns.

Produto	Viscosidade em cps a 25° C
Mel	Entre 10000 – 15000
Água	Cerca de 15 – 20
Acetona	Cerca de 5
Massa de Tomate	Entre 5000 – 6000
Licor	Entre 500 -700

6.4.1 - TEMPO DE GEL EM MASSA A 25° C

É uma medida da reação de um sistema epoxídico. Vem definido no minuto em que a mistura se torna em gel (primeiro endurecimento). Este primeiro endurecimento coincide também com o tempo de manuseio (pot life) da mistura. O tempo de gel em massa a 25° C é um parâmetro fundamental para entender a reação de um sistema epoxídico. O tempo de gel depende muito da temperatura ambiente. As altas temperaturas o tempo de gel torna-se muito baixo e vice versa, causando dificuldades ao processo de aplicação.

6.4.3 - TEMPO DE GEL EM FINA CAMADA A 25° C

Fisicamente é a mesma coisa observada no gel em massa. Neste caso a prova é realizada em uma fina camada de cerca de 1 mm de espessura de mistura.

Os tempos de gel em fina camada é muito maior que o tempo de gel em massa. Obviamente se o tempo de gel em massa já é elevado, o tempo de gel em fina camada será também longo. Este parâmetro é menos importante em relação ao tempo de gel em massa. Mais importante é o tempo de contato que explicaremos agora.

6.4.4 - TEMPO DE PRÉ-SECAGEM

O tempo de pré-secagem é uma medida muito significativa para entender a reação de uma mistura. É a medida do tempo da perda da adesão da superfície com a mistura a analisar. Esta mistura também depende muito da temperatura. Misturas a temperaturas altas perdem a adesão antes daquelas as baixas temperaturas. Em nosso campo esta medida de “pré-secagem” tem uma importância muito grande, pois informa ao operário quando pode-se colocar na posição vertical um pacote de chapas resinadas.

6.4.5 - GRADIENTE DE CORES DA MISTURA

O gradiente de cores se mede com um instrumento próprio para comparação com amostra padrão. As cores se definem através de números que variam de 0 a 18. O 0 (zero) corresponde a um líquido transparente com água, e o 18 (dezoito) a um líquido que poderia ser comparado a um suco de laranja. Todos os sistemas epoxídicos possuem um gradiente de cores inferior a 3.

6.4.6 - APLICAÇÕES DOS SISTEMAS EPOXÍDICOS

Substancialmente os sistemas epoxídicos se diferenciam de acordo com a velocidade de secagem e a viscosidade da resina.

6.4.7 - SISTEMAS A ALTA VISCOSIDADE

O sistema a alta viscosidade pode ser utilizado para resinas e telar trincas e furos grandes, bem como compor o sistema 3 + 3 (escadas) e para mosaicos.

6.4.8 - SISTEMA A MEDIA VISCOSIDADE

O sistema a media viscosidade é utilizado para resinar e telar materiais com trincas media tipo o marrom imperador.

6.4.9 - SISTEMAS A BAIXA VISCOSIDADE

Os sistemas a baixa viscosidade são utilizados para recuperar mármore e granitos (resinar e telar) com pequenos furos e pequenas trincas.

6.4.10 - SISTEMAS A BAIXÍSSIMA VISCOSIDADE

Os sistemas a baixíssimas viscosidades são utilizados em materiais muito compactos e com trincas muito finas, para recuperar e sanar, podendo-se também fazer uso da tela em fibra de vidro. A vantagem principal deste sistema é aquela de trabalhar também sobre superfícies ligeiramente úmidas.

6.5 - SISTEMA EPOXÍDICO PARA SECAGEM RÁPIDA

Com tal sistema permite-se um tempo de secagem superficial e, como consequência, economiza-se tempo e dinheiro. A característica fundamental destes sistemas é a de possuir um tempo muito curto de trabalho. No caso de dosagem de peso manual é importante manipulá-lo com muita rapidez para evi-

tar um endurecimento do sistema no vasilhame de mistura. É utilizado geralmente para resinar e telar mármore e granitos com trincas grandes e profundas.

OBSERVAÇÕES

Dependendo do grau de dificuldade do material a ser resinado, aconselhamos a primeira demão de um sistema (RESINA + CATALIZADOR) fluido ou muito fluido, logo a seguir uma nova aplicação de um sistema (RESINA + CATELIZADOR) médio a muito viscoso. Lembramos ainda que a média utilizada da mistura por chapa para este tipo de material será em média de 150 g/m^2 , esta quantia pode variar de acordo com a qualidade do material a ser resinado.

Sempre trabalhar com as chapas com a menor temperatura possível. Especialmente quando ele tem trincas finas. Isso vai dar tempo para a resina entrar na trinca antes de endurecer. Quanto mais quente a chapa, mais rápido o endurecimento.

Deve-se aplicar massa plástica no lado posterior da chapa para facilitar a retenção da resina.

Lembrar sempre aguardar pelo menos 15 minutos entre demãos para deixar a resina penetrar nas trincas. Em alguns casos, um pouco mais.

Espalhar a resina na chapa e começar trabalhar. Quanto mais tempo ficar a resina sem ser espalhada mais rápida ela vai endurecer. Quando distribuída na chapa, dissipa melhor o calor e aumenta o tempo para de endurecimento.

CAPÍTULO 07



TECNOLOGIA DOS FIOS DIAMANTADOS



7 - TECNOLOGIA DOS FIOS DIAMANTADOS

As principais características que devem ser destacadas no fio diamantado são o ligante e o diamante. O diamante é a parte da pérola que realmente corta. O tipo de rocha a ser cortada é que definirá a qualidade, a concentração e o tamanho dos mesmos. O fio é constituído de num cabo de aço, no qual são fixados pequenos anéis de diamante, distanciados entre si por um plástico especial injetado à alta pressão.

- **ANÉIS DIAMANTADOS PARA GRANITO:** os anéis têm o diâmetro de 10 a 11 mm, para utilização em pedreira, para máquinas destinadas à enquadrar blocos, ou então diâmetros de 08mm para tear ou máquinas que perfilam.

- **ANÉIS DIAMANTADOS PARA MÁRMORE:** os anéis tem diâmetro como os aplicados para granito, são fixados tradicionalmente num cabo de aço e distanciados entre si por molas, cujo tensionamento é efetuado previamente com cruzetas e presadores. No entanto, é preferível utilizar fio diamantado plastificado, que é importante para segurança no trabalho.

A fim de satisfazer as exigências de cada jazida, é possível confeccionar anéis conforme o material trabalhado. Atualmente, já existem trabalhos pioneiros, com a implantação de diversos tipos de fios diamantados, para cortes em rochas de: quartzito, ardósias e concreto armado.

7.1 – O DIAMANTE

O diamante surgiu a milhões de anos na natureza, através da transformação química do carbono em cristal, tendo acontecido em grandes profundidades, algumas vezes mais de 80km, sob influência de temperatura e pressão muito elevadas (temperatura em torno de 1.100 °C – 1.300 °C e pressão maior que 70 t/cm²).

Os diamantes, tanto naturais como sintéticos, apresentam variedades de forma cristalina, sendo predominante, para os diamantes naturais, a forma octaédrica. É o mais duro material conhecido, apresentando dureza de 10 na escala de Mohs.

Os diamantes extraídos da natureza são purificados, processados e classificados de acordo com o tipo de função que desempenham. No início dos anos 50, grandes companhias passaram a produzir diamante sintético, o qual é obtido através da exposição do grafite a altas temperaturas e altas pressões de compressão.

7.2 - O LIGANTE

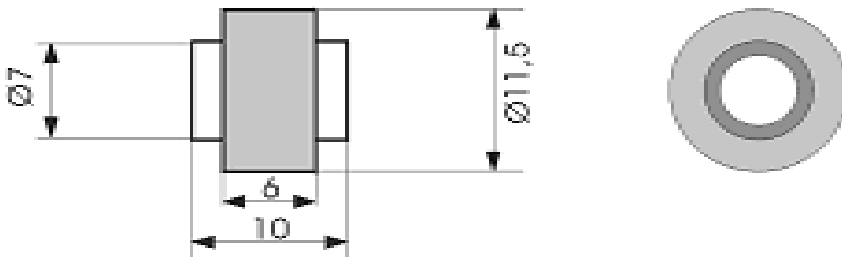
Para obtenção de uma liga compactada que tenha mínima resistência mecânica “a verde”, deve-se adicionar um ligante que facilite a união mecânica entre as partículas, sendo este geralmente polimérico. Este agente ligante deve ser inerte e fundir a uma temperatura muito menor que a matriz, o que permite sua eliminação em temperaturas intermediárias, de aproximadamente 450 °C,

antes da sinterização da matriz diamantada. Os ligantes são adicionados principalmente em materiais que apresentam elevado limite de escoamento, ou seja, que exigem alta pressão para deformar plasticamente. Por outro lado, quando se deseja alterar as propriedades da matriz, adicionam-se ligantes metálicos permanentes que garantam qualidade ao produto. Os ligantes mais comuns são: Cobalto, Níquel, Titânio, Cromo, Zinco, Alumínio, Chumbo e Fósforo. A seguir, são apresentadas algumas funções específicas de cada um destes elementos:

- **COBALTO:** garante dureza a altas temperaturas e resistência à corrosão, permitindo que o anel suporte temperaturas de trabalho mais altas; além disso, é compatível com o diamante, facilitando sua aderência à matriz.
- **NÍQUEL:** melhora a resistência mecânica, ao desgaste e à oxidação.
- **TITÂNIO:** atua como formador de carbonetos, aumentando a resistência mecânica, à fadiga e à corrosão; por apresentar baixa condutividade térmica, impede que o anel aqueça muito durante o corte;
- **CROMO:** também atua como formador de carbonetos, melhorando a resistência mecânica, ao desgaste e à corrosão;
- **ZINCO:** protege o anel contra a corrosão;
- **ALUMÍNIO:** agente desoxidante, que controla o tamanho do grão;
- **CHUMBO:** aumenta a resistência à corrosão;
- **FÓSFORO:** provoca o endurecimento da liga;

7.3 - AS PÉROLAS

O elemento cortante, a pérola, é constituído de uma pasta diamantada montada sobre um suporte cilíndrico. As pérolas utilizadas para realização dos cortes nas pedreiras possuem diâmetros externos iniciais, que variam desde 11,5 mm até 10,0 mm, de acordo com o fabricante e o tipo de pérola. Com a utilização, este diâmetro vai decaindo, até atingir o anel de suporte da pasta diamantada. O anel de suporte possui diâmetro externo, que atinge até 7,0 mm, também de acordo com o fabricante e o tipo de pérola. A deposição da pasta diamantada nos anéis de suporte é feita por meio de processos eletrolíticos ou por sinterização.



A deposição da pasta diamantada nos anéis de suporte é feita por meio de processos eletrolíticos ou por sinterização.



7.3.1 - PÉROLAS ELETRODEPOSITADAS

O processo por eletrodeposição se dá através de banhos galvânicos, que utilizam como eletrólito um composto de sais de níquel. Assim, por eletrólise, o aro cilíndrico da pérola eletrodepositada é revestido por um extrato de colante metálico, que mantém presos os grânulos de diamante depositados sobre sua superfície, até que o desgaste seja completo.

Este sistema é preferível para cortes de rochas de baixa dureza e em pequenos cortes, devido ao fato dos diamantes se apresentarem mais protuberante e, portanto, cortam de maneira mais eficaz, mesmo que com maior desgaste. Sua velocidade de corte decresce regularmente com o tempo e, em função do tipo de aplicação, permitem a utilização de máquinas de baixa potência (25 hp)

7.3.2 - PÉROLAS SINTERIZADAS

O processo de sinterização consiste na homogeneização de uma poeira diamantada com poeira metálica, formatadas de forma cilíndrica desejada e submetida à alta pressão e temperatura, em equipamentos especiais denominados de sinterizadores. Este processo é mais bem indicado na fabricação de pérolas que irão atuar principalmente em rochas duras e rochas abrasivas, pelo fato de permitir uma homogênea distribuição dos diamantes na pasta diamantada, que, em se consumindo, liberam novos diamantes até o esgotamento da pasta diamantada da pérola.

As composições das ligas metálicas, a concentração e a granulometria dos grãos de diamantes são escolhas que dependem do tipo de aplicação, assim como acontece nos segmentos diamantados de discos e de lâminas.

A velocidade de corte é praticamente constante ao longo de sua vida útil. Ao contrário das pérolas eletrolíticas, requerem máquinas com, no mínimo, 40 hp de potência.



Pérola eletrodepositada

Pérola sinterizada.

7.4 –CONSTITUIÇÃO DO FIO

O fio diamantado é constituído por um cabo de aço galvanizado, que funciona como suporte para as pérolas diamantadas, separadas ao longo do cabo por molas metálicas (fio para mármore), ou por material plástico ou borracha, utilizados nos fios para rochas silicatadas, bem como em alguns tipos de mármore ricos em sílica.

Tabela 12 - Caracterização dos Fios Diamantados, recomendados de acordo com o Tipo de Rocha e o Tipo de Corte.

Tipo de Rocha	Tipo de Corte	Modelo do Fio	Diâmetro (mm)	Quantidade Pérolas por metro de fio	Montagem Recomendada	Volume de corte (m³)	Quantidade Atual de Diamanta (m)
GRANITO (Sinterizado ²)	PRANCHAS E ESQUADRO		11	39 / 40 / 42	Polímero ou Borracha	1.352,781	1.352,78
							
	BLOCO		10	36 / 37 / 39	Polímero ou Polímero + Molas	813,879	50,211
							
	CHAPAS		6 - 7	37 / 40	Polímero	538,903	3.011,51
MÁRMORE (Sinterizado e Eletrodeposto ³)	PRANCHAS E ESQUADRO		11	31 / 34 / 36	Polímero + Molas	300,866	3,275
							
	BLOCO		10	31 / 34 / 36	Polímero + Molas	151,591	2,426
							
	CHAPAS		8,5	28 / 30	Molas	149,275	121,336

Fonte: Adaptado de Catálogo on line COFPLAST.

7.4.1 - FIO DE MOLA

É o precurso da atual geração de fios diamantados, utilizado inicialmente para corte em rochas de mármore. constitui-se num cabo de aço, no qual são fixados os anéis diamantados, distanciados entre si por meio de molas e sua fixação é feito por cruzetas e prensadores

7.4.2 - FIO PLASTIFICADO

Constitui-se num cabo de aço, no qual são fixados os anéis diamantados, distânciados entre si por um plástico especial.

7.4.3 - FIO EMBORRACHADO

Constitui-se num cabo de aço, no qual são fixados os anéis diamantados e distânciados entre si por uma borracha.

7.5 - APLICAÇÕES TÉCNICAS: INSTRUÇÕES OPERACIONAIS

FIO PLÁSTIFICADO		FIO EMBORRACHADO	
INSTRUÇÕES	GRANITO	MÁRMORE	GRANITO
TORÇÃO	1.3 Voltas / M	1.2 Voltas / M	1.4 Voltas / M Linear
AVANÇO	10 à 25 m ² / H	18 à 35 m ² / M	10 à 25 m ² / Hora
ÁGUA	600 à 1200 Lts / H	800 à 1300 Lts / H	600 à 1000 Lts / H

Normalmente, a montagem do fio diamantado é feita obedecendo a uma frequência de 29 a 35 pérolas/metro, pra rochas carbonatadas, 39 a 41 pérolas/metro, para rochas duras ou abrasivas. Para tanto, são empregados moldes específicos, que determinam este espaçamento a ser preenchido por material de revestimento do cabo de aço (plástico, borracha, ou mola).

Figura 18 - Representação do fio diamantado estruturado com mola.

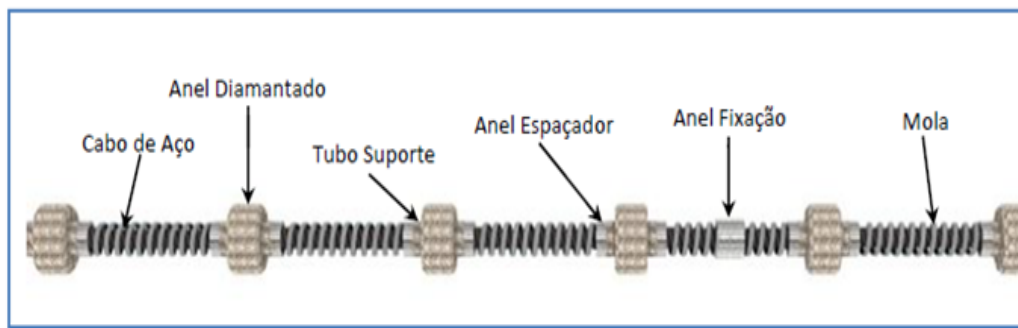
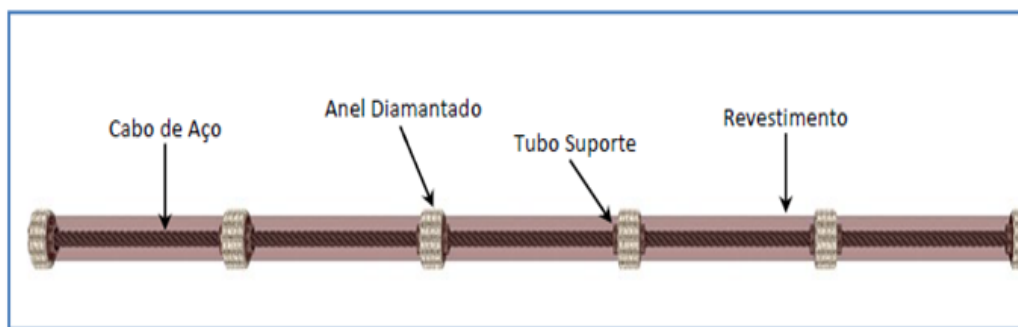


Figura 19 - Representação do fio diamantado estruturado por polímero.



Um item importante a ser observado é a união (emenda) do fio diamantado, que pode representar um ponto de fraqueza. A emenda deve manter o espaçamento constante entre as pérolas e pode ser de cobre ou de aço.

CAPÍTULO 08



PROGRAMA DE NORMAS PARA EXTRAÇÃO, BENEFICIAMENTO E COMERCIALIZAÇÃO DE MÁRMORES E GRANITOS



8.1 - ACIDENTE DO TRABALHO

CAMPO DE APLICAÇÃO

As prestações relativas aos acidentes do trabalho são devidas:

- I. Ao empregado, exceto ao doméstico;
- II. Ao trabalhador avulso;
- III. Ao segurado especial;
- IV. Ao médico – residente;
- V. Ao presidiário que exerce trabalho remunerado (prisão semi-aberta).

ACIDENTE, ACIDENTE DO TRABALHO E DOENÇA OCUPACIONAL

ACIDENTE – todo evento não desejado que interfere ou interrompe o andamento normal de um trabalho resultando em dano a pessoas, dano ao patrimônio ou perda no processo ou dano ao meio ambiente.

ACIDENTE DO TRABALHO – é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa, ou ainda pelo exercício do trabalho dos segurados especiais, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte, a perda ou redução da capacidade para o trabalho, permanente ou temporária.

COMUNICAÇÃO DO ACIDENTE DO TRABALHO - CAT

É um documento básico, sendo seu preenchimento obrigatório por lei. A empresa deve comunicar os acidentes ao INSS, no prazo de 24 horas utilizando-se do impresso específico, a CAT – Comunicação de Acidentes do Trabalho ou pela Internet no endereço www.mpas.gov.br. Se ocorrer a morte do funcionário, a comunicação deve ser feita também à autoridade policial, sob pena de multa variável entre o limite mínimo e o teto máximo do salário – de contribuição, sucessivamente aumentada nas reincidências, aplicada e cobrada na forma do artigo 109 do Decreto n.º 2.173/97.

Cabe ressaltar a importância, principalmente o completo e exato preenchimento do formulário, tendo em vista as informações nele contidas, não apenas do ponto de vista previdenciário, estatístico e epidemiológico, mas também trabalhista e social. (Link: www.mpas.gov.com.br)

Deverão ser comunicadas ao INSS, mediante formulário “Comunicação de Acidentes de Trabalho(CAT), as seguintes ocorrências:

OCORRÊNCIAS	TIPOS DE CAT
A) acidentes do trabalho, típico ou de trajeto, ou doença profissional ou do trabalho;	CAT Inicial
B) reinício de tratamento ou afastamento por agravamento de lesão de acidente do trabalho ou doença profissional ou do trabalho, já comunicado anteriormente ao INSS;	CAT Reabertura
C) falecimento decorrente de acidente ou doença profissional ou do trabalho, ocorrido após a emissão da CAT inicial.	CAT Comunicação de Óbito

A comunicação será feita ao INSS por intermédio do formulário CAT, preenchido em seis vias, com seguintes e encaminhados da seguinte forma:

1º VIA- ao INSS;

2º VIA- à empresa;

3º VIA- ao segurado ou dependente;

4º VIA- ao sindicato de classe do trabalhador;

5º VIA- ao Sistema Único de Saúde (SUS);

6º VIA- à Delegacia Regional do Trabalho e Emprego.

O sindicato da Categoria deverá ser comunicado do acidente no prazo de quarenta e oito horas. Na falta de comunicação por parte da empresa, podem formalizá-la o próprio acidentado, seus dependentes, o sindicato da categoria, o médico que o assistiu ou qualquer autoridade pública. A comunicação a que se refere este item não exime a empresa da responsabilidade pela falta de emissão da CAT. As reaberturas deverão ser comunicadas ao INSS pela empresa ou beneficiário, quando houver reinício de tratamento ou afastamento por agravamento de lesão de acidente do trabalho ou doença ocupacional comunicado anteriormente ao INSS. Na reabertura deverão contar as mesmas informações da época do acidente, exceto quando ao afastamento, último dia trabalhado, atestado médico e data de emissão, que serão relativos à data de reabertura. O óbito decorrente de acidente ou doença ocupacional, ocorrido após a emissão da CAT inicial ou da CAT reabertura, será comunicado ao INSS através da CAT comunicação de óbito e dados relativos ao acidente inicial. Anexar a certidão de óbito e, quando houver, o laudo de necropsia.

BENEFÍCIOS PREVIDENCIÁRIOS (ACIDENTÁRIOS)

AUXÍLIO- DOENÇA

O auxílio-doença será devido contar do 16º dia seguinte ao do afastamento do trabalho em consequência do acidente. Valor mensal: 91% do salário-de-benefício do segurado, vigente no dia do acidente.

APOSENTADORIA POR INVALIDEZ

A aposentadoria por invalidez será devida ao acidentado que, estando ou não em gozo de auxílio-doença, for considerado incapaz para o trabalho e incapaz de reabilitação para o trabalho e/ou de reabilitação para o exercício de atividade que lhe garanta a subsistência.

AUXÍLIO-ACIDENTE

- O auxílio-acidente será concedido, como indenização ao segurado, quando após consolidação das lesões decorrentes do acidente do trabalho, resultar seqüela definitiva que impliquem em redução da capacidade laborativa ou impossibilidade de desempenho da atividade que exercia à época do acidente, porém permita o desempenho de outra, após processo de reabilitação profissional.
- O auxílio-acidente, mensal e vitalício, corresponderá a cinquenta por cento do salário-de-benefício.

PENSÃO POR MORTE

Será devida aos dependentes do segurado falecido em consequência de acidente do trabalho. Valor mensal: cem por cento do Salário-benefício, qualquer que seja o número de dependentes.

QUADRO EXPLICATIVO

Benefícios	Beneficiários	Condições p/ Concessão	Data Início	Data/Motivo Cessação	Valor
Auxílio doença	Acidentado do trabalho	Afastamento do trabalho por incapacidade laborativa temporária por acidente do trabalho.	16º dia de afastamento consecutivo para o empregado data do afastamento demais segurados	• Morte; • Concessão de auxílio acidentado ou aposentadoria; • Cessação da incapacidade; • Alta médica; • Volta ao trabalho.	91% do salário de benefício
Aposentadoria por Invalidez	Acidentado do trabalho	Afastamento do trabalho por invalidez acidentária.	• No dia em que o auxílio doença teria início • No dia seguinte � cessa�o do auxílio doença	• Morte; • Cessa�o da invalidez; • Volta ao trabalho.	100% do salário de benefício
Auxílio Acidente	Acidentado do trabalho	Redu�o da capacidade laborativa por lesão acidentária.	Dia seguinte � cessa�o do auxílio doença	• Concessão de aposentadoria; • �bito;	50% do salário de benefício
Pensão	Dependentes do acidentado do trabalho	Morte por acidente do trabalho.	• Data do �bito • Data de entrada do requerimento quando requerida após 30 dias do �bito.	• Morte do dependente; • Cessa�o da qualidade de dependente.	100% do salário de benefício

8.2 - RISCOS AMBIENTAIS

Consideram-se riscos ambientes os agentes físicos, químicos, biológicos, de acidentes e ergonômicos, existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade, tempo de exposição e susceptibilidade individual, sejam capazes de causar danos à saúde e à integridade física do trabalhador.

RISCOS FÍSICOS

Os agentes físicos presentes no ambiente de trabalho, são mais variados, estando entre eles: ruído, calor, frio, vibrações, radiações não ionizantes, pressões anormais, umidade, iluminamento, etc.

RUÍDO - É um fenômeno físico vibratório de variação da pressão do ar em função da frequência.

A exposição constante do trabalhador a níveis de ruído elevados, de máquinas e equipamentos, após tempo relativamente prolongado, poderá trazer prejuízos a sua audição.

De início, essa perda só se dá em relação aos sons agudos, entretanto numa fase mais avançada, a perda passa a interferir na audição e comunicação verbal.

Outros efeitos do Ruído no organismo são: alteração digestiva, irritação, nervosismo, aumento da pressão arterial, entre outros.

MEDIDAS DE CONTROLE

NA FONTE:

1. Realizar programas de manutenção periódica das máquinas e equipamentos, pois peças gastas, frouxas, falta de lubrificação e disfunções mecânicas, implicam na geração desnecessária de ruído.
2. Providenciar tampas e painéis de proteção para máquinas e equipamentos que trabalham “abertos”.
3. Realizar medições (Dosimetrias) do nível de ruído visando garantir a atenuação nos limites de tolerância;

NA TRAJETÓRIA:

Utilizar barreiras sonoras, que são colocadas entre a fonte e o trabalhador. A fonte poderá ser isolada, através de “enclausuramento” da máquina/equipamento ou poderão ser instaladas barreiras formadas por painéis fixos ou móveis, construídos com materiais de absorção acústica.

NO TRABALHADOR:

- Limitar o tempo de exposição do trabalhador ao ruído, recebendo-se os limites estabelecidos na portaria 3214.
- Utilizar protetores auriculares.
- Implantar Programa de Conservação Auditiva

Para a correta adoção do uso de protetores auriculares, o PCA deverá levar em consideração os seguintes itens: seleção, conforme o tipo de atividade e faixa de frequência; adaptabilidade, treinamento, além o acompanhamento médico do trabalho e fonoaudiólogo.

VIBRAÇÃO

AS VIBRAÇÕES CLASSIFICAM-SE EM DOIS TIPOS:

VIBRAÇÕES DE CORPO INTEIRO: são as transmitidas pelo equipamento/máquina a todo corpo do trabalhador. É o caso de operadores de empilhadeiras, motoristas de tratores e caminhões, entre outros.

VIBRAÇÕES LOCALIZADAS: são as transmitidas pelo contato direto da máquina/equipamento a parte do corpo. É o caso de martelos pneumáticos e vibradores de concreto, entre outros.

As vibrações podem causar problemas na coluna, nas articulações e na circulação sanguínea.

MEDIDAS DE CONTROLE

1. Limitar tempo de exposição (rodízio de operadores)
2. Utilizar luvas especiais
3. Realizar manutenção adequada na máquina
4. Promover treinamento
5. Realizar exames periódicos.

CALOR

O calor é um risco físico, freqüentemente em uma série de atividades profissionais que apresentam processo com liberação de grandes quantidades de energia térmica. A exposição ao calor excessivo pode causar problemas como desidratação, fadiga, queimaduras, câimbras de calor.

MEDIDAS DE CONTROLE

NO AMBIENTE

1. Insuflar ar fresco no local onde permanece o trabalhador;
2. Aumentar a circulação do ar existente no local de trabalho;
3. Utilizar barreias refletoras;
4. Automação do processo.

NO TRABALHADOR

1. Exames médicos;
2. Aclimatação;
3. Ingestão de água e sal;
4. Limitação do tempo de exposição;
5. Equipamento de proteção individual;
6. .Treinamento.

FRIO

As doenças mais comuns provocadas pela exposição ao frio são as queimaduras pelo frio, gripes, algumas alergias, congelamentos nos pés e nas mãos e problemas circulatórios.

Essas ocorrências predominam em trabalhadores de empresa do ramo alimentício e de pescado, frigorífico, indústria de alimentos congelados.

MEDIDAS DE CONTROLE

- 1.** Aclimação;
- 2.** Intercalação de períodos de trabalho com períodos de descanso, fora do posto de trabalho;
- 3.** Utilização de roupas adequadas;
- 4.** Treinamento.

RADIAÇÃO IONIZANTE

Ocorre quando a radiação, ao atingir um átomo, possui energia suficiente para retirar o elétron da última camada. Este efeito chamamos ionização.

Podem ser naturais- urânio, potássio, radio, carbono 14 e etc. Artificiais- isótopos radioativos, raio X. São cinco os principais tipos de radiações: alfa, beta, gama, raio X e neutron.

Os efeitos dependem da dose recebida pelo humano, podendo causar câncer, catarata, leucemia, anemia e etc.

MEDIDAS DE CONTROLE

- os trabalhadores expostos a radiação ionizantes devem portar dosímetro; o tempo de exposição deve ser limitado e o controle radiométrico tem que ser feito periodicamente, para ver se foram ultrapassados os limites de tolerância.
- Os EPI's especiais devem ser a base de chumbo;
- Deverão ser afixados avisos e cartazes de segurança para limitar a área de risco;
- A sala deve ser blindada e anteparos de chumbo colocados entre a fonte radioativa e o operador.

RADIAÇÃO – NÃO - IONIZANTE

São as radiações de frequência igual ou menor que a da luz, conhecidas como ondas eletromagnéticas, sendo as principais os raios **laser**, **ultravioleta**, **infravermelho** e **microondas**.

RAIO LASER- feixe de luz direcional, concentrado em um comprimento de onda. Podem causar danos à pele e aos olhos.

RAIO ULTRAVIOLETA- são os raios emitidos pela solda elétrica, lâmpadas

ultravioletas, equipamentos com arco voltaico e etc. Causam conjuntivites nos olhos e ritemas na pele.

RAIO INFRAVERMELHO- é o calor radiante emitido pelo sol, corpos incandescentes, fornos, solda, caldeiras e etc. Ocasionalmente causam queimaduras, catarata nos olhos e internação.

MICROONDAS- são emitidas por equipamentos de radiotransmissão, fornos industriais e etc. Provocam o aquecimento do corpo humano, podendo causar queimaduras externas e internas.

MEDIDAS DE CONTROLE

1. Barreiras na trajetória, tais como biombo fixos ou móveis,
2. Treinamento do trabalhador,
3. Equipamento de proteção individual como óculos com lentes apropriadas, luvas, aventais, protetores faciais, máscaras de soldador e etc.
4. Exames médicos periódicos avaliam a saúde dos operadores,
5. Tempos limitados de exposição também podem ser adotados.

PRESSÃO ANORMAIS

Entende-se por pressão normal, a pressão atmosférica a que normalmente estamos expostos.

Ocorrem em atividades, que pelo processo, exigem pressões diferentes da pressão atmosférica normal.

Os serviços executados na construção civil em obras de pontes (fundação), túneis e metrô, em tubulações de ar comprimido, em caixões pneumáticos, em campânulas e em trabalhos executados por mergulhadores são trabalhos que podem causar embolia gasosa e doenças descompressivas e pulmonares.

MEDIDAS DE CONTROLE

- Câmaras de descompressão são usadas para compensação das diferenças de pressão. O controle médico permanente deve avaliar a saúde dos sujeitos a pressões hiberbáricas.

ILUMINAÇÃO

Os ambientes de trabalho devem ser níveis de iluminação, conforme as atividades realizadas, de acordo com NBR 5413; norma que estabelece os níveis mínimos recomendados.

A iluminação correta dos ambientes proporciona condições favoráveis para que os trabalhos sejam executados com qualidade e qualidade.

A deficiência de iluminação pode causar fadiga visual e contribuir para ocorrência de acidentes do trabalho.

Sempre que possível, deve-se aproveitar a luz solar para melhorar o níveis de iluminamento.

A luz artificial exige projeto de iluminamento, levando em conta o pré- direito, a cor das paredes, pisos e tetos; a altura de plano de trabalho, o tipos de altura das luminárias e as lâmpadas, que podem ser incandescentes, fluorescentes, mistas, de vapor de sódio, de vapor de mercúrio, halógenas e de iodeto metálico.

UMIDADE

A indústria alimentícia, frigoríficos, construção civil e as mais variadas atividades que envolvem contato com água e vapor, podem causar doenças pulmonares e infecto contagiosas.

RISCO QUÍMICOS

São substâncias químicas que se encontram nos estados sólidos, líquidos e gasoso que, quando absorvidas pelo organismo, podem produzir reações tóxicas.

icas e danos à saúde do trabalhador.

As principais vias de acesso dessas substâncias ao organismo são:

- Via respiratória (inalação pela boca e nariz)
- Via cutânea (absorção pela pele)
- Via digestiva (pela boca)

PENETRAÇÃO PELA VIA RESPIRATÓRIA

A via respiratória é a mais importante via de penetração, pois a grande superfície pulmonar, no homem adulto, facilita a absorção de aerodispersóides, nas formas de poeiras, fumos, gases, vapores, fumaças e névoas, os quais podem passar ao sangue e atingir outros tecidos e órgão do organismo humano.

Determinados agentes químicos absorvidos (tanto pela via respiratória, cutânea ou digestiva), podem depositar-se em órgãos do corpo humano. Alguns metais como o mercúrio e o cobre podem fixar-se nos rins, causando insuficiência renal. O monóxido de carbono afeta as células do coração

PENETRAÇÃO VIA CUTÂNEA

Os produtos químicos penetram pelos poros e interstícios da pele, fixando-se no tecido subcutâneo. Entrando na corrente sangüínea, dependendo da

substância, poderá haver alterações nos glóbulos vermelhos, anemias, danos à medula óssea e ao cérebro. A substância, uma vez fixada no órgão de afinidade, inicia os distúrbios no organismo causando prejuízo à saúde.

PENETRAÇÃO VIA DIGESTIVA

Representa uma via secundária de penetração, já que ela só ocorre de forma acidental, nos casos em que o trabalhador se alimenta no próprio ambiente de trabalho e em falta de higiene quando do ato da alimentação.

MEDIDAS DE CONTROLE

- Enclausuramento da operação;
- Ventilação geral diluída;
- Ventilação local exaustora;
- Substituição de produtos mais tóxicos, por menos tóxicos;
- Mudança de processo e/ ou de arranjo físico;

RISCOS BIOLÓGICOS

São aqueles causados por microorganismos como: bactérias, fungos, vírus, bacilos e outros, capazes de desencadear doença, devido à contaminação e pela própria natureza do trabalho.

Os microorganismos são invisíveis a olho nu, e apresentam muita facilidade de reprodução, além de contarem com diversas formas de transmissão.

Também são considerados riscos biológicos, os escorpiões, aranhas, cobra e insetos.

Os trabalhadores de frigoríficos, hospitais, coleta de lixo, curtumes, tratamentos de água e esgoto e indústria alimentícia, devido à própria natureza do trabalho; estão sujeitos a adquirirem doenças como a cólera, hepatite, tuberculose, tétano e outras.

Riscos existem em: Sanitários; Hospitais; Laboratórios; Lavadeiras e Coleta de lixo.

RISCOS ERGONÔMICOS

Trabalho físico pesado, posturas incorretas, posições incômodas, ritmos excessivos, monotonia, trabalho noturno e em turnos, jornada prolongada, treinamento inadequado ou inexistente, e outros que pode causar cansaço, lombalgia, diabetes, úlcera, doença nervosa, alterações do sono, asma, taquicardia, fraqueza, dores musculares, hipertensão arterial, estresse, incidentes, acidentes do trabalho e etc.

MEDIDAS DE CONTROLE

- implementação de ginástica;
- estudo ergonômico dos postos de trabalho e atividades.

RISCO DE ACIDENTES

São os oriundos de condições físicas (do processo de trabalho e do ambiente físico), capazes de provocarem incidentes e acidentes com lesões à integridade física do trabalhador, danos materiais em máquinas, instalações e também doença profissionais.

Máquinas sem proteção, equipamento defeituoso, arranjo físico inadequado, ferramentas, eletricidade, movimentação de materiais, armazenamento impróprio, vasos sob pressão, desgaste físico, fadiga, curto-circuito, choque elétrico, incêndio e outros riscos operacionais, podem desencadear acidentes do trabalho.

MEDIDAS DE CONTROLE

- as condições inadequadas presentes nos postos de trabalho, podem ser detectadas através de um programa de inspeções de segurança;
- fazer mapa de risco.

8.3 - INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

CONCEITO E IMPORTÂNCIA

A inspeção de segurança consiste na observação cuidadosa dos ambientes de trabalho, com o fim de identificar os riscos que poderão transformar em causas de acidentes de trabalho e também com o objetivo prático de implantar ou propor medidas que impeçam a atuação desses riscos.

A inspeção de segurança é, portanto, tipicamente preventiva, antecipando aos possíveis acidentes. Esse é o seu objetivo imediato e mais importante. Mas, as inspeções de segurança, quando repetidas, alcançam outros resultados, tais como: favorecer a formação e o do espírito prevencionista entre os trabalhadores; servir de exemplos para que os próprios trabalhadores exerçam, em seus serviços, controles e ações de segurança; proporcionar uma cooperação mais aprofundada entre os Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho e CIPAs e os diversos setores da empresa; dar aos empregados a certeza de que a direção da empresa têm prioridade na segurança do trabalho; produzir efeitos psicológicos positivos que estimulam a colaboração de todos objetivando ter uma cultura de “segurança” que ajude na excelência e qualidade de vida do trabalhador.

ETAPAS DE UMA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA

OBSERVAÇÃO - A vistoria deve ser realizada com senso crítico, buscando detalhes e informações de todo o processo de trabalho.

INFORMAÇÃO - A irregularidade, se possível, deve ser discutida na hora, principalmente quando o problema é grave, buscando solução antes da ocorrência, isto é, no ato da detecção.

REGISTRO - Os itens levantados devem ser anotados com clareza, relatando os problemas, descrevendo os riscos e sugeridos medidas preventivas.

ENCAMINHAMENTO - As recomendações devem ser enviadas aos setores componentes, para as medidas cabíveis.

ACOMPANHAMENTO - As propostas para a solução dos problemas, devem ser acompanhadas até a sua execução.

RELATÓRIO DE INSPEÇÃO - Toda inspeção de segurança implica a emissão de um relatório que, muito embora não tenha um modelo próprio, deve ser minuciosamente elaborado.

CIC

de uma empresa pode estar dividida em cinco fases:

INSPEÇÃO DE SEGURANÇA – LISTA DE VERIFICAÇÃO

1 – PISOS, PASSAGENS E CORREDORES:	SETOR / SEÇÃO	OBSERVAÇÕES / RECOMENDAÇÕES
a) Escorregadio		
b) Irregular		
c) Sujo		
d) Obstruído		
e) Demarcação		

2 – ESCADAS, RAMPAS E PROTEÇÕES	SETOR / SEÇÃO	OBSERVAÇÕES / RECOMENDAÇÕES
a) Mal estado		
b) Inadequado		
c) Perigosa		
d) Pouca inclinação		

3 - EDIFICAÇÕES	SETOR / SEÇÃO	OBSERVAÇÕES / RECOMENDAÇÕES
a) Estado Geral		
b) Telhado		
c) Portas e janelas		
d) Saída de emergência		
4- ILUMINAÇÃO	SETOR / SEÇÃO	OBSERVAÇÕES / RECOMENDAÇÕES
a) Excessiva		
b) Imprópria		
c) Manutenção		
5- VENTILAÇÃO	SETOR / SEÇÃO	OBSERVAÇÕES / RECOMENDAÇÕES
a) Deficiente		
b) Presença de gases, poeiras		
c) Conforto Térmico		
d) Natural		
e) Mecânica		
6- INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	SETOR / SEÇÃO	OBSERVAÇÕES / RECOMENDAÇÕES
a) Mal estado		
b) Isolamento		
c) Aterramento		

d) Sobrecarga
e) Inadequada

7- EQUIPAMENTO DE INCÊNDIO	SETOR / SEÇÃO	OBSERVAÇÕES / RECOMENDAÇÕES
a) Obstruído		
b) Mal localizado / Mal sinalizado		
c) Rede de hidrantes		
d) Extintores		

8- ORDEM E LIMPEZA	SETOR / SEÇÃO	OBSERVAÇÕES / RECOMENDAÇÕES
a) Sucatas		
b) Materiais em desordem		
c) Lixo		
d) Armazenamento		

9- INFLAMÁVEIS	SETOR / SEÇÃO	OBSERVAÇÕES / RECOMENDAÇÕES
a) Quantidade normal para atividade		
b) Recipientes impróprios		
c) Fora do lugar		
d) Local inadequado / falta de extintores próximos		

10- FERRAMENTAS	SETOR / SEÇÃO	OBSERVAÇÕES / RECOMENDAÇÕES
a) Mal estado		
b) Desorganizado		
c) Improvisadas		
d) Inadequadas		
11- CANALIZAÇÃO/VASOS SOB PRESSÃO	SETOR / SEÇÃO	OBSERVAÇÕES / RECOMENDAÇÕES
a) Sem identificação		
b) Reteste		
c) Corróidas		
d) Válvulas de alívio		
e) Vazamento		
12- VEÍCULOS	SETOR / SEÇÃO	OBSERVAÇÕES / RECOMENDAÇÕES
a) Luzes, freios, pneus		
b) Vazamento		
c) Cinto de segurança		
d) Estado Geral		
13- PRÁTICAS INADEQUADAS	SETOR / SEÇÃO	OBSERVAÇÕES / RECOMENDAÇÕES
a) EPI's		
b) Uniforme		

c) Treinamento

14- MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	SETOR / SEÇÃO	OBSERVAÇÕES / RECOMENDAÇÕES
-----------------------------	------------------	--------------------------------

a) Sem proteção

b) Mal instalada

c) Com defeito perigoso

d) Dispositivos

e) Manutenção

15- PROCESSOS CRÍTICOS	SETOR / SEÇÃO	OBSERVAÇÕES / RECOMENDAÇÕES
------------------------	------------------	--------------------------------

a) Perigosos

b) Libera calor excessivo

c) Libera Tóxicos

d) Enclausurar

16- LAYOUT	SETOR / SEÇÃO	OBSERVAÇÕES / RECOMENDAÇÕES
------------	------------------	--------------------------------

a) Impróprio

b) Apertado

c) Separado

d) Dificultoso

e) Limitado

17- ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	SETOR / SEÇÃO	OBSERVAÇÕES / RECOMENDAÇÕES
a) Treinamento		
b) Ritmo		
c) Turnos		
d) Postura		
e) Responsabilidades		
f) Absentismo		

18- MATÉRIA-PRIMA	SETOR / SEÇÃO	OBSERVAÇÕES / RECOMENDAÇÕES
a) Armazenamento		
b) Embalagem		
c) Produtos Químicos		
d) Manuseio		

8.4 - INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES

Destina-se estabelecer um relato completo de todos os acidentes. As características físicas do local devem ser consideradas, bem como o estabelecimento da relação causa e efeito.

Um dos produtos fundamentais, antes de se iniciar a Investigação de Acidentes, é de que o empregado envolvido tenha consciência de que não se está procurando um culpado ou responsável, mas sim, procurando encontrar as causas que contribuíram, direta ou indiretamente para a ocorrência do acidente.

Quando ocorrer um acidente, a comissão encarregada da investigação deverá analisá-lo profundamente, com objetivo de formular um diagnóstico do acidente e propor ações eficazes para impedir a repetição do mesmo (ou acidente semelhante, ou acidente sem lesão).

IMPORTANTE: sempre que possível, o acidentado deve participar da investigação do acidente.

FICHA DE INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES - Essa ficha deverá ser preenchida o mais breve possível, para que não se percam detalhes que possam esclarecer as causas do acidente.

CAUSAS DOS ACIDENTES - A Teoria da Multicausalidade indica que o acidente não é fruto de uma só causa. O efeito da combinação de diversos fatores culmina na ocorrência do acidente. Os fatores de ordem psi-sócio-econômicas não são facilmente identificáveis.

ATOS INADEQUADOS - São representados por atitudes, comportamentos e ações em desacordo com os procedimentos e normas de segurança.

1. FATORES FÍSICOS, BIOLÓGICOS E PSICOLÓGICOS: relacionados com o trabalhador e sua atividade, em função de idade, sexo, medidas antropométrica, coordenação visual e motora, estabilidade emocional, grau de atenção, tempo de reação aos estímulos, personalidade, desajustamento e outros.

2. FATORES EMOCIONAIS: São circunstância que afetam o comportamento devido à preocupações, problemas pessoais, doenças, situação sócio econômica, etc.

3. FATORES ORGANIZACIONAIS: Falta de política de segurança do trabalho, falta de investimentos em segurança do trabalho, seleção inadequada de pessoal, falta de qualificação e programa de treinamento específico para cada atividade.

AMBIENTES INADEQUADOS: Caracterizam-se por ambientes de trabalho, nos quais as situações de riscos presentes podem provocar acidentes e doenças profissionais. Ocorre por falta de planejamento, prevenção ou omissão de requisitos essenciais relacionados às questões de segurança do trabalho.

8.5 - ANÁLISE DOS ACIDENTES DO TRABALHO

Durante a investigação e análise, busca-se descobrir todas as causas de acidentes que servirão de base para definição das providências cabíveis.

Na análise do acidente, faz-se necessário o registro dos dados, através de relatórios, e planilhas para elaboração de estatísticas.

ESTATÍSTICA DE ACIDENTES:

Após a coleta de dados referentes ao acidente ocorrido, este deverá ser comparado com ocorrências anteriores na empresa e em outras do mesmo ramo de atividades, se possível.

ACIDENTES SEM AFASTAMENTO

É aquele que não impossibilita o retorno do acidentado à sua função normal, no mesmo dia ou no dia seguinte, em horário regular.

ACIDENTES COM AFASTAMENTO

o acidente, que pela sua gravidade, provoca incapacidade temporária, permanente ou morte; ou seja, o acidentado não retorna ao trabalho a partir do dia seguinte do acidente

INCAPACIDADE TEMPORÁRIA

O acidentado não retorna a partir do dia seguinte ao acidente. É a perda total da capacidade para o trabalho, por um período limitado de tempo.

O acidentado, depois de um tempo de afastamento do trabalho, devido ao acidente, retorna, fazendo normalmente as atividades que realizava antes do acidente. Ex. fratura simples de um membro.

INCAPACIDADE PERMANENTE PARCIAL

Consiste na redução, em caráter permanente e parcial, da capacidade para o exercício da ocupação habitual do acidentado. Ex. perda de uma mão.

INCAPACIDADE PERMANENTE TOTAL

Consiste na perda total e definitiva da capacidade para o trabalho. Ex. perda de ambos os olhos.

DIAS PERDIDOS

São os dias em que o acidentado não tem condições de trabalhar, em consequência de acidentes que lhe causou incapacidade temporária. Conta-se de forma corrida, inclusive Domingo e feriado, a partir do dia seguinte do acidente até o dia da alta médica.

8.6 - EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL – EPI

- O equipamento de proteção individual – EPI, é um instrumento de uso pessoal, cuja finalidade é proteger a integridade física do trabalhador e neutralizar a ação dos diversos agente existentes no ambiente de trabalho, contra a possíveis à saúde.

CLASSIFICAÇÃO DOS EPI'S

1 – PROTEÇÃO PARA A CABEÇA:

- A)** Protetores faciais destinados à proteção dos olhos e face contra lesões ocasionadas por partículas, respingos, vapores de produtos e radiações luminosas intensas;
- B)** Óculos de segurança para trabalhos que possam causar ferimentos nos olhos, provenientes de impactos de partículas;
- C)** Óculos de segurança contra respingos, para trabalhos que possa causar irritação nos olhos e outras lesões decorrentes da ação de líquidos agressivos;

- D)** Óculos de segurança para trabalhos que possam causar irritação nos olhos provenientes de poeiras;
- E)** Óculos de segurança para trabalhos que possam causar irritação nos olhos e outras lesões decorrentes da ação de radiação perigosas;
- F)** Máscaras para soldadores nos trabalhos de soldagem e corte ao arco – elétrico, com lentes filtrantes para radiação ultra-violetas e infra-vermelho;
- G)** Capacetes de segurança para proteção do crânio nos trabalhos sujeitos a:
- Agentes meteorológicos (trabalhos a céu aberto);
 - Impactos provenientes de quedas, projeção de objetos ou outros;
 - Queimaduras ou choques elétricos.

2– PROTEÇÃO PARA OS MEMBROS SUPERIORES

Luvas e/ou mangas de proteção devem ser usados em trabalhos em que haja perigo de lesões provocadas por:

- A)** Materiais ou objetos escoriantes, abrasivos, cortante ou perfurantes;
- B)** Produtos químicos corrosivos, cáustico, tóxicos, alergênicos, oleosos, graxos, solventes orgânicos (aromáticos e alifáticos);
- C)** Materiais ou objetos aquecidos;

- D)** Choque elétrico;
- E)** Radiações perigosas;
- F)** Frio;
- G)** Agentes biológicos.

3– PROTEÇÃO PARA OS MEMBROS INFERIORES

- A)** Calçados de proteção contra riscos de origem mecânicos;
- B)** Calçados impermeáveis, para trabalhos realizados em lugares úmidos, lamacentos ou encharcados;
- C)** Perneiras de proteção contra risco de origem mecânica;

4– PROTEÇÃO CONTRA QUEDAS COM DIFERENÇA DE NÍVEL

Cinto de segurança para trabalhos em altura superior a 2 (dois) metro, em que haja riscos de queda.

5– PROTEÇÃO AUDITIVA

Protetores auriculares, para trabalhos realizados em locais em que o nível de ruído seja superior a 80 dB (a).

6– PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA

Para exposições a agentes ambientais em concentrações prejudiciais à saúde do trabalhador:

- A)** Respiradores contra poeiras, para trabalhos que impliquem em produção de poeiras;
- B)** Máscara para trabalhos de limpeza por abrasão, através de jateamento de areia;
- C)** Respiradores e máscaras de filtro químico para exposição a agentes químicos prejudiciais à saúde;
- D)** Aparelhos de isolamento (autônomo ou de adução de ar), para locais de trabalho onde o teor de oxigênio sejam inferior a 18 % em volume.

7– PROTEÇÃO DO TRONCO

Aventais, jaquetas, capas e outras vestimentas especiais de proteção para trabalhos em que haja perigo de lesões provocadas por:

- A)** Riscos de origem térmica;
- B)** Risco de origem radioativa;
- C)** Risco de origem mecânica;
- D)** Riscos químicos;

- E)** Umidade proveniente de operações de lixamento a água, operações de lavagem de peças e equipamentos.

8– PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA

Aparelhos de isolamento (autônomo ou de adução de ar) para locais de trabalho onde haja exposição a agentes químicos, absorvíveis pela pele, pelas vias respiratórias e digestiva, prejudiciais à saúde.

LIMITAÇÕES QUANTO AO USO DE EPI

- Desconforto que causam aos trabalhadores;
- Dificuldades que acarretam para a realização das tarefas;
- Pouca eficiência;
- Utilização do EPI não apropriado ao risco a que está exposto.

8.7 - PRINCÍPIOS BÁSICOS DE PREVENÇÃO DE INCÊNDIO

O fogo pode ser definido como o produto de combustão de material sólido, líquido e gasoso, com liberação de luz e calor.

O fenômeno da queima ocorre em presença de três elementos essenciais: Combustível, oxigênio (comburente), e o calor, conhecido como triângulo do fogo.



O PRIMEIRO – é o combustível, é todo material que vai queimar e transforma-se.

O SEGUNDO – é o calor, forma de energia que dá início à combustão, que faz iniciar o fogo.

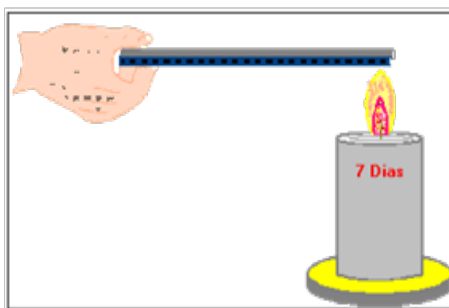
O TERCEIRO – é o oxigênio, gás existente no ar, respirável, que chamado de comburente.

Esses três elementos são dominados elementos essenciais do fogo. Como são três os elementos essenciais do fogo, se forme representado por três pontos e se forem ligados, ter-se-á o que é chamado triângulo de fogo.

TRANSMISSÃO DO CALOR

A propagação do calor é responsável pela expansão dos princípios de incêndio, desencadeando grandes incêndios.

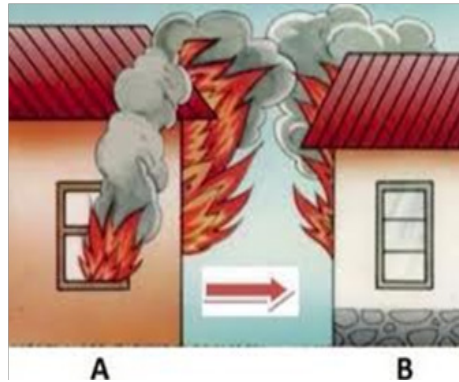
- **POR CONDUÇÃO:** a propagação ocorre através de um meio físico. Ex. aquecimento de uma barra de aço.



- **POR CONVECÇÃO:** é o processo pelo qual o calor se transmite, por intermédio da massa de ar ou de gases quentes que se deslocam do local do fogo para os outros, as vezes, bem distantes, levando calor suficiente incendiar corpos combustíveis com que entrem em contato. Ex. O calor passa de um espaço para o outro através de ondas térmicas.



- **POR IRRADIAÇÃO:** é o processo pelo qual o calor se transmite, por meio de ondas caloríficas, que se desloca através do espaço ou matérias. Ex. calor transmitido pelo sol.



CLASSES DE INCÊNDIO

A classificação é feita segundo o material que está em combustão.

CLASSE A: é o fogo consumido combustíveis sólidos, que queimam em profundidade deixando resíduos(brasas e cinzas). Ex. madeiras, tecidos, papel e etc.

CLASSE B: é a combustão de líquidos e gases inflamáveis, que queimam apenas na superfície e não deixam resíduos. Ex. gasolina, álcool, gás liquefeito de petróleo e etc.

CLASSE C: é o fogo em equipamentos elétricos sob tensão. Ex. incêndio em transformador, motor elétrico, máquinas e etc.

CLASSE D: ocorre em metais. Ex. magnésio, titânio, potássio e etc.

MÉTODOS DE EXTINÇÃO DO FOGO

É a retirada de um dos elementos essenciais, desfazendo o triângulo do fogo. O resfriamento, abafamento e o isolamento constituem as três possibilidades básicas para extinção do fogo.

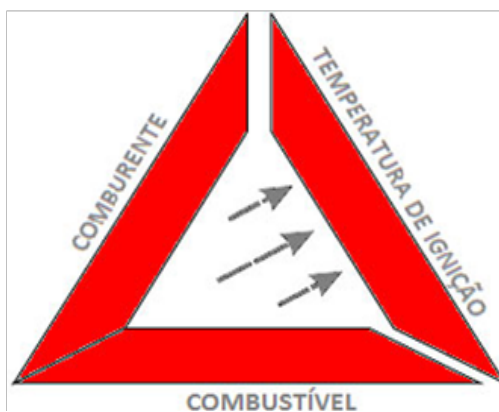
ABAFAMENTO

É o primeiro método básico de extinção de incêndios, que consiste em reduzir a quantidade de oxigênio para abaixo do limite de 16%. Não havendo comburente para reagir com o combustível, não haverá fogo.



RESFRIAMENTO

É o método mais antigo de se apagar incêndios, sendo seu agente universal a água. consiste em reduzirmos a temperatura de um combustível abaixo da temperatura de ignição, ou da região onde seus gases estão concentrados, extinguindo o fogo.



AGENTES EXTINTORES

São substâncias sólidas, gasosa e líquidas que podem ser utilizadas isoladas ou em conjunto para a extinção do fogo, por resfriamento ou abafamento. Os principais agentes extintores são a água, pó químicos seco, dióxido de carbono- CO₂, e espuma.

EXTINTORES DE INCÊNDIO

São aparelhos metálicos de forma cilíndrica que agem sob pressão e contém em sua carga o agentes extintor pronto para utilização imediata, necessários

à proteção contra princípios de incêndio. Podem ser portáteis e de maior volume em carretas ou estacionários, utilizando-se rodas para a sua locomoção. O tempo de duração durante o uso, depende da sua capacidade de carga.

TABELA DE DECISÃO – APLICAÇÃO ADEQUADA DOS AGENTES EXTINTORES				
AGENTES CLASSES	ÁGUA	ESPUMA	CO2	PÓ QUÍMICO
Classe A madeira, tecido. Papel etc.	EXCELENTE	EXCELENTE	INEFICIENTE	INEFICIENTE
Classe B gasolina, óleo tintas etc.	INEFICIENTE	EXCELENTE	INDICADO	EXCELENTE
Classe C equipamentos elétricos energizados etc.	NÃO	NÃO	EXCELENTE	INDICADO
Classe D magnésio, carboreto sódio etc.	NÃO	NÃO	NÃO	EXCELENTE

PROCEDIMENTOS EM CASOS DE INCÊNDIO

- Manter a calma ;
- Procurar identificar a classe do incêndio e suas proporções;
- Chamar o Corpo de Bombeiros e, quando o mesmo chegar, dar todas as informações;
- Desligar a corrente elétrica do local sinistrado;
- Isolar a área em chamas;
- Iniciar a extinção com equipamentos que dispuser;

- Retirar o material ainda não atingido pelo fogo das proximidades do local incendiado;
- Nunca usar elevadores;
- Procurar sempre descer. Subir só em último caso;
- Improvisar lenço molhado junto ao nariz, servirá como filtro contra fumaças e gases;
- Ao se retirar, fechar as portas que deixar par atrás, sem tranca-lá;
- Não retirar as roupas, pois elas retardam a desidratação;
- Não salte do prédio, pois poderá ser fatal;
- Ao ficar bloqueado em algum lugar, procurar arrombar alguma parede com objeto resistente;
- Ao encontrar uma porta fechada, não abra sem verificar se está quente, pois neste caso o fogo está do outro lado;
- Procurar se abrigar em locais contra o vento;
- Caso precisar atravessar um local enfumaçado, fazê-lo agachado, procurando manter o rosto mais próximo do solo, onde restará ar puro e oxigênio, já que a fumaça procura locais mais elevados;
- Ao abandonar o prédio, não retornar.

REGRAS DE PREVENÇÃO

- Não estocar materiais à frente de extintores;
- Não sobrecarregar instalações elétricas;
- Não executar ligações elétricas de emergência;

- Apagar fósforo e cigarros antes de jogá-los fora;
- Transportar e guardar líquidos inflamáveis em recipientes apropriados;
- Não jogar líquidos inflamáveis dentro de ralos, esgotos, e etc.
- Manter o local de trabalho sempre em ordem;
- O equipamento de combate ao fogo deve Ter local fixo, de onde possa ser retirado por três motivos: fogo real, treinamento e manutenção;
- Não fumar em local proibido.

8.8 - CAMPANHAS DE SEGURANÇA

É muito importante a promoção de Campanhas de Segurança no Trabalho pela empresa através da CIPA, quando houver, ou pelo SESMET da empresa ou SESMET contratado. As Campanhas de Segurança do Trabalho têm por finalidade, divulgar aos trabalhadores informações e gerar conhecimentos no que se refere à segurança no trabalho, drogas, doenças sexualmente transmissíveis, acidentes de trânsito, acidentes/incidentes do trabalho e doenças profissionais.

O propósito dessas campanhas é despertar a consciência dos trabalhadores para a adoção de comportamentos prevencionistas, no sentido de reduzir as taxas de doenças de acidentes.

Diversas campanhas podem ser promovidas, com grande sucesso, desde que bem planejadas e divulgadas.

SIPATMIN – Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho na Miner-

ação – é de exigência legal e cabe à CIPAMIN a promoção desse evento, que ocorrerá anualmente e deverá ser do conhecimento da DRTE, com data prévia.

O objetivo principal da SIPAMIN é desenvolver a motivação dos trabalhadores, para que despertem interesse por todas as questões relacionadas com o conceito da prevenção, embutindo no trabalhador a idéia de segurança permanente, e divulgar o resultado das ações implementadas pela CIPAMIN.

Durante a SIPATMIN, pode-se utilizar de recursos, tais como: cartazes educativos; boletins; folhetos; exposições; filmes adequados aos temas abordados; concursos; competições de segurança e premiações; palestras específicas; caixas de sugestões, entre outros.

A Campanha Nacional de Prevenção de Acidentes do Trabalho- CANPAT, é um projeto do Ministério do Trabalho e da Previdência Social executado simultaneamente em todo território nacional, visando propiciar aos empregados e trabalhadores do setores urbano e rural, através de processo educativo, conhecimentos quanto às questões de segurança do trabalho e saúde do trabalhador.

8.9 - PRIMEIRO SOCORROS

DEFINIÇÃO: É o cuidado imediato que se proporciona a vítima de um acidente ou enfermidade repentina, até que se possa obter cuidados médicos.

CARACTERÍSTICAS DO SOCORRISTA:Deverá saber o que fazer e o que deve ser evitado, procurando se manter calmo.

ETAPAS DE UM SOCORRO:

- A)** Abordagem;
- B)** Triagem;
- C)** Prioridades

AVALIANDO O ACIDENTADO:

- A)** Está consciente?
- B)** Está recuperando?
- C)** Sangra muito?
- D)** Apresenta fratura de grande proporção?
- E)** Pode ser movimentado ou exige transporte especial?

PARADA RESPIRATÓRIA

É a ausência de inspiração eficaz. Caracteriza-se por respiração agônica, débil, rápida e superficial, até a apnéia (parada respiratória).

PARADA CARDIORRESPIRATÓRIA

É a ausência de inspiração eficaz seguida de ausência de pulso em artéria de grosso calibre (carótida, braquial, femural).

CARACTERÍSTICAS:

- Inconsciência;

- Palidez + cianose das extremidades;
- Ausência de ruídos expiratórios
- Ausência de pulso;
- Ausência de movimentos respiratórios

AÇÕES EMERGENCIAIS:

Esta ação deverá ser realizada preferencialmente por alguém que tenha recebido o devido treinamento.

- Desobstrução das vias aéreas superiores;
- Método boca a boca;
- Massagem cardíaca, se for o caso;
- Remover para um hospital.

RESPIRAÇÃO BOCA A BOCA

- Colocar a vítima deitada de costas (Posição dorsal), em uma superfície dura;
- Desobstruir as vias aéreas superiores (boca e nariz);
- Proceder a ventilação (respiração) artificial da vítima;

MASSAGEM CARDÍACA

- Afrouxar as vestes e descobrir o peito da vítima;
- Colocar a vítima deitada de costas, em uma superfície dura;

- Colocar a palma da uma das mãos sobreposta a outra com os dedos entrelaçados sobre o terço inferior do osso esterno;
- Fazer compressões rápidas até que se afunde a parte média do peito uns 3 a 4 centímetros e soltar. Devendo ser de igual duração a pressão e afrouxamento da mesma;
- A eficácia da massagem cardíaca é avaliada pela palpação do pulso carotídeo ou femural;
- Se por alguma razão for necessário interromper essa massagem, não deve sê-lo por mais de 5(cinco)segundos.

HEMORRAGIA

É a perda de sangue devido ao rompimento de um vaso sangüíneo (veia ou artéria). A hemorragia pode ser externa, interna ou simultânea.

TRATAMENTO :

- Fazer tamponamento oclusivo com panos limpos;
- Elevar o membro que sangra;
- Aplicar o Torniquete, quando necessário.

HEMORRAGIA INTERNA

Nesta situação não ocorre sangramento aparente, o que requer ação rápida caso se observar os seguintes sintomas:

- Palidez;

- Sudorese fria;
- Pulso rápido e frasco;
- Respiração curta;
- Tontura;
- Dor interna;
- Queda de pressão e sensação de frio;
- Inconsciência.

CUIDADOS

- Repouso absoluto;
- Não dar líquidos;
- Colocar saco de gelo sobre o ponto suspeito da hemorragia.

FRATURAS

É a ruptura de um osso. Podendo ser: incompleta, completa, simples, exposta, com desvio ou sem desvio.

FRATURAS DE MEMBROS

SINAIS E SINTOMAS:

- Dor e edema local;
- Incapacidade funcional;

- Deformação;
- Crepitação;
- Mobilidade anormal.

TRATAMENTO DAS FRATURAS:

- Manter a vítima em repouso;
- Imobilizar sempre que possível o membro afetado em posição funcional (Ex.: o braço em 90 graus sobre o tórax, a perna em extensão total);
- Remover para um hospital.

FRATURA DE CRÂNIO

SINAIS E SINTOMAS :

- Dor de cabeça intensa;
- Vômitos persistentes;
- Sonolência exagerada;
- Impossibilidade de mover os membros superiores ou inferiores;
- Perda de consciência;
- Inchaço;
- Convulsão.

FRATURA DA COLUNA

SINAIS E SINTOMAS:

- Dor na região afetada
- Dormência e/ou perda dos movimentos, abaixo do local traumatizado, se houver comprometimento da medula.
- Falta de sensibilidade nos membros inferiores;

QUEIMADURAS

DEFINIÇÃO

Todo e qualquer lesão ocasionada no organismo humano pela ação, curta ou prolongada do calor, em todas as suas modalidades.

CAUSAS

Fogo e chamas, sólidos quentes, líquidos quentes, substância cáustica, vapores quentes, eletricidade, sol.

CLASSIFICAÇÃO:

De acordo com a profundidade

1.º GRAU – atinge a camada mais superficial da pele.

SINAIS E SINTOMAS: pele vermelha , ardor, dor e edema.

2.º GRAU – atinge as camadas mais profundas da pele.

SINAIS E SINTOMAS: ardor, dor constante, presença de bolhas (aparecem após algum tempo).

3.º GRAU – atinge todas as camadas de pele, e eventualmente tecidos mais profundos como os músculos até o tecido ósseo.

SINAIS E SINTOMAS: necrose e/ou carbonização; podem não provocar dor devido a destruição das terminações nervosas.

DE ACORDO COM A EXTENSÃO:

Pequena queimadura: atinge 10 % da área queimada.

Grande queimadura: atinge acima de 12.5 % da área queimada.

Obs.: a gravidade da queimadura é determinada basicamente pela:

- Extensão
- Profundidade
- Localização
- Outras lesões associadas

TRATAMENTO:

MEDIDAS GERAIS:

- Aliviar a dor aplicando água corrente (em temperatura normal).
- Minimizar o risco de infecção protegendo as partes queimadas.
- Controlar para que a vítima não entre em estado de choque.

A) Pequena queimadura:

- Cortar ou rasgar delicadamente as roupas da vítima;
- Colocar compressa fria;
- Colocar pomada própria para queimadura de 1º grau;
- Elevar os membros afetados;
- Cobrir as bolhas com pano limpo, não estourá-las;
- Dar líquido para beber;
- Encaminhar ao médico.

B) grande queimadura

- Manter a vítima deitada;
- Aquecer com cobertores;
- Observar os ferimentos, cobrir com pano limpo;
- Aliviar a dor com analgésico;
- Chamar socorro médico.

C) Queimadura nos olhos:

- Lavar os olhos com água suavemente;
- Colocar venda (gaze ou pano limpo) no olho afetado;
- Conduzir a vítima ao especialista.

D) Queimadura por choque elétrico:

- Separar a vítima da corrente elétrica;
- Desligar chave geral;
- Lembrar de usar material isolante para remover a vítima da corrente elétrica.

NORMAS DE BIOSEGURANÇA

DEFINIÇÃO:

Ações preventivas direcionadas para profissionais que exerçam atividades em ambientes hospitalares e laboratoriais com possíveis contatos com agentes biológicos, tais como: sangue e secreções corpóreas.

EPI's (equipamentos de Proteção Individual), indicados:

- Luvas;
- Óculos;
- Máscaras.

8.10 - NR-22 – COMISSÃO INTERNA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES NA MINERAÇÃO

(Portaria n.º 2037 de 15/12/1999)

22.36.1 – A empresa de mineração ou Permissionária de Lavra Garimpeira que admita trabalhadores como empregados deve organizar e manter em regular funcionamento, na forma prevista nesta NR, em cada estabelecimento, uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA, doravante denominada CIPA na Mineração – CIPAMIN.

Objetivo

22.36.2 – A CIPAMIN tem por objetivo observar e relatar as condições de risco no ambiente de trabalho, visando a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho na mineração, de modo a tornar compatível permanentemente o trabalho com segurança e saúde dos trabalhadores.

Composição

22.36.3 – A CIPAMIN será composta de representante do empregador e dos empregados e seus respectivos suplentes, de acordo com as proporções mínimas constantes no Quadro III, anexo.

22.36.3.1 – A composição da CIPAMIN deverá observar critérios que permitam estar representados os setores que ofereçam maior risco ou que apresentem maior número de acidentes do trabalho.

22.36.3.1.1 – Os setores de maior risco deverão ser definidos pela CIPAMIN com base nos dados do PGR, no relatório anual do PCMSO, na estatística de acidentes do trabalho elaborada pelo SESMET e outros dados e informações relativas à segurança e saúde no trabalho disponíveis na empresa.

22.36.3.2 – Quando o estabelecido não se enquadrar no Quadro III desta NR a empresa ou Permissionária de Lavra Garimpeira deverá designar e treinar em prevenção de acidentes um representante para cumprir os objetivos da CIPAMIN o qual deverá promover a participação dos trabalhadores nas ações de prevenção de acidentes e doenças profissionais.

22.36.4 – Os representantes dos empregados na CIPAMINJ serão eleitos seguindo os procedimentos estabelecidos na Norma Regulamentadora n.º 5 – CIPA e respeitando o critério estabelecido no item e subitem 22.36.3.1 .

22.36.4.1 – Em obediência aos critérios do subitem 22.36.3.1 para a composição da CIPAMIN está indicará as áreas a serem contempladas pela representatividade individual de empregados no setor.

22.36.4.1.1 – Observando o dimensionamento do Quadro III, a CIPAMIN deverá ser composta de forma a abranger a representatividade de todos os setores da empresa, podendo, se for o caso, agrupar áreas ou setores preferentemente afins.

Organização

22.36.4.2 – Os candidatos interessados deverão inscrever-se para representação de sua área ou setor de trabalho.

Eleição

22.36.4.3 – A eleição será realizada por área ou setor e os empregados votarão nos inscritos de sua área ou setor de trabalho.

22.36.4.4 – assumirá a condição de titular da CIPAMIN o candidato mais votado na área ou setor de trabalho.

22.36.4.5 – Assumirá a condição de suplente, considerando o Quadro III, dentro todos os outros candidatos, o mais votado, o mais votado, desconsiderando a área ou setor de trabalho.

22.36.4.6 – O mandato dos membros eleitos da CIPAMIN terá duração de um ano, permitida uma reeleição.

22.36.5 – O Presidente da CIPAMIN bem como o representante suplente do empregador serão por este indicados.

22.36.6 – O vice - Presidente da CIPAMIN será escolhido entre os representantes titulares dos empregados.

Atribuições da cipamin

22.36.7 – A CIPAMIN terá como atribuições:

A) Elaborar o Mapa de Riscos, conforme prescrito na Norma regulamentadora n.º 5 (CIPA), encaminhando-o ao empregador e ao SESMT, quando houver;

- B)** Recomendar a implantação de ações para o controle dos riscos identificados;
- C)** Analisar e discutir os acidentes do trabalho e doenças profissionais ocorridos, propondo e solicitando medidas que previnam ocorrências semelhantes e orientando os demais trabalhadores quanto à sua prevenção;
- D)** Estabelecer negociação permanente no âmbito de suas representações para a recomendação e solicitação de medidas de controle ao empregador;
- E)** Acompanhar a implantação das medidas de controle e do cronograma de ações estabelecido no PGR e no PCMSO;
- F)** Participar das inspeções periódicas dos ambientes de trabalho programadas pela empresa ou SESMET, quando houver, seguindo cronograma negociado com o empregador;
- G)** Realizar reuniões mensais em local apropriado e durante o expediente normal da empresa, obedecendo o calendário anual, com lavratura das respectivas Atas em livro próprio;
- H)** Realizar reuniões extraordinárias quando da ocorrência de acidentes de trabalho fatais ou que resultem em lesões graves com perda de membro ou função orgânica ou que cause prejuízo de monta, no máximo 48 horas após sua ocorrência;
- I)** Requerer do SESMET, quando houver, ou do empregador ciência do impacto à segurança e à saúde dos trabalhadores de novos projetos ou de al-

terações significativas no ambiente ou no processo de trabalho, revisando, nestes casos, o Mapa de Riscos elaborado;

J) Requisitar à empresa ou ao Permissionário de Lavra garimpeira as cópias da Comunicação de Acidentes do Trabalho – CAT, EMITIDAS;

K) Apresentar, durante o treinamento admissional dos trabalhadores previsto no item 22.35, os seus objetivos, atribuições e responsabilidades e

L) Realizar, anualmente, a Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho na mineração – SIPATMIN, com divulgação do resultado das ações implementadas pela CIPAMIN.

Atribuições do empregador

22.36.8 – O empregador deverá proporcionar à CIPAMIN os meios e condições necessários ao desempenho de suas atribuições.

Atribuições do presidente

22.36.9 – São atribuições do Presidente da CIPAMIN;

A) Coordenar e controlar as atividades da CIPAMIN;

B) Convocar os membros para as reuniões ordinárias mensais e extraordinárias;

C) Preparar a pauta das reuniões ordinárias em conjunto com o vice-pres-

idente;

D) Presidir as reuniões;

E) Encaminhar ao empregador e ao SESMET, quando houver, o Mapa de Riscos elaborado;

F) Encaminhar ao empregador e ao SESMET, quando houver, as recomendações e solicitações da CIPAMIN;

G) Zelar pelo funcionamento e promover os meios necessários ao cumprimento das atribuições e solicitações da CIPAMIN;

H) Manter e promover o relacionamento da CIPAMIN com o SESMT, quando houver, e com os demais setores da empresa e

I) Elaborar relatório trimestral de atividades, em conjunto com o Vice - Presidente, enviando-o ao empregador e ao SESMT, quando houver.

Atribuições do vice-presidente

22.36.10 – São atribuições do Vice – Presidente da CIPAMIN:

A) Substituir o Presidente em seus impedimentos;

B) Coordenar os representantes dos empregados na elaboração e no encaminhamento das recomendações e demais ações previstas nas atribuições da CIPAMIN;

C) Liderar os representantes dos empregados nas discussões e negociações dos itens da pauta nas reuniões da CIPAMIN;

D) Negociar com o empregador a adoção de medidas de controle e de correção dos riscos e de melhoria dos ambientes de trabalho, inclusive a designação de grupo de trabalho para investigação de acidentes de trabalho e para participar das inspeções periódicas dos ambientes de trabalho e

E) Havendo impasse na negociação prevista na alínea “d”, solicitar a presença do Ministério do Trabalho e Emprego na empresa.

Atribuições do secretário

22.36.11- Será indicado pela empresa, de comum acordo com os membros da CIPAMIN, um secretário e seu substituto, componentes ou não da comissão.

22.3611.1- O Secretário da CIPAMIN terá como atribuições:

A) Acompanhar as reuniões da Comissão, lavrando as respectivas atas e submetendo-as à aprovação e assinatura dos membros presentes;

B) Preparar a correspondência;

C) Outras que lhe forem conferidas pelo Presidente ou Vice-Presidente da CIPAMIN;

D) Registrar em atas recomendações e solicitações da CIPAMIN.

Treinamento

22.36.12- Todos os membros da CIPAMIN, efetivos e suplentes, deverão receber treinamento de prevenção de acidentes e doenças profissionais, durante expediente normal da empresa.

22.36.12.1- O treinamento para membros da CIPAMIN poderá ser ministrado pelo SESMT, quando houver, ou entidades sindicais de empregadores ou trabalhadores, escolhidas de comum acordo entre o empregador e os membros da Comissão.

22.36.12.2- O currículo do curso previsto neste item deverá abranger os de acidentes e doenças profissionais constantes no PGR, as medidas adotadas para eliminar e controlar aqueles riscos, além de técnicas para elaboração do Mapa de Riscos e metodologia da análise de acidentes.

22.36.12.3- A carga horária do curso de prevenção de acidentes e doenças profissionais deverá ser quarenta horas anuais, das quais vinte horas serão ministradas antes da posse dos membros da CIPAMIN.

22.36.13- Uma vez instalada a CIPAMIN, este deverá ser registrada no órgão regional do Ministério do Trabalho e Emprego, conforme prescrito na Norma Regulamentadora n.º 5.

22.36.14- Havendo no estabelecimento empresas prestadores de serviços ou empreiteiras que não que se enquadrem no Quadro III desta Norma, estas deverão indicar pelo menos um representante para participar das reuniões da CIPAMIN da contratante.

Processo eleitoral segundo nr 05

5.38- Compete ao empregador convocar eleições para escolha dos representantes dos empregados na CIPA, até, sessenta dias antes do término do mandato em curso.

5.38.1- A empresa estabelecerá mecanismo para comunicar o início do processo eleitoral ao sindicato da categoria profissional.

5.39- O presidente e o Vice-Presidente da CIPA constituirão dentre seus membros, com no mínimo 55 dias do início do pleito, a Comissão Eleitoral – CE, que será a responsável pela – organização e acompanhamento do processo eleitoral.

5.39.1- Nos estabelecimentos onde não houver CIPA, a comissão Eleitoral será constituída pela empresa.

- A.** Publicação e divulgação de edital, em locais de fácil acesso e visualização, no mínimo 45 dias antes da data marcada para a eleição;
- B.** Inscrição e eleição individual, sendo que o período mínimo para inscrição será de quinze dias;
- C.** Liberdade de inscrição para todos empregados do estabelecimento, independentemente de setores e locais de trabalho, com fornecimento de comprovante;
- D.** Garantia de emprego para todos os inscritos até, a eleição;

E. Realização das eleições no mínimo trinta dias antes do término do mandato da CIPA, quando houver;

F. Realização de eleição em dia normal de trabalho, respeitando os horários de turnos e em horários que possibilite a participação da maioria dos empregados.

G. Voto secreto;

H. Apuração dos votos, em horário normal de trabalho, com acompanhamento de representante do empregador e dos empregados, em número a ser definido pela comissão eleitoral;

I. Faculdade de eleição por meios eletrônicos;

J. Guarda, pelo empregador, de todos os documentos relativos à eleição, por um período mínimo de cinco anos.

5.41- Havendo participação inferior a cinquenta por cento dos empregados na votação, não haverá a apuração dos votos e a comissão eleitoral deverá organizar outra votação que ocorrerá no prazo máximo de dez dias.

5.42- As denúncias sobre o processo eleitoral deverão ser protocolizadas na unidade descentralizada do MTE, até, trinta dias após a data da posse dos novos membros da CIPA.

5.42.1- Compete a unidade descentralizada do Ministério do Trabalho e Emprego, confirmada irregularidade no processo eleitoral, determinar a sua

correção ou proceder a anulação quando for o caso.

5.42.2- Em caso de anulação a empresa convocará nova eleição no prazo de cinco dias, a contar da data de ciência, garantidas as inscrições anteriores.

5.42.3- Quando a anulação se der antes da posse dos membros da CIPA, ficará assegurada a prorrogação do mandato anterior, quando houver, até, a complementação do processo eleitoral.

5.43- Assumirão a condição de membro titulares e suplentes, os candidatos mais votados.

5.44- Em caso de empate, assumirá aquele que tiver maior tempo de serviço no estabelecimento.

5.45- Os candidatos votados e não eleitos serão relacionados na ata de eleição e apuração, em ordem decrescente de votos, possibilitando nomeação posterior, em caso de vacância de suplentes.

5.46- Quando se tratar de empreiteiras ou empresas prestadoras de serviços, considera-se estabelecimento, para fins de aplicações desta NR, o local em que seus empregados estiverem exercendo suas atividades.

5.47- Sempre que duas ou mais empresas atuem em um mesmo estabelecimento, a CIPA ou designado da empresa contratante deverá, em conjunto com as das contratas ou com os designados, definir mecanismo de integração e de participação de todos os trabalhadores em relação às decisões da CIPA existentes no estabelecimento.

5.48- A contratante e as contratadas, que atuem no mesmo estabelecimento, deverão implementar, de forma integrada, medidas de prevenção de acidentes e doenças do trabalho, decorrentes da presente NR, de forma a garantir o mesmo nível de proteção em matéria de segurança e saúde a todos os trabalhadores do estabelecimento.

5.49- A empresa contratante adotará medidas necessárias para que as empresas contratadas, suas CIPA, os designados e os demais trabalhadores lotados naquele estabelecimento recebam as informações sobre os riscos presentes nos ambientes de trabalho, bem como sobre as medidas de proteção adequadas.

5.50- A empresa contratante adotará as providências necessárias para acompanhar o cumprimento pelas empresas contratadas que atuam no seu estabelecimento, das medidas de segurança e saúde no trabalho.

8.11 - MAPA DE RISCO

O mapa de risco vem contribuir para prevenção de acidentes, descrevendo o ambiente físico da empresa, setores e departamentos, identificando os riscos profissionais existentes capazes de comprometer a segurança e saúde do trabalhador.

Depois desta etapa os riscos são catalogados e registrados em um mapa, além de serem sugeridas medidas de controle e propostas soluções para eliminar o risco

LEGISLAÇÃO

“Considerando o disposto no item 1.7, alínea “b, “c” e “d”, da Norma Regulamentadora - NR1 e item 5.2, da Norma Regulamentadora NR5, aprovadas pela

Subcategoria 100		Risco extremo		Risco baixo
Atividade com risco de lesão por movimento repetitivo e posturas forçadas de membros superiores e inferiores		Risco extremo		Risco baixo
		Risco extremo		Risco baixo
Subcategoria 200		Risco moderado		Risco médio
Atividade com risco de lesão por movimento repetitivo e posturas forçadas de membros superiores e inferiores		Risco moderado		Risco médio
		Risco moderado		Risco médio

Portaria nº 33 e nº 03, de 07 de fevereiro de 1988, resolve:

Art. 1º - Acrescentar ao item 94 da Norma Regulamentadora NR9 - Riscos Ambientais, a alínea “c” e itens, estabelecendo a obrigatoriedade da elaboração de Mapa de Riscos Ambientais...

CARACTERÍSTICAS DO MAPA DE RISCOS

- 1-** O mapa de Riscos será executado pela CIPA, através de seus membros após ouvidos os trabalhadores de todos os setores produtivos da empresa, e com a colaboração do Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho - SESMT da empresa, quando houver;
- 2-** A cada nova gestão da CIPA, o Mapa de Riscos será refeito, conforme cronograma elaborado na gestão anterior, visando o controle da eliminação dos riscos apontados;
- 3-** O Mapa de Riscos consiste em representação gráfica do reconhecimento dos riscos existentes nos diversos locais de trabalho, e visa conscientização e informação dos trabalhadores através da fácil visualização dos riscos ex-

istentes na Empresa;

4- Os riscos serão simbolizados por círculos de três tamanhos: pequeno, médio e grande, conforme sua gravidade e em cores, conforme o tipo de risco, relacionado na tabela I

5- Estes círculos serão representados em planta baixa ou esboço do local de trabalho analisado;

6- O Mapa de Riscos, completo ou setorial, permanecerá afixado em cada local assinalado, para informação dos que ali trabalham;

7- Após a identificação dos riscos ambientais, a CIPA encaminhará à Direção do estabelecimento, os anexos constantes da tabela I, para análise e manifestação do empregador ou preposto, respeitando o prazo máximo de 30 (trinta) dias, contados a partir da data de recebimento do Relatório;

8- Constatada a necessidade de adoção de medidas corretivas nos locais de trabalho, a Direção do estabelecimento definirá o prazo para providenciar as alterações propostas através de negociação com os membros da CIPA e do SESMT da empresa, quando houver devendo tais prazos e datas ficar registrado no livro de Atas da CIPA;

9- Quando a Direção do Estabelecimento não realizar as alterações necessárias nos locais de trabalho, dentro do prazo previamente negociado com a CIPA, esta deverá encaminhar à DRT uma cópia do mapa de risco com o relatório circunstanciado, para análise e inspeção do serviço competente.

RISCOS AMBIENTAIS - QUADRO DE CLASSIFICAÇÃO E CORES

GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III	GRUPO IV	GRUPO V
RISCOS QUÍMICOS	RISCOS FÍSICOS	RISCOS BIOLÓGICOS	RISCOS ERGONÔMICOS	RISCOS DE ACIDENTES
Poeiras	Ruídos	Vírus	Esforço físico intenso	Arranjo físico deficiente
Fumos	Vibrações	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem proteção
Névoas	Radiações ionizante	Protozoários	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Vapores	Radiações não ionizante	Fungos	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
Gases	Frio	Bacilos	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
Neblinas	Calor	Parasitas	Trabalho em turno e noturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
Substâncias, compostos ou produtos químicos em geral	Pressões anormais		Jornadas de trabalho prolongadas	Armazenamento inadequado
	Umidade		Monotonia e repetitividade Outras situações causadoras de stress físico e psíquico	Animais peçonhentos Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes
VERMELHO	VERDE	MARROM	AMARELO	AZUL

RISCOS AMBIENTAIS

ANEXO IV da Portaria nº 25 de 29/12/94 do MTb.

GRUPO 01 - Riscos Químicos

AGENTE/RISCOS	FONTE GERADORA	Nº NO MAPA	PROTEÇÃO INDIVIDUAL/ COLETIVA	RECOMENDAÇÕES
Poeiras				
Fumos				
Névoas				
Vapores				
Gases				
Neblinas				
Substâncias, compostos ou produtos químicos em geral				

GRUPO 02 - Riscos Físicos

AGENTE/RISCOS	FONTE GERADORA	Nº NO MAPA	PROTEÇÃO INDIVIDUAL/ COLETIVA	RECOMENDAÇÕES
Ruidos				
Vibrações				
Radiações ionizante				
Radiações não ionizante				
Frio				
Calor				
Pressões anormais				
Umidade				

GRUPO 03 - Riscos Biológicos

AMBIENTE / RISCOS	Nº NO MAPA	LOCAL	PROTEÇÃO	RECOMENDAÇÕES
Vírus				
Bactérias				
Protozoários				
Fungos				
Bacilos				
Parasitas				

GRUPO 04 - Riscos Ergonôm

AGENTE/RISCOS	FUNÇÃO / LOCAL	Nº NO MAPA	RECOMENDAÇÕES
Esforço físico intenso			
Levantamento e transporte manual de peso			
Exigência de postura inadequada			
Controle rígido de produtividade			
Imposição de ritmos excessivos			
Trabalho em turno e noturno			
Jornadas de trabalho prolongadas			
Monotonia e repetitividade			
Outras situações causadoras de stress físico e psíquico			

GRUPO 05 – Riscos de Acidentes

AGENTE/RISCOS	SIM / NÃO	Nº NO MAPA	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	RECOMENDAÇÕES
Arranjo físico deficiente				
Máquinas e equipamentos sem proteção				
Ferramentas inadequadas ou defeituosas				
Iluminação inadequada				
Eletricidade				
Probabilidade de incêndio ou explosão				
Armazenamento inadequado				
Animais peçonhentos				
Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes				

8.12 - PROTEÇÃO RESPIRATÓRIA

APRESENTAÇÃO:

Este programa divulga práticas aceitáveis para usuários de respiradores; fornece informações e orientações sobre o modo apropriado de selecionar, usar e cuidar dos respiradores.

PRÁTICAS PERMITIDAS

No controle das doenças ocupacionais provocadas pela inalação de ar contaminado com poeiras, fumos, névoas, fumaças, gases e vapores, o objetivo principal deve ser minimizar a contaminação do local de trabalho. Isto deve ser alcançado, tanto quanto possível pelas medidas de controle coletivo (por exemplo: enclausuramento, confinamento de operação, ventilação local ou geral, ou substituição de substância por outra menos tóxicas).

Quando estas medidas de controles não são viáveis, ou enquanto estão sendo implantadas ou avaliadas, devem ser usados respiradores apropriados em conformidade com os requisitos apresentados a seguir.

RESPONSABILIDADES DO EMPREGADOR.

Fornecer o respirador, quando necessário, para proteger a saúde do trabalhador.
Fornecer o respirador conveniente e apropriado para o fim desejado.

Ser responsável pelo estabelecimento, **manutenção e treinamento** de um programa de uso de respiradores para proteção respiratória. Permitir ao empregado que usa o respirador deixar a área de risco por qualquer motivo relacionado com seu uso. Essas razões podem incluir, mas não se limitam às seguintes:

- A)** falha do respirador que altere a proteção proporcionada pelo mesmo;
- B)** mau funcionamento do respirador;
- C)** detecção de penetração de ar contaminado dentro do respirador;
- D)** aumento da resistência à respiração;

- E)** grande desconforto devido ao uso do respirador;
- F)** mal estar sentido pelo usuário do respirador, tais como: náusea fraqueza, tosse, espirro, dificuldade para respirar, sempre que necessário, calafrio, tontura, vômito, febre;
- G)** lavar o rosto e a peça facial do respirador, sempre que necessário, para diminuir a irritação da pele;
- H)** trocar o filtro ou outros componentes, sempre que necessário;
- I)** descanso periódico em área não contaminada.

Investigar a causa do mau funcionamento do respirador e tomar providências para saná-la. Se o defeito for de fabricação, o empregador deverá comunicá-lo ao fabricante e a SSST (Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho).

RESPONSABILIDADES DO EMPREGADO

- A)** Usar o respirador fornecido de acordo com as instruções e treinamento recebidos.
- B)** Guardar o respirador, quando não estiver em uso, de modo conveniente para que não se danifique ou deforme.
- C)** Ao observar que o respirador não está funcionando bem, deverá deixar imediatamente a área contaminada e comunicar o defeito à pessoa responsável indicada pelo empregador.
- D)** Comunicar à pessoa responsável qualquer alteração do seu estado de saúde que possa influir na sua capacidade de usar o respirador de modo seguro.

PROGRAMA MÍNIMO ACEITÁVEL DE USO DE RESPIRADORES

A) ADMINISTRAÇÃO DO PROGRAMA

O empregador deve atribuir a uma só pessoa a responsabilidade e a autoridade pelo programa.

B) PROCEDIMENTO OPERACIONAIS ESCRITOS

Em toda empresa onde os respiradores forem necessários devem existir procedimentos operacionais escritos cobrindo o programa completo de uso de respiradores. Além de existir, esses procedimentos devem estar sendo cumpridos.

C) LIMITAÇÃO FISIOLÓGICAS E PSICOLÓGICAS DOS USUÁRIOS DE RESPIRADORES

Cabe a um médico determinar se uma pessoa tem ou não condições médicas de usar um respirador.

D) A SELEÇÃO DO (S) RESPIRADOR (S) DEVE SER FEITA, CONSIDERANDO-SE:

- A natureza da operação ou processo perigoso;
- O tipo de risco;
- Tempo durante o qual o respirador deve ser usado;
- Atividades que os trabalhadores desenvolvem na área de risco;
- Características e as limitações dos vários tipos de respirador;
- Concentração do contaminante no ar e tamanho das partículas, no caso de poeira de sílica.

TREINAMENTO

Todo usuário deve receber treinamento inicial quando é designado para uma atividade que exija o uso de respirador, e a cada 12 meses o treinamento deve ser repetido.

Para cada usuário deve ser mantido registro no qual consta a data, o tipo de treinamento recebido, a avaliação do resultado obtido(se cabível) e o nome do instrutor.

ENSAIO DE VEDAÇÃO

Antes de ser fornecido um respirador para uma pessoa, ela deve ser submetida ao teste de vedação para verificar se aquele respirador proporciona boa vedação em seu rosto.

Inspeção, higienização, manutenção e guarda

INSPEÇÃO: Deve ser efetuada inspeção periódica nos respiradores, verificando a existência de possível problema nas válvulas de exalação e inalação, tirantes, etc.

HIGIENIZAÇÃO: Os respiradores devem estar sempre limpos, vistos que, em equipamentos de proteção respiratória sujos podem proliferar bactérias patogênicas. Dessa forma deve-se seguir as recomendações do fabricante do respirador para proceder uma boa higienização. Na falta de orientações específicas, recomendamos que os respiradores sejam lavados periodicamente com água e sabão neutro e secados à sombra.

MANUTENÇÃO: Devem ser efetuadas apenas pequenas manutenções nessas peças, como por exemplo: substituição de válvulas ou tirantes com problemas. Na troca de algum componente, deve-se utilizar peças de reposição do mesmo fabricante do equipamento.

Nesse tipo de equipamento não devem ser efetuadas, de forma alguma, improvisações.

GUARDA

A guarda deve ser realizada de acordo com as instruções do fabricante. Devendo-se manter esse equipamento a guarda do sol, em posição que não permita deformações e em um recipiente fechado. Esse equipamento pode ser, de forma simplificada, acondicionada em um saco plástico.

ADMINISTRAÇÃO DO PROGRAMA

A responsabilidade e autoridade pelo programa de uso de respiradores para proteção respiratória devem ser atribuídas a uma só pessoa. É preferível que seja da área de Higiene Industrial da própria empresa, da Medicina do Trabalho ou do departamento de Engenharia de Segurança. Nas empresas onde essas áreas ou departamento não existem, o administrador do programa pode ser uma pessoa qualificada responsável pela supervisão da fábrica. Para assumir às responsabilidades da administração do programa, a pessoa deve ter conhecimento de proteção respiratória, bem como conhecer e estar atualizada no que se refere às publicações e aos regulamentos legais vigentes relativos.

PROCEDIMENTO OPERACIONAIS ESCRITOS

O empregador deve estabelecer procedimentos operacionais para o uso correto dos respiradores em situações de rotina e de emergência. Cópias destes procedimentos devem estar disponíveis para que os usuários os possam ler. O empregador deve ler e revistar estes procedimentos periodicamente ou quando necessário. Devem conter os seguintes elementos:

Seleção, Limitações e Uso de Respiradores

Fatores que influem na seleção de um respirador:

A) ATIVIDADES DO USUÁRIO

O usuário do respirador permanece continuamente na área de risco ou não, durante o turno de trabalho, ou se o trabalho é leve, médio ou pesado e a sua localização na área de risco.

B) CONDIÇÕES DE USO DO RESPIRADOR

É importante considerar na seleção o tempo durante o qual ele deve estar sendo usado.

C) CARACTERÍSTICA E LIMITAÇÕES DOS RESPIRADORES

É importante levar em conta, também as características físicas e funcionais dos respiradores, bem como as suas limitações.

D) CARACTERÍSTICA DA TAREFA

As condições do ambiente e o nível de esforço exigido de um usuário de um respirador podem reduzir drasticamente a vida útil do respirador.

Seleção de Respiradores Para o Uso Rotineiro

Somente devem ser usados respiradores aprovados no ensaio de vedação e C.A. Qualquer modificação, mesmo que pequena, pode afetar de modo significativo o desempenho do respirador.

QUADRO II “RECOMENDAÇÕES DE EPI PARA SÍLICA CRISTALIZADA

CONCENTRAÇÃO	EQUIPAMENTO
Até 10 vezes o limite de tolerância	Respirador com peça semi-facial ou peça semi-facial filtrante Filtros P1, P2 ou P3, de acordo com o diâmetro aerodinâmico das partículas
Até 50 vezes o limite de tolerância	Respirador com peça facial inteira com filtro P2 ou P3 (1). Respirador motorizado com peça semi-facial e filtro P2. Linha de ar fluxo contínuo e peça semi-facial. Linha de ar demanda e peça semi-facial com pressão positiva
Até 100 vezes o limite de tolerância	Respirador com peça facial inteira com filtro P2 ou P3 (1). Linha de ar de demanda com peça facial inteira. Máscara autônoma de pressão positiva de demanda.
Até 1000 vezes o limite de tolerância	Respirador motorizado com peça facial inteira e filtro P3. Capuz ou capacete motorizado e filtro P3. Linha de ar fluxo contínuo e peça facial inteira. Linha de ar de demanda e peça facial inteira com pressão positiva. Máscara autônoma de pressão positiva
Maior que 1000 vezes o limite de tolerância	Linha de ar mandado e peça facial inteira com pressão positiva e cilindro de fuga. Máscara autônoma de pressão positiva.

OBS: Para diâmetro aerodinâmico médio mássico maior ou igual a 2 micra pode-se usar filtros classe P1, P2 ou P3. Para diâmetro menos que 2 micra deve-se usar o de classe P3.

8.13 - PROTEÇÃO DE MÁQUINAS

Na aquisição de máquinas e equipamentos, deve-se exigir que possuam os dispositivos de proteção necessários. Os riscos mais comuns no trabalho com máquinas são geralmente: partes móveis, falhas mecânicas e falhas operacional.

REQUISITOS BÁSICOS

- Nas proteções, devemos levar em consideração não só a segurança do operador, como também a dos demais trabalhadores;
- Os dispositivos de proteção devem ser colocados de forma a não prejudicar a eficiência da operação, nem introduzir novos riscos;
- Devem ser colocadas de modo a facilitar trocas, reparos e lubrificação;
- Devem ser dimensionadas adequadamente, para suportar eventuais impactos;
- O comando da máquina deve estar acoplado ao dispositivo de proteção, de tal modo que só funcione com o dispositivo no local apropriado.

TIPOS DE PROTEÇÃO

Toda máquina deve ter instalada proteção ou sistema de proteção, desde que esteja até 2,5m acima do piso ou plataforma de trabalho;

Na proteção de engrenagens que não trabalhem dentro de caixas espe-

ciais, deve ser confeccionadas por chapa metálica totalmente fechada evitando penetração de corpos estranhos.

Em todos os casos de proteção até 2,5m acima do piso ou plataforma de trabalho, as aberturas ou espaços vazios não deverão permitir o contato direto com as partes móveis da máquina.

PROTEÇÃO DO PONTO DE OPERAÇÃO

Depende do tipo de operação da máquina, do tipo de operação que será realizada e da matéria – prima a ser elaborada.

Os tipos mais comuns de proteção:

- Anteparos e guardas de proteção;
- Células fotoelétricas;
- Comandos bimanuais.

8.14 - RISCO ENCONTRADOS NAS EMPRESAS DE EXTRAÇÃO MINERAL.

PEDREIRA

Preparação do Local e Extração

A) Trabalho com explosivos: Pessoas não habilitadas, estocagem irregular de material explosivo, fabricação caseira de explosivo.

- B)** Equipamento e máquinas em condições inadequadas de uso, ruído excessivo.
- C)** Manobra com cabo de aço e máquinas em geral.
- D)** Trabalho a céu aberto: Trabalhador exposto (chuva, ensolação, frio e calor).
- E)** Desmonte e escavação: Risco de soterramento, rolagem de pedras, trabalho em local inundado.
- F)** Piso irregular: Risco de quedas, torções, escadas improvisadas e inseguras para acesso às bancadas de trabalho.

Corte da Rocha e Separação dos Blocos

- A)** Fios de corte: escavação de valas com risco de soterramento, risco de queda por trabalho com diferença de nível em andaimes improvisados, risco de corte com perda de membros durante a lubrificação de polias e partes móveis, risco de ruptura dos cabos, ruído excessivo, má sinalização de fios de corte.
- B)** Corte com maçarico, martelete e perfuratriz: ruído excessivo, poeiras minerais, vibração, exposição à intempéries (calor, chuva, frio e insolação) radiação não ionizante (trabalho com maçarico), riscos ergonômicos (posturas inadequadas durante os trabalhos).

C) Equipamentos de guindar/transportar: pau de carga improvisado (colunas, cabos de sustentação e guinchos), cabos de aço e estropos em mal estado de conservação.

Oficina de Apoio

A) Oficinas improvisadas com instalações elétricas precárias (gambiarras);

B) Máquinas e equipamentos sem a devida proteção;

C) Ferramentas mal conservadas.

Transporte de Pedras

A) Transporte de blocos e de pedras marroadas: Pedras mal arrumada(sol-tas) sobre as carrocerias, causando o deslizamento das pedras sobre a cab-ine; tombamento do veículo; queda das pedras em estradas;

B) Veículos mal conservados.

Vias de Acesso

A) As estradas não pavimentadas, sinuosas e em região íngreme, com risco de tombamento, estradas sem sinalização e transporte de pessoas junta-mente com a carga.

Serraria

A) Tensionamento nas lâminas:

- Esforço excessivo, projeção de material metálico, rebarbas, posturas inadequadas, risco de queda, piso irregular, local úmido.

B) Teares

- Limpeza dos teares, instalações elétricas improvisadas, ruído excessivo, poeiras em suspensão, lubrificação de máquinas em movimento, esforço excessivo, postura inadequadas, piso úmido e irregular.

C) Pátio

- Carregamento e descarregamento das chapas. Risco de tombamento das chapas;
- Movimento de chapas: risco de quebra e queda das chapas, quando do seu içamento através de pinças e cabos de aço;
- Carregamento do caminhão, risco de queda da chapa no seu manuseio para colocação sobre os veículos;
- Risco de prensagem e corte;
- Excesso de horas extras.

Beneficiamento

A) Polimento.

- Local úmido, instalações elétricas improvisadas atividades monótona e repetitiva, posturas inadequadas, ruído, vibração e poeira mineral.

B) Corte de Chapas.

- Local úmido, ruído excessivo, instalações elétricas e hidráulicas improvisadas, risco de queda das chapas quando da sua movimentação.

C) Acabamento.

- Ruído, poeiras, vibração, umidade, posturas inadequadas.

D) Moagem.

- Ruído, poeiras, calor, posturas inadequadas.

ERGONOMIA

- Em todas as etapas relacionadas anteriormente os empregados estão expostos a trabalho pesado, jornada prolongada, posições incômodas e a trabalho repetitivo.
- Nem sempre são oferecidas aos empregados: local apropriado para realizar as refeições, água potável, banheiros e local próprio para descanso; o transporte quando é oferecido se realiza em veículos impróprios, geralmente junto com ferramentas, pedras e blocos de granito/ mármore.

8.15 - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

CONHECENDO O RISCO

A eletricidade é uma fonte de perigo, podendo causar a morte das pessoas que trabalham sem tomar cuidados especiais. Ela é perigosa, mesmo quando é utilizada em “baixas tensões”, como por exemplo, as de 110 volts. Portanto, para prevenir acidentes, toda instalação elétrica deve ser executada e mantida de forma segura por um **eletricista qualificado**.

As instalações elétricas nas empresas são utilizadas para ligar as máquinas e iluminar os locais de trabalho, precisando estar distribuída de forma correta e seguras para o trabalhador.

QUADROS DE DISTRIBUIÇÃO

Numa empresa os quadros de distribuição representam um papel importante na prevenção de acidentes. Segundo suas características de utilização podem ser: principal, intermediário e terminal.

Os quadros devem ser, de preferencia metálicos a fim de proteger os componentes elétricos contra umidade, poeira, impactos, e ter em seu interior o desenho do circuito elétrico. Devem ficar fechados para que os empregados não encostem nas partes energizadas e não guardem roupas, garrafas, marmitas ou outros objetos dentro deles.

Os quadros elétricos de distribuição devem ficar em locais bem visíveis, sinalizados e de fácil acesso. Devem ficar longe da passagem de pessoas, mate-

riais e equipamentos tais como: caminhões, escavadeiras, tratores, guindastes etc... Devem ser instalados sobre superfície que não transmitam eletricidade. Os quadros elétricos devem estar aterrados.

CHAVES ELÉTRICAS

As chaves elétricas do tipo faca devem ser blindadas, para os trabalhadores não encostarem nas partes energizadas. Devem fechar para cima e de tal forma que os porta-fusíveis não fiquem energizados quando as chaves estiverem abertas.

As chaves elétricas tipo faca, blindadas, não devem ser usadas para ligar diretamente equipamentos, como compressores, lixadeiras e outros. Nunca se deve ligar ou desligar as chaves elétricas, quando algum equipamento estiver sendo utilizado.

É proibido a instalação de chaves elétricas tipo “faca”, podendo a empresa poderá ser autuada e/ou interditada caso insista em ter esse tipo de dispositivo elétrico.

FIOS E CABOS

Os fios e cabos devem ser estendidos em lugares que não atrapalhem a passagem de pessoas, máquinas e materiais. Se os fios e cabos tiverem de ser estendidos em locais de passagem, devem estar protegidos por calhas de madeira, canaletas ou eletrodutos. Podem também, serem colocados a uma certa altura que não deixe que as pessoas e máquinas encostem neles. Se forem enterrados, é necessário protegê-lo por calhas de madeira, placas de concreto ou eletrodu-

tos. O caminho das redes elétricas enterradas deve ser marcado com placas.

Uma pessoa experiente, que conheça as instalações deve ficar acompanhado os trabalhos de escavação ou aterro, para avisar quando os operários estiverem perto de 1,5m das redes elétricas aterradas.

Os fios e cabos devem ser fixados em isoladores, argolas, abraçadeiras, e nunca em materiais que não sejam isolantes, por exemplo: arames, canos metálicos, pára – raios e vergalhões.

- Não colocar os fios e cabos em lugares que possam desgastar ou cortar sua isolação;
- Não colocar os fios e cabos sem proteção, em locais de passagem.

As emendas que forem feitas nos fios e cabos devem ficar firme e bem isoladas, não deixando partes descobertas.

Os fios e cabos com muitas emendas, mau isolamento ou fora de uso devem ser recolhidos e substituídos por novos. Quando os fios e cabos forem puxados para tomadas e interruptores ou quando atravessarem paredes, é preciso protegê-los, por exemplo, com calhas e eletrodutos.

LIGAÇÕES ELÉTRICAS

A ligação elétricas dos equipamentos à rede elétrica sempre deve ser feita através do conjunto plug-tomada. Nunca se deve ligar mais de um equipamento na mesma tomada, se ela foi feita para uma só ligação.

Os equipamentos elétricos devem estar desligados da tomada, quando

não estiverem sendo usados. Os equipamentos elétricos devem Ter o dispositivo liga/desliga, sendo proibido fazer ligação direta. Nunca se deve pendurar ou puxar os equipamentos elétricos pelo fio, para não estragar as ligações.

FERRAMENTAS MOTORIZADAS ELETRICAMENTE

Ferramentas elétricas são equipamentos acionados por motores elétricos, que podem ser facilmente transportados e manuseados por apenas um homem e devem ser acompanhadas do manual de instruções quanto ao seu uso, manutenção e norma de segurança, servindo também para o treinamento dos usuários.

A segurança exige uma seleção uma prévia da ferramenta apropriada a cada serviço, pois, ao se utilizar uma ferramenta subdimensionada, ela ficará sujeita a quebras, travamento, aquecimento excessivo, choque elétrico etc..

As ferramentas elétricas devem ser dotadas de dispositivos de partida (gatilho), de forma que, ao cessar a pressão da mão do operador, seja automaticamente interrompida a corrente elétrica, evitando-se assim, ligações acidentais.

Em ferramentas elétricas de funcionamento contínuo, como lixadeiras, usa-se um botão de pressão, o qual deve ser totalmente pressionado, para que o motor funcione. Neste caso, um simples toque não é capaz de ligar a ferramenta. A tensão máxima recomendável para ferramenta elétrica é de 250V.

Em obras horizontais, recomenda-se o uso de quadros móveis de tomadas a fim de reduzir o comprimento dos fios de ferramentas elétricas, onde serão conectados os plugs das ferramentas.

Somente o eletricista deve estar autorizado a ligar ou desligar ferramentas elétricas fora do quadro de tomadas (em chaves ou redes elétricas). As ferramentas sem dupla isolamento devem ser providas de ligação terra, da seguinte maneira:

- **MONOFÁSICAS** – fio com 3(três) condutores (fase, neutro e terra).
- **TRIFÁSICAS** – fio com 4(quatro) condutores (três fases e um terra).

A bitola mínima para o fio terra deve ser 14 AWG, de cobre. O diâmetro do fio deve ser função de seu comprimento e do consumo de força da ferramenta.

Para seu dimensionamento, deve-se consultar a tabela seguinte:

Comprimento Da máquina à tomada			Capacidade em Ampères na Placa da Ferramenta					
			Norma AWG					
110V	220V	0/2	2,1/3,4	3,5/5	5,1/7	7,1/12	12,1/16	16,1/20
7	15	16	16	16	16	16	14	12
15	30	16	16	16	16	14	12	12
25	45	16	16	16	14	12	10	10
30	60	16	16	14	12	10	8	8
60	120	16	14	12	10	8	6	6
90	180	14	12	10	8	6	4	4
120	240	12	10	8	6	4	4	2
150	300	12	10	8	6	4	2	2

Atenção: A bitola dos cabos é dada segundo Norma AWG (American Wire Gauge)

As ferramentas elétricas não devem ser utilizadas em locais impregnados de gases inflamáveis, locais confinados ou atmosfera explosivas.

CIRCUITOS DE ILUMINAÇÃO

Os circuitos de iluminação devem estar ligados à rede elétrica através de chaves blindadas. Quando estiverem ligados a quadros elétricos, devem se usados o conjunto plug-tomada.

É preciso usar material isolante para fixar os circuitos de iluminação. Não fixar esses circuitos em vergalhões ou arames. Nos locais de movimento de material, as lâmpadas devem estar protegidas contra batida, para não quebrarem. Nunca se deve usar lâmpadas portáteis, se elas não tiverem proteção.

MEDIDAS DE PROTEÇÃO

Todas as instalações elétricas devem ser consideradas perigosas, porque podem causar acidentes fatais. Por isso, nos trabalhos com eletricidade, é preciso conhecer o serviço e saber quais as formas de se proteger contra acidentes.

Duas dessas formas de proteção são:

- Proteção contra contatos diretos;
- Proteção contra os contatos indiretos.

Proteção Contra Contatos Diretos

O contato direto é o que ocorre quando uma pessoa esbarra diretamente em partes energizadas.

Existem três maneiras de evitar que os trabalhadores sofram acidentes por contato direto:

- Pelo afastamento do trabalhador da rede elétrica;
- Pelo uso de barreiras;
- Pela isolação bem feita.

DISTANCIAMENTO OU AFASTAMENTO

Pode-se evitar acidentes, não deixando que os trabalhadores e equipamento cheguem perto da rede elétrica. É bom deixar uma distância mínima de cinco metros entre a rede elétrica e o local de trabalho. É preciso ter certeza de que o material transportado e as ferramentas usadas pelo trabalhador fiquem afastados da rede elétrica. Os mesmos cuidados se devem ter na movimentação de andaimes, guias, veículos basculantes, porque podem esbarrar acidentalmente na rede elétrica.

BARREIRAS - As barreiras são colocadas para não deixar que os trabalhadores entrem em contato com a eletricidade.

Elas devem ser fixadas e firmes. Devem estar sinalizadas, para que os trabalhadores entendam que naquele lugar existe risco elétrico.

PROTEÇÃO CONTRA CONTATOS INDIRETOS - contato indireto acontece quando uma pessoa esbarra em peças metálicas que por erro na instalação elétrica ou defeito de isolação ficam energizadas.

Canalizações metálicas e carcaças de equipamentos elétricos são armadilhas

para o trabalhador, se a rede elétrica ou os equipamentos não estiverem aterrados.

ATERRAMENTO ELÉTRICO - Este serviço deve ser feito por eletricista que conheça perfeitamente a importância das conexões bem feitas e condições de medir a resistência elétrica do solo, que deve ser a menor possível (20hms no máximo).

Todos os equipamentos elétricos devem estar aterrados, menos os que tenham dupla isolação ou os que funcionem com menos de 50volts.

Se a carcaça de uma máquina estiver energizada pode acontecer que:

1. A máquina não estiver aterrada

Se um trabalhador encostar na carcaça da máquina, a corrente elétrica vai passar pelo seu corpo e causar choque elétrico.

2. A máquina está aterrada

Neste caso, a corrente elétrica de fuga seguirá para o ponto de aterramento pelo cabo condutor.

Atividade em Locais Úmidos

Antes de começar a trabalhar com eletricidade em lugares molhados ou

úmidos, é preciso examinar os fios e cabos, os equipamentos e as ligações elétricas. Qualquer defeito que for encontrado deve ser logo consertado.

O perigo aumenta porque a umidade facilita a passagem da corrente elétrica pelo corpo do trabalhador. Tais situações devem ser resolvidas através do bombeamento da água ou a colocação de estrados de borracha no piso, evitando assim o contato direto com a umidade.

MANUTENÇÃO

O eletricista deve saber que as manutenção devem ser verificadas constantemente, bem feitas, e uma das principais medidas para verificar os riscos de acidente e que deve ser realizada com a chave geral desligada.

Deve-se colocar uma placa/etiqueta na chave geral, proibindo que ela seja ligada, quando a instalação elétrica estiver em manutenção. É bom usar cadeado em chave geral, para que ela não seja ligada por acaso.

O eletricista deve usar capacete, luva de borracha, botina de couro com solado de borracha sem partes metálicas e óculos de segurança.

Na manutenção de equipamentos elétricos, o eletricista deve ter certeza de não trocar o fio terra (verde, verde/amarelo) com o fio energizado em relação aos terminais do equipamento, porque se isto acontecer a carcaça do equipamento ficará energizada.

A troca de fusíveis ou qualquer serviço em caixas de ligação é perigoso. Por isso, para fazer este serviços o eletricista deve ficar em cima de um tapete de borracha

ou de uma tábua, principalmente em lugares úmidos, e usar um alicate com cabo de material isolante. Um fusível queimado deve ser trocado por outro do mesmo tipo e capacidade (amperagem). Nunca deve colocar moedas, arames, pregos ou fazer ligações diretas. Não se deve colocar fusível no condutor neutro (azul claro) que passa pela chave faca, pois ele não pode ser interrompido pela queima do fusível. Para ligar ou desligar as chaves elétricas, o trabalhador não deve ficar na sua frente.

Na manutenção das instalações e equipamentos deve ser dada uma importância especial para as sinalizações, pois elas são responsáveis em grande parte pela prevenção dos acidentes de origem elétrica. O eletricitista deve sempre avisar ao seu encarregado o serviço a ser executado, ou uma carga de serviço mais próximo.

EM CASO DE CHOQUE ELÉTRICOS

No caso de acidentes, é preciso agir rápido, porque quanto mais tempo uma pessoa ficar sofrendo o choque elétrico, menos chance ela tem de sobreviver.

Primeiramente, deve-se desligar a chave geral. Quando não for possível desligar a chave geral, deve-se fazer o seguinte:

- Usar luvas de borracha para soltar o trabalhador da rede elétrica;
- Senão tiver luvas, usar madeira seca ou ficar em cima de um tapete de borracha.
- Retirado o empregado da rede elétrica inicia-se os primeiros socorros no local do acidente e encaminhe a vítima ao hospital mais próximo.

8.16 - LEVANTAMENTO E TRANSPORTE MANUAL DE PESOS

CONHECENDO O RISCO

São freqüentes os serviços que exigem dos trabalhadores o levantamento e transporte manual de pesos.

Pode ocorrer, no entanto, que em consequência de desconhecimento ou negligência dos procedimentos corretos a serem adotados, os trabalhadores sejam surpreendidos por dores lombares, entorses, deslocamento de disco e hérnias.

Na indústria da mineração, os trabalhadores convivem com o levantamento e transporte de sacos de cal, granalha, tábuas, martelotes, placas, ferramentas, cujos procedimentos corretos estão descritos.

CONSIDERAÇÃO PRELIMINARES

As recomendações a seguir se aplicam aos operários que necessitam levantar e transportar manualmente um peso. Para tanto, antes de qualquer ação, devem verificar:

- O tamanho, a forma e volume da carga, para estudar a maneira mais segura de levantá-la;
- O peso de carga, para verificar se não ultrapassar sua capacidade individual de levantamento de peso;

- A existência de pontas ou rebarbas, para não se acidentar;
- A necessidade de utilizar equipamento de proteção individual, como luvas, máscaras, aventais, sapatos de segurança com biqueira de aço;
- O caminho a ser percorrido, observado se o mesmo está desimpedido, limpo, não escorregadio, e a distância a ser transposta.

CAPACIDADE INDIVIDUAL

A capacidade individual de levantamento manual de peso, é alterada pelos seguintes fatores:

- Estrutura física;
- Idade;
- Sexo.

Recomenda-se para as mulheres 50% dos valores máximos de levantamento de peso indicados para os homens, porque geralmente elas têm:

- Menor tolerância ao trabalho físico pesado;
- Musculatura mais fraca;
- Menor peso, o que faz com que o peso do corpo sobre o centro de gravidade seja menor.

Com a finalidade de não prejudicar o desenvolvimento do esqueleto, recomenda-se que os jovens, de 16 a 18 anos, executem, ocasionalmente, o levantamento de no máximo 40% do peso destinados aos adultos.

O levantamento de peso para as pessoas idosas deve ser evitado, pois seus ossos são frágeis, e sua força muscular é pequena.

PROCEDIMENTO CORRETOS

Ainda que não adote os procedimentos corretos para levantar e/ou transportar um peso, um operário pode conseguir o mesmo limite de carga que um outro atinge agindo corretamente. Porém o levantamento e o transporte corretos não trazem problemas ao trabalhador, enquanto os procedimentos errados podem acarretar danos à sua saúde. Após tomar as precauções indicadas o trabalhador deve:

Posicionar-se junto à carga, mantendo os pés afastados, com um pé à frente que o outro, para aumentar a sua base de sustentação;

Abaixar-se dobrando os joelhos e mantendo a cabeça e as costas em linha reta;

Segurar firme a carga, usando a palma das mãos e todos os dedos;

Levantar-se somente o esforço das pernas, e mantendo os braços estendidos;

Aproximar-se bem a carga do corpo;

Manter a carga centralizada em relação às pernas durante o percurso.

Seguindo essas instruções, ocorrerá uma pressão uniforme na vértebra do trabalhador do trabalhador, não causando problemas à sua coluna. Do contrário o trabalhador pode adquirir uma hérnia de disco, doença popularmente conhecida como “bico de papagaio” e outras lesões em sua estrutura óssea.

Conhecendo melhor como se comporta a estrutura óssea da coluna vertebral, pode-se avaliar e evitar os graves danos desencadeados por um levantamento de peso mal executado. Por isso, é preciso:

- Não dobrar as costas;
- Não ficar muito longe da carga;
- Não torcer o corpo para pegar a carga;
- Não manter as pernas fixas no chão e virar o corpo com a carga;
- Não escorar a carga na perna ou no joelho.

RECOMENDAÇÕES GERAIS

Recomenda-se evitar o levantamento ou transporte de peso quando a diferença de altura dos operários provocar desnível da carga. No caso de o volume da carga ser excedido, sempre é aconselhável o emprego de pelo menos dois trabalhadores.

Deve-se evitar o transporte de cargas com apenas uma das mãos, procurando-se distribuir o peso nas duas mãos.

No transporte de cargas, deve-se sempre manter a cabeça e as costas em linha reta. Evita-se um esforço excessivo dos músculos do ante-braço, utilizando-se um sistema de puxador que permita boa firmeza dos cinco dedos e da palma da mão.

APLICAÇÕES

Visando dar maiores subsídios ao trabalhador que necessita levantar e transportar manualmente um peso, apresentamos a seguir alguns exemplos práticos.

Levantamento e transporte de Sacarias

Manter a cabeça e as costas em linha reta e segurar firmemente a carga, usando a palma das mãos;

Levantar-se usando o esforço das pernas e mantendo os braços esticados ao sustentar o peso;

Colocar a sacaria nos ombros;

Segurar firme a sacaria e iniciar o transporte mantendo sempre as costas retas.

Levantamento e Transporte de Cilindros

Ficar agachado próximo ao cilindro, com uma das pernas um passo à frente do corpo.

Segurar o cilindro pelo lado da válvula;

Levantar o cilindro, mantendo as costas retas.

Ao transportar, rodar o cilindro até o lugar designado, mantendo sempre as costas retas. Para grandes distâncias é aconselhável o uso de carrinhos de mão.

Levantamento e Transporte de Tambores

Ficar agachado próximo ao tambor, com uma das pernas um passo à frente do

corpo;

Com as mãos entre as pernas e as costas retas, levantar lentamente o tambor;

Para o deslocamento, rolar o tambor, mantendo sempre as retas.

Levantamento e Transporte de Placas

Verificar se a placa a ser transportada apresenta trincas ou descontinuidades;

Posicionar o equipamento de guinchar na placa a ser transportada;

Idicar a placa e transportá-la o mais próximo do piso com o auxílio de suporte com rodas

8.17 - SINALIZAÇÃO DE ÁREAS DE TRABALHO E DE CIRCULAÇÃO.

CONHECENDO O RISCO

As vias de circulação e acesso das minas devem ser sinalizadas de modo adequado, para a segurança dos trabalhadores.

Obrigatoriedade Conforme NR22

As áreas de utilização de material inflamável, assim como aquelas sujeitas à ocorrência de explosões ou incêndios devem estar sinalizadas, com indicação de área de perigo e proibição de uso de fósforos, de fumar ou outros meios que produzam calor, faísca ou chama.

Trabalhos em áreas citadas neste item, que utilizem meios que produzam calor, faísca ou chama só serão realizados adotando-se procedimentos especiais ou mediante liberação por escrito do engenheiro responsável pela mina.

Os tanques e depósitos de substância tóxicas e de explosivos e nos tanques de combustíveis inflamáveis, de explosivos e de materiais passíveis de gerar atmosfera explosiva devem ser sinalizadas, com a indicação de perigo e proibição de uso de chama abertas nas proximidades e o acesso restrito a trabalhadores autorizados.

Nos depósitos de substância tóxicas e de explosivos e nos tanques de combustíveis inflamáveis devem ser fixados, em local visível, indicações do tipo do produto e capacidade máxima dos membros. Tais dispositivos de sinalização devem ser mantidos em perfeito estado de conservação.

Nos cruzamento e locais de ramificações principais devem estar indicadas as direções e as saídas da mina, inclusive as de emergência.

As plantas de beneficiamento devem ter suas vias de circulação e saída identificadas e sinalizadas de forma visível.

PADRONIZAÇÕES

As tubulações devem ser identificadas segundo a Norma Regulamentadora n.º 26, ou, alternativamente, identificadas a cada cem metros, informando a natureza do seu conteúdo, direção do fluxo e pressão de trabalho sendo as seguintes:

COR	APLICAÇÃO
Vermelho	Gases não liqüefeitos; Partes baixas de escadas; Corrimões de escadas; Caçambas, Guindastes, tratores, empilhadeiras, cavaletes, para - choque de veículos.
Amarelo	Faixas de circulações de segurança em piso; Localização de bebedouros; Áreas destinadas a armazenagem; Zona de Segurança
Preto	Indicar as canalizações de inflamáveis e combustíveis de alta viscosidade
Azul	Canalização de ar comprimido; Indicar a palavra "CUIDADO".
Verde	Canalização de água; Chuveiro de segurança; Máscas; Caixas contendo EPI; Emblemas de segurança; Mangueiras de segurança
Laranja	Canalização contendo ácidos; Partes móveis de máquinas; Faces internas de painéis elétricos; Botões de arranques de segurança.
Cinza	Usada para indicar eletrodutos; tubulações de vácuo.
Alumínio	Usada para indicar canalizações contendo gases liqüefeitos, inflamáveis e combustíveis de baixa viscosidade.
Marrom	Pode ser adotado pela empresa para indicar qualquer outro fluido.
Púrpura	Usada para indicar os perigos de radiações eletromagnéticas; Recipientes de materiais radioativos.
Lilás	Usada para indicar tubulações de indicações de álcalis..

Os recipientes de produtos tóxicos, perigosos ou inflamáveis devem ser rotulados conforme disposto na NR 26 sendo:

- A)** Nome técnico do PRODUTO;
- B)** Palavra de advertência;
- C)** Indicação de risco;
- D)** Medidas preventivas;
- E)** Primeiros socorros;
- F)** Informações para médicos;
- G)** Instruções no caso de fogo, derramamento ou vazamento.

As áreas de basculamento devem ser sinalizadas, delimitadas e protegidas contra quedas acidentais de pessoas ou equipamentos. Os acessos às bancadas devem ser indentificados e sinalizados. As palavras de advertência que devem ser usadas são:

- A) PERIGO** – Para indicar situação que apresentam alto risco para o empregado;
- B) CUIDADO** – Para indicar situação que apresenta risco médio para o empregado;
- C) ATENÇÃO** – Para indicar situações que apresentam risco leve para o empregado;

8.18 - EQUIPAMENTOS DE GUINDAR

CONHECENDO O RISCO

Tanto para talhas como para os guindastes, os fatores de segurança são os mesmos e baseiam-se, principalmente, na capacidade de carga e na resistência e estado de seus componentes, tais como: cabos, roldanas, ganchos.

OBRIGATORIEDADE CONFORME NR-22

Como medida de segurança, e por cumprimento da Norma Regulamentadora 22, os equipamentos utilizados pela empresa na suspensão de materiais devem possuir os seguintes dados técnicos:

- A)** Indicação de carga máxima permitida e da velocidade máxima de operação e dispositivos que garantem sua paralisação em caso de ultrapassagem deste índices;
- B)** Indicar o limitador de velocidade para máquinas com potência superior 40 KW;
- C)** Em subsolo, indicador de profundidade funcionamento independente do tambor;
- D)** Freio de segurança contra recuo.

Os equipamentos de guindar devem ser montados conforme recomendações e especificações técnicas vigentes seguindo as instruções do fabricante. Os cabos, correntes e outros meios de suspensão ou tração e suas conexões utilizadas em tais equipamentos, devem ser projetados, especificados,

instaladas conforme instruções dos fabricantes e ser previamente certificados por organismo de certificação credenciado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO.

OPERAÇÃO.

Outros aspectos de segurança estão ligados diretamente à operação:

1. Os equipamentos de guindar só devem ser operados por empregados qualificados;
2. As cargas não devem ser transportas à mais de 30 cm em relação ao solo;
3. Devem ser destacados ajudantes para engatar a carga, trabalhar como sinaleiros e, quando necessário, impedir, por meio de uma corda, que a carga oscile em demasia;
4. Deve-se manter o gancho preso à estrutura para não haver movimentos oscilatórios nos movimentos sem carga.

8.19 - CABOS DE AÇO

CONHECIMENTO TÉCNICOS

Os cabos de aço são constituídos de um certo números de cordões ao re-

dor de um núcleo (alma), que tanto pode ser de fibra ou aço. Quando se aumenta o número de fios de cordão, aumenta também a flexibilidade, mas a capacidade de resistência à abrasão diminui. Dessa forma, vemos a importância de escolher os cabos que convêm a cada tipo de trabalho:

- 1) Para uso estático – é necessário que o cabo tenha a capacidade de suportar uma carga igual a três vezes aquela a que vai ser submetido;
- 2) Para o uso rotativo – a carga ruptura deve ser igual cinco vezes a carga máxima prevista na utilização.

Todos os cabos, correntes e outros meios de suspensão ou tração devem possuir coeficiente de segurança de, no mínimo, igual a seis em relação à carga estática máxima e serem substituído. O diâmetro mínimo da polia e do tambor deve ser de 26 vezes o diâmetro do cabo de aço.

Obrigatoriedade Conforme NR22

Devem ser realizadas, no mínimo a cada meses, medições topográficas para verificar o posicionamento dos eixos das polias dos cabos, de acordo com as características técnicas do respectivo projeto.

A empresa ou Permissionário de Lavra Garimpeira anotarà em livro ou outro sistema de registro, sob responsabilidade técnica durante o período de no mínimo 1 ano, os seguintes dados relativos aos cabos, correntes e outros meios de suspensão ou tração utilizados nas atividades de guindar:

- A) Composição e natureza;

- B)** Características mecânicas;
- C)** Nome e endereço do fornecedor e fabricante;
- D)** Tipo de ensaios e inspeções recomendadas pelo fabricante;
- E)** Tipo e resultados das inspeções realizadas;
- F)** Data de instalação e de reparos ou substituições;
- G)** Natureza e conseqüência dos eventuais acidentes;
- H)** Capacidade de carga conduzida e
- I)** Data das inspeções com nomes e assinaturas dos inspetores.

Inspeção e Descarte de Cabo

O descarte se faz de acordo com a quantidade de fios quebrados existentes num comprimento determinado.

Existem dois tipos de testes:

1. Num comprimento de 6 diâmetro (6d);
2. Num comprimento de 30 diâmetro (30d).

(MULTIPLICAR POR 6 OU 30 O DIÂMETRO DO CABO)

A inspeção deve ser feita em todo o comprimento de cabo, devendo ser usado o critério nos piores trechos encontrados.

O quadro IX dá o máximo de fios quebrados que pode existir, se esse número for ultrapassado, o cabo deverá ser substituído imediatamente.

Notar que há valores diferentes para cabo de enrolamento oposto (cruzados) e para cabos de enrolamento único. O número permitido depende do número total de fios do cabo (linha da tabela) e do tipo de cabo (colunas da tabela). Se o cabo tiver uma perna ou um cordão inteiro quebrado, deve ser rejeitado.

QUADRO IX – INSPEÇÃO DE CABOS DE AÇO				
Número Total De Fios do cabo		Número de Fios Quebrados		
		Enrolamento oposto Num comprimento de:		Enrolamento único Num comprimento de
Pernas e Fios		6d	30 d	6d 30 d
10 x 10 = 100		5	10	2 4
18 x 7 = 126				
6 x 19 = 114		8	16	3 6
10x12+36 = 156				
8 x 19 = 152		18	36	6 12
6 x 37 = 222		30	60	10 20
8 x 37 = 296		40	80	12 24
Na quebra de uma perna, o cabo deve ser imediatamente trocado. Norma DIN 15020				

CUIDADOS PARA SUA MANUTENÇÃO

- 1)** Deve-se verificar, cuidadosamente, se o cabo não está sofrendo corrosão. É conveniente verificar, cuidadosamente o diâmetro do cabo em toda a sua extensão, para investigar qualquer diminuição brusca do mesmo. Essa redução pode ser devida à decomposição interna no cabo e, conseqüentemente, poderá existir sem que se manifeste exteriormente.
- 2)** Mesmo que o cabo trabalhe em ótimas condições, chega um momento em que, após atingir sua vida útil normal, necessita ser substituído, em virtudes do seu desgaste , de arames rompidos.
- 3)** A lubrificação do cabo depende da intensidade do seu uso, das condições adversas (temperatura, poeira, chuva e etc.), sendo recomendável, no mínimo, a cada 100h ou 12 dias de trabalhos efetuados.
- 4)** O cabo de aço pode vir em bobina ou enrolando. É recomendável amarrar a ponta com arame para evitar o desfiação do mesmo.

8.20 - CIRCULAÇÃO E TRANSPORTE DE PESSOAS E MATERIAIS

CONHECENDO O RISCO

Toda mina deve ter um plano de trânsito estabelecendo regras de preferência de movimentação e distâncias mínimas entre máquinas, equipamentos e veículos compatíveis com a segurança, e velocidade permitidas, de acordo

com as condições das pistas de rolamento.

OBRIGATORIEDADE DOS EQUIPAMENTOS CONFORME NR22

Os tratores, empilhadeiras e caminhões de transporte de materiais ou pessoas devem possuir:

1. Dispositivos de bloqueio (cadeados ou chaves) que impeçam seu acionamento por pessoas não autorizadas;
2. Devem possuir, em bom estado de conservação e funcionamento faróis, luz e sinal sonoro de ré acoplado ao sistema de câmbio de marchas e buzina;
3. Sinal de indicação de mudança do sentido (setas) de descolamento e espelhos retrovisores;
4. Indicação da capacidade e a velocidade máxima de operação, devendo figurar em placa afixada em local visível.
5. Seus condutores devem ser habilitados/ treinados, e utilizarem cartão de identificação com nome e fotografia, em local visível.
6. Os veículos de pequeno porte que transitam em áreas de mineração a céu aberto devem possuir sinalização através de antena telescópica com bandeira de sinalização e manter os faróis ligados, mesmo durante o dia, de forma a facilitar sua visualização pelos operadores de equipamentos de grande porte.

OBRIGATORIEDADE DOS LOCAIS CONFORME NR22

Os locais onde é realizado o transporte em minas a céu aberto, deve obedecer aos seguintes requisitos mínimos:

- A)** Os limites externos das bancadas utilizadas como estradas devem estar demarcados e sinalizados de forma visível durante o dia e à noite;
- B)** A largura mínima das vias de trânsito, devem ser duas vezes maior que a largura do maior veículo utilizado, no caso de pista simples, e três vezes, para pistas duplas e;
- C)** Nas laterais das bancadas ou estradas onde houver risco de quedas de veículos devem ser construídas leiras com altura mínima correspondente à metade do diâmetro do maior pneu de veículos que por elas trafegue.
- D)** As vias de circulação de veículos, não pavimentadas, devem ser umedificadas, de forma a minimizar a geração de poeira.
- E)** A empresa ou Permissionário de Lavra Garimpeira é co-responsável pela segurança do transporte dos trabalhadores caso contrate empresa prestadora de serviço para tal fim .

O transporte conjunto de pessoas e materiais tais como ferramentas, equipamentos, insumos e matéria-prima somente será permitido em quantidades compatíveis com a segurança e quando estes estiverem acondicionados de maneira segura, com compartimento adequado, fechado e fixado de forma a não causar lesão aos trabalhadores.

8.21 - DESMONTE DE ROCHA E USO DE EXPLOSIVOS

CONHECENDO O RISCO

Nas atividades de desmonte de rochas com explosivo (fogo), que na extração de rochas ornamentais é comum, principalmente durante o decapeamento da lavra, trazendo grandes riscos, não só aos trabalhadores que os executam, como também aos moradores nas proximidades devido às projeções de pedras.

O desmonte com a aplicação de massa expansiva e fio diamantado (frio) é de menor risco, pois reduz o risco durante o processo, embora haja riscos na aplicação da massa expansiva, no deslocamento do talude e na montagem da máquina menos perigoso, sendo porém bastante incômodo a todos; o desmonte a fogo, além de ser também incômodo, apresenta o risco causado pela projeção de pedras, em consequência de explosões.

8.22 - USO DE FERRAMENTAS

CLASSIFICAÇÕES

Ferramentas são equipamentos portáteis que podem ser classificada em:

- Manuais;
- Motorizadas (elétricas);
- Acionadas por explosivos (pólvora);
- Pneumáticas.

ARMAZENAMENTO

As ferramentas devem ser guardadas no almoxarifado, sendo retiradas somente por pessoa habilitadas para a sua utilização. O almoxarifado deve dispor de todas as ferramentas necessárias aos serviços a serem executados na empresa, e em bom estado de conservação. Deve ser provido de painéis, gavetas e caixas, de maneira a manter as ferramentas em boas condições de conservação e funcionalidade, procurando-se definir o local para cada um. No caso de painéis, recomenda-se projetar com pintura, os contornos das ferramentas, facilitando assim o controle de suas retiradas.

DAS RESPONSABILIDADES

Os trabalhadores devem ser orientados e treinados para a escolha adequada e a utilização segura das ferramentas, recolhendo-as para a manutenção, sempre que apresentarem desgaste excessivo, defeito, e quebras.

São atribuições de encarregado, mestre e Técnico de Segurança do Trabalho:

- Evitar o armazenamento de ferramentas no local de trabalho;
- Evitar prática inadequada na sua utilização;
- Observar se o transporte é feito de maneira correta;
- Verificar a necessidade de manutenção.

FERRAMENTAS MANUAIS

O índice de frequência de lesões causadas pela utilização inadequada de ferramentas manuais é elevado, sendo, no entanto, baixo o índice de gravidade, porém são muitos comuns as infecções decorrentes de cortes, perfurações e arranhões. As ferramentas manuais devem ser transportadas em caixas, sacolas, bolsas ou cinto com porta-ferramentas, não sendo permitindo seu porte nos bolsos da vestimenta. As ferramentas de gume ou ponta, devem ser protegidas com bainha de couro, madeira ou rolhas de cortiça, sempre que portadas em sacolas, bolsas ou cintos apropriados. A proteção será dispensada quando transportada em estojo. As ferramentas não devem ser usadas como alavancas, nem para golpear, pois não foram projetadas para isso, sendo provável que não resistam ao esforço solicitado. As facas, ao serem transportadas, devem ser colocadas em caixas ou bolsas e terem suas lâminas protegidas por uma bainha.

8.23 - USO DE FERRAMENTAS DE ESMERILHAR

CONHECENDO OS RISCOS

As principais causas de acidentes com ferramentas de esmerilhar, provém essencialmente de:

- Estouro de rebolo;
- Contato acidental com o rebolo;
- Inalação de pó proveniente do lixamento;
- Projeção de partículas provenientes do lixamento.

AS PRINCIPAIS CAUSAS DE RUPTURA DO REBOLO

As principais causas de ruptura de rebolo são as seguintes:

- Montagem errada;
- Excesso de velocidade de rotação. Não se deve usar um rebolo em velocidade superior à indicada pelo fabricante no próprio rebolo ou no flange;
- Bloqueio da peça em vista de ser trabalhada, devido à má regulagem no suporte;
- Choques acidentais (quedas).

MONTAGEM DO REBOLO

É essencial que se tome cuidados básicos na montagem dos rebolos, afim de não gerar risco para o operador:

- Antes de montar deve-se fazer soar o rebolo, novo ou usado e, especialmente, o estocado durante algum tempo.
- O rebolo deve estar seco, livre de pó e emitir som puro.
- Os rebolos que emitem som diferente ou falso, devem ser eliminados.
- Os rebolos leves ou pequenos devem ser suspensos num dedo furo central, batendo-se a 45º de ambos os lados do eixo vertical e perto da periferia.
- Devido a sua fragilidade, os rebolos devem ser manuseados e estocados com precaução, evitando-se choques.
- Substituir o rebolo quando o material abrasivo ficar a baixo da faixa de segurança identificada na lateral do rebolo.

USO INADEQUADO

O uso inadequado do rebolo além de diminuir a vida útil do equipamento, trás sérios riscos para o operador do mesmo, assim listaremos algumas situações de não conformidade:

- Pressão lateral num rebolo fino (frenagem);
- Frenagem nos flanges ou no próprio rebolo, ao invés de deixa-lo parar naturalmente;
- Não esmerilhar no flanco (lateral) de uma rebolo plano, especialmente se for fino. O esforço de contato com a peça é suficiente para provocar a ruptura. Para isso, deve-se usar rebolos lapidados;
- Utilização de rebolos com o material abrasivo abaixo da faixa lateral de segurança.

8.24 - NR 11 - MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS (BLOCOS E CHAPAS DE MÁRMORES , GRANITOS E OUTRAS ROCHAS)

INTRODUÇÃO

Nas indústrias é crescente a utilização de meios de elevação com operação a partir do solo, onde o movimentador é também operador, ou seja, ele é responsável pelas duas funções. O perigo é que tanto o pessoal da produção

quanto o pessoal da manutenção operam e movimentam, com isso exercem uma atividade a qual não estão acostumados ou mesmo preparados. A facilidade com que os meios de elevação movimentam a carga engana quanto as situações de perigo.

Pela demonstração de condições de acidentes típicos é preciso que elas sejam conhecidas e conseqüentemente evitadas. No setor de transportes, apesar do alto grau de automatização, ainda existe um grande percentual de trabalho manual, especialmente na movimentação de cargas por meio de talhas, guindastes, etc. que de agora em diante chamaremos de meios de elevação.

Meios de elevação, como talhas, facilitam a movimentação de cargas, por meio destes podemos reduzir muito nosso trabalho braçal, porém, deveremos usar mais a “cabeça”.

O homem ao lado da carga que é o movimentador forma uma equipe com o operador do meio de elevação. A atuação do movimentador é fundamental para a execução de uma movimentação com segurança.

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

PROTEÇÃO DA CABEÇA

Devido ao risco de se bater a cabeça em ganchos, cargas em movimentação ou mesmo objetos parados, o capacete é indispensável em qualquer lugar onde exista a possibilidade de se machucar a cabeça. Capacetes devem estar a disposição e tem de ser utilizados.

PROTEÇÃO DOS PÉS

Os pés correm perigo constante pois a qualquer instante podem cair objetos sobre os mesmos. Quando o movimentador está prestando atenção à carga, ao operador e outras coisas que o cercam ele está sujeito a bater o pé em objetos pontiagudos e machucá-los e é por isso que é necessário o uso de sapatos com biqueira de aço. Onde existem pregos e outros objetos pontiagudos, que poderiam perfurar a sola, é necessário que se use sapatos com palmilha de aço revestida.

PROTEÇÃO DAS MÃOS

Arames soltos em cabos de aço sempre têm machucado mãos de movimentadores assim como farpas de madeira das cunhas e caibros e cantos vivos de cargas, portanto, é indispensável o uso de luvas.

TABELAS DE CARGAS

As tabelas de carga para os diversos tipos de Lings que utilizamos completam nosso equipamento de segurança. Com elas podemos definir facilmente qual Linga e de que forma devemos utilizá-las.

CRONOGRAMA IDEAL PARA UMA MOVIMENTAÇÃO

1. Preparação:

- Conhecer o peso e centro de gravidade de carga;
- Determinar qual Linga e se necessário preparar proteção para os cantos vivos;

- Preparar o local de destino com caibros e cunhas se necessário.
- 2.** Informar ao operador o peso da carga.
 - 3.** Colocar o gancho do meio de elevação perpendicularmente sobre o centro de gravidade da carga.
 - 4.** Acoplar a Linga à carga.
 - Se não for utilizar uma das pernas da Linga, acoplá-la ao elo de sustentação para que não possa se prender a outros objetos ou cargas. Quando necessário, pegar a Linga por fora e deixar esticar lentamente.
 - 5.** Sair da área de risco.
 - 6.** Avisar a todos os envolvidos no processo de movimentação e a todos que estiverem nas áreas de risco.
 - 7.** Sinalizar ao operador. A sinalização deve ser feita por uma única pessoa.
 - 8.** Ao iniciar a movimentação devemos verificar:
 - se a carga não se “ganchou” ou prendeu;
 - se a carga está nivelada ou corretamente suspensa;
 - se as pernas têm uma carga semelhante.
 - 9.** Se a carga pender mais para um lado, abaixá-la para prendê-la corretamente.
 - 10.** Movimentação da carga.

11. No transporte de cargas assimétricas ou onde haja influência de ventos deve-se usar um cabo de condução que seja longo o suficiente para que se fique fora da área de risco.
12. Abaixar a carga conforme indicação do movimentador.
13. Certificar-se de que a carga não pode se espalhar ou tombar.
14. Desacoplar a Linga.
15. Prender os ganchos da Linga no elo de sustentação.
16. Ao levantar a Linga verificar se ela não pode se prender a nada.

QUAL A LINGA PARA QUAL APLICAÇÃO?

Para movimentar cargas com meios de elevação são utilizados lingas e dispositivos de movimentação.

As Lingas são, por exemplo: cabos, correntes, cintas e laços sintéticos. Por meio delas é que fazemos o acoplamento da carga ao meio de elevação. Dispositivos de movimentação são aqueles que fazem um acoplamento direto ou mesmo através de uma Linga à carga. São considerados dispositivos de movimentação: ganchos e garras especiais, suportes para eletro-imãs, travessões, etc. A escolha da Linga deveria ser feita pela engenharia de produção ou pelo planejamento, mas na maioria das vezes, quem tem de escolher é o próprio movimentador.

APLICÁVEIS SÃO:

CABOS DE AÇO: para cargas com superfície lisa, oleosa ou escorregadia, assim como laços de cabo de aço com ganchos para aplicação nos olhais da carga.

CORRENTES: para materiais em altas temperaturas e cargas que não tenham chapas ou perfis. Lingas de corrente com gancho podem ser acoplados aos olhais da carga.

CINTAS E LAÇOS SINTÉTICOS: para cargas com superfícies extremamente escorregadias ou sensíveis, como por exemplo, cilindros de calandragem, eixos, peças prontas e pintadas.

COMBINAÇÃO CABO E CORRENTE: para o transporte de perfis e trefilados.

Neste caso a corrente deve ficar na área de desgaste onde possivelmente existam cantos vivos e o cabo fica nas extremidades exercendo função de suporte e facilitando a passagem da Linga por baixo das cargas.

NÃO APLICÁVEIS SÃO:

CABOS DE AÇO: para materiais com cantos vivos ou em altas temperaturas.

CORRENTES: para cargas com superfície lisa ou escorregadia.

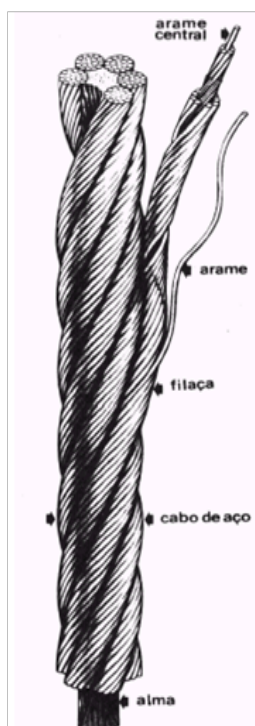
CINTAS E LAÇOS SINTÉTICOS: para cantos vivos e cargas em altas temperaturas.

5- CABOS DE AÇO

TERMINOLOGIA

PERNA - É o agrupamento de arames torcidos de um cabo.

ALMA - É o núcleo do cabo de aço.



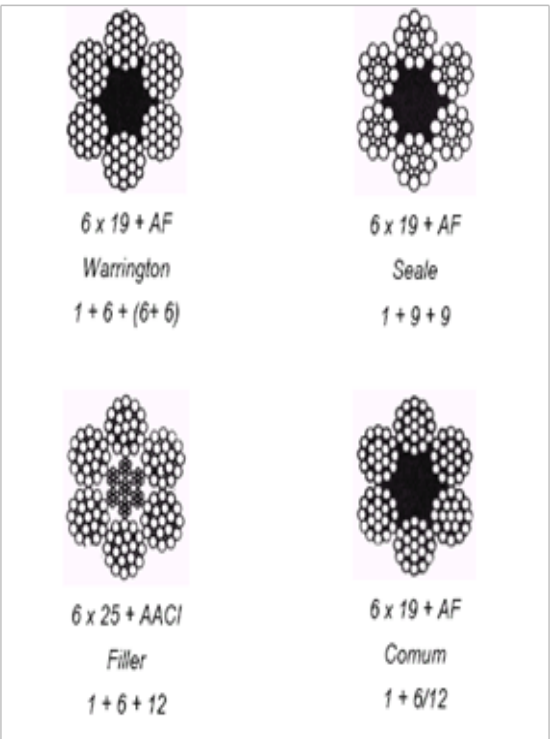
Um cabo é feito com diversas pernas em redor de um núcleo ou alma.

LEITURA - EXEMPLO: cabo 6 x 19

O primeiro número (6) representa a quantidade de pernas de que é constituído.

O segundo número (19) especifica a quantidade de arames que compõe cada perna.

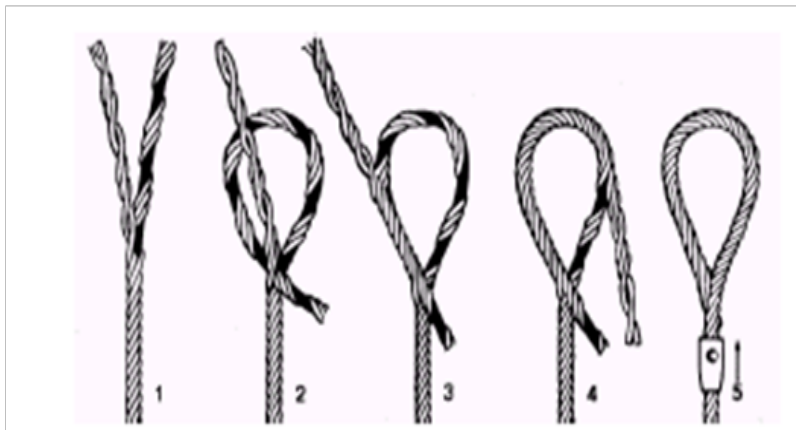
Portanto, o cabo 6 x 19 tem 6 pernas, tendo cada uma delas 19 fios ou seja um total de 114 fios.



LAÇOS

Um cabo de aço é tão bom quanto o laço que é feito com ele. Laços para formação de olhais são feitos por trançamento ou prensagem. Presilhas de alumínio devem deixar a ponta à mostra para controle e devem ter a marca da firma que executou a prensagem, que normalmente é composta por duas letras. Ultimamente a tendência é a de se fazer o olhal flamengo, que é feito a partir do próprio cabo.

O olhal Flamengo é feito abrindo-se a ponta do cabo em duas metades, separando-se as pernas 3 a 3. Uma metade é curvada para formar um olhal, e em seguida a outra metade é entrelaçada no espaço vazio da primeira.



CINTAS

As cintas de movimentação são fabricadas a partir de fibras sintéticas. Com relação ao seu próprio peso, as cintas têm uma capacidade de carga e não prejudicam a sua superfície. As cintas de poliéster devem ter uma etiqueta azul para

que sejam reconhecidas. Elas têm uma boa resistência quanto à luz e calor e também ácidos solventes. Elas têm também uma boa elasticidade, o que faz com que seja o tipo de cinta mais utilizada. Ela só não resiste à base e por isso não deve ser lavada com sabão.

As cintas de poliamida devem ter uma etiqueta verde de identificação e são resistentes à bases. A desvantagem das cintas de poliamida está no fato de que elas absorvem muita água em ambientes úmidos o que reduz sua capacidade. Esta acumulação de água pode também fazer com que em dias muito frios ela possa se enrijecer (congelar) e ficar quebradiça. Cintas de movimentação feitas de polipropileno (etiqueta marrom) tem uma baixa capacidade de carga, levando-se em conta seu peso próprio, e são pouco flexíveis. Mas elas têm uma boa resistência química e são utilizadas em casos especiais.

O NYLON é a mais forte das fibras sintéticas e apresenta uma alta capacidade de absorção de força, além de excepcional resistência a sucessivos carregamentos. Para utilização de cintas em banhos químicos, o fabricante deveria ser consultado para maiores esclarecimentos. As formas mais comuns de cintas são:

- cesto sem fim
- com olhais sem reforço
- com olhais reforçados
- com terminais metálicos

As cintas devem ser examinadas em intervalos não superiores a duas semanas, quando usadas em levantamentos gerais de diferentes tipos de cargas.

1º. Coloque a cinta em uma superfície plana com área apropriada.

2º. Examine os dois lados da cinta.

3º. Cintas tipo Anel devem ser examinadas em todo seu comprimento e perímetro.

4º. As alças dos olhais devem ser examinadas particular e cuidadosamente.

5º. Todo equipamento deve ser examinado somente por uma pessoa, designada para esta inspeção.

itens para um levantamento seguro

1. Não exceder às especificações do fabricante, nas limitações de peso e estabilidade.

2. Nunca aplique uma sobrecarga no equipamento de elevação.

3. Uma operação suave e balanceada rende muito mais, além de evitar desgaste do equipamento e acidentes.

4. Nunca use cintas avariadas.

5. Posicionar a cinta corretamente na carga, para propiciar uma fácil remoção, após o uso.

6. Não deixe a carga em contato direto com o piso. Coloque calços ao descarregá-la para melhor poder elevá-la.

7. Não posicione a cinta em cantos agudos ou cortantes.

8. Utilize ganchos com um raio de apoio nunca inferior a “1”, de seção lisa e redonda.

9. Evite a colocação de mais de 1 par de cintas, no mesmo gancho.

10. Quando elevar uma carga pesada com mais de uma cinta, verifique se o total do peso está bem distribuído na tensão dos vértices da cinta.

CORRENTES PARA LINGAS

Correntes são fabricadas em diversas formas e qualidades. Primeiramente os elos são dobrados e depois soldados. Posteriormente é feito o tratamento térmico (correntes de grau) e ensaio de tração. Diversos testes são feitos durante e após a fabricação para que as correntes sejam certificadas. Durante a produção, alguns elos são dobrados em diversos sentidos para verificar a solda e após a produção e tratamento térmico, são realizados testes de tração e ruptura.

PRINCÍPIOS BÁSICOS:

Quando a carga é aplicada em uma ou mais pernas perpendiculares e a carga é aplicada de forma igual sobre as pernas, podemos somar as capacidades das mesmas.

Quando a carga não é aplicada igualmente sobre as pernas, devemos contar com a capacidade de apenas duas.

Quando a Linga forma um ângulo diminuimos a capacidade de cada perna.

Quanto maior a angulação, menor a capacidade e, portanto, maior a Linga a ser utilizada.

Obs.: Ângulos acima de 60º não são permitidos. Quando uma carga é assimétrica seu centro de gravidade está deslocado e portanto uma perna é mais solicitada que a outra. Portanto nesses casos devemos usar uma Linga onde uma perna suportaria toda a carga.

COMUNICAÇÃO ENTRE OPERADOR E MOVIMENTADOR

A movimentação de carga é normalmente uma operação que envolve mais de uma pessoa, ou seja, é um trabalho de equipe. Quando temos mais de um movimentador, que está envolvido no processo de movimentação, um deles deverá ser eleito para sinalizar ao operador. Ele será responsável pela operação e somente ele pode sinalizar após verificar se os outros movimentadores deixaram a área de risco e se a Linga está bem colocada.

A comunicação entre operador e movimentador pode ser feita através de:

sinalização com as mãos;

comunicação verbal (**somente quando o operador estiver próximo e possa ouvi-lo**);

rádio-comunicação;

sinalização ótica ou sonora.

Para evitar acidentes devemos ter certeza de que a sinalização utilizada pelo movimentador é também a que o operador entende.

Para a sinalização manual os sinais das tabelas a seguir tem se mostrado muito eficientes. Podemos ter variações destes sem problemas contanto que a linguagem utilizada seja compreendida pelos envolvidos. Sempre deixar a área de risco antes de sinalizar ao operador.

PORTARIA Nº 56, DE 17 DE SETEMBRO DE 2003

Publicada no DOU de 18.09.2003

A SECRETÁRIA DE INSPEÇÃO DO TRABALHO e o DIRETOR DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO, no uso de suas atribuições legais e:

Considerando o número elevado de acidentes do trabalho na movimentação de chapas de mármore, granito e outras rochas;

Considerando as deliberações da Comissão Permanente Nacional do Setor Mineral e da Subcomissão Permanente Nacional do Setor de Mármore e Granito, que aprovou a proposta de estabelecimento de normatização técnica sobre movimentação e armazenagem de chapas de mármore, granito e outras rochas, resolvem:

ART. 1º Acrescentar o item 11.4 e o subitem 11.4.1 na NR-11 (Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais), aprovada pela Portaria 3.214/78, que passa a vigorar com a seguinte redação: (Artigo alterado pela Portaria 56/2003 - DOU de 01.10.2003)

11.4 Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Chapas de Mármore, Granito e outras rochas.

11.4.1 A movimentação, armazenagem e manuseio de chapas de mármore, granito e outras rochas deve obedecer ao disposto no Regulamento Técnico de Procedimentos constante no Anexo I desta NR.”

ART. 2º Acrescentar o Anexo I (Regulamento Técnico de Procedimentos para Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Chapas de Mármore, Granito e Outras Rochas) à NR-11, conforme anexo a esta Portaria.

ART. 3º As exigências prescritas nos itens 1 (Fueiros) e 5 (Movimentação de chapas com uso de ventosas), do referido Anexo I, devem ser implementadas num prazo máximo de seis meses.

ART. 4º As exigências prescritas nos itens 2 (Carro portabloco e carro transportador) e 4 (Cavaletes), do referido Anexo I, devem ser implementadas no prazo de doze meses.

§ 1º Enquanto as exigências prescritas no item 4 (Cavaletes) do Anexo I estiverem sendo implantadas, os cavaletes que se encontram em uso devem ter esta condição comprovada por inspeção, observando-se ainda os seguintes requisitos:

- a)** a proteção lateral não poderá ser usada como apoio natural para as chapas;
- b)** deverá ser destinada uma área, devidamente demarcada no piso, de no

mínimo um metro e vinte centímetros de largura em torno dos cavaletes para a circulação de pessoas.

§ 2º Enquanto as exigências prescritas no item 2 (Carro porta-bloco e carro transportador) do Anexo I estiverem sendo implantadas, os carros porta-bloco e carros transportadores que se encontram em uso, devem ter esta condição comprovada por profissional legalmente habilitado.

ART. 5º Em cinco anos, contados da data da publicação desta portaria, todas as empresas que manuseiam chapas de mármore, granito e outras rochas devem instalar sistema de movimentação mecânica por pontes-rolantes, talhas ou similar, eliminando o uso de carrinhos de duas rodas para transporte de chapas.

ART. 6º As infrações ao disposto no item 11.4.1 da NR-11, serão punidas na gradação I-4, conforme os anexos I e II da NR-28.

ART. 7º Esta portaria entra em vigor na data de sua publicação.

RUTH BEATRIZ VASCONCELOS VILELA

Secretária de Inspeção do Trabalho

PAULO GILVANE LOPES PENA

Diretor do Departamento de Segurança e Saúde no Trabalho

ANEXO

AO ITEM 11.4.1 DA NR-11

I

REGULAMENTO TÉCNICO DE PROCEDIMENTOS PARA MOVIMENTAÇÃO, ARMAZENAGEM E MANUSEIO DE CHAPAS DE MÁRMORE, GRANITO E OUTRAS ROCHAS

1. FUEIROS

1.1. As chapas serradas, ainda sobre o carro transportador e dentro do alojamento do tear, devem receber proteção lateral para impedir a queda das mesmas – proteção denominada L ou Fueiro, observando-se os seguintes requisitos mínimos:

a) os equipamentos devem ser calculados e construídos de maneira que ofereçam as necessárias garantias de resistência e segurança e conservados em perfeitas condições de trabalho;

b) em todo equipamento será indicado, em lugar visível, o nome do fabricante, o responsável técnico e a carga máxima de trabalho permitida;

c) os encaixes dos L (Fueiros) devem possuir sistema de trava que impeça a saída acidental dos mesmos.

2. CARRO PORTA-BLOCO E CARRO TRANSPORTADOR

2.1. O uso de carros porta-bloco e carros transportadores devem obedecer aos seguintes requisitos mínimos:

a) os equipamentos devem ser calculados e construídos de maneira que ofereçam as necessárias garantias de resistência e segurança e serem conser-

vados em perfeitas condições de trabalho, atendendo as instruções do fabricante;

b) em todo equipamento deve ser indicado, em lugar visível, o nome do fabricante, o responsável técnico e a carga máxima de trabalho permitida;

c) tanto o carro transportador como o porta-bloco devem dispor de proteção das partes que ofereçam risco para o operador, com atenção especial aos itens:

- condições dos cabos de aço;
- ganchos e suas proteções;
- proteção das roldanas;
- proteção das rodas do carro;
- proteção das polias e correias;
- proteção das partes elétricas.

d) o operador do carro transportador e do carro porta-bloco, bem como a equipe que trabalhar na movimentação do material, deve receber treinamento adequado e específico para a operação;

e) além de treinamento, informações e instruções, os trabalhadores devem receber orientação em serviço, que consistirá de período no qual desenvolverão suas atividades sob orientação de outro trabalhador experiente ou sob supervisão direta, com duração mínima de trinta dias;

f) para operação de máquinas, equipamentos ou processos diferentes

daqueles a que o operador estava habituado, deve ser feito novo treinamento, de modo a qualificá-lo à utilização dos mesmos;

g) após a retirada do carro porta-bloco do alojamento do tear, as proteções laterais devem permanecer até a retirada de todas as chapas;

h) nenhum trabalho pode ser executado com pessoas entre as chapas;

i) devem ser adotados procedimentos para impedir a retirada de chapas de um único lado do carro transportador, com objetivo de manter a estabilidade do mesmo;

j) a operação do carro transportador e do carro porta-bloco deve ser realizada, por no mínimo duas pessoas treinadas conforme a alínea “d”.

3. PÁTIO DE ESTOCAGEM

3.1. Nos locais do pátio onde for realizada a movimentação e armazenagem de chapas, devem ser observados os seguintes critérios:

a) O piso não deve ser escorregadio, não ter saliências e ser horizontal, facilitando o deslocamento de pessoas e materiais;

b) O piso deve ser mantido em condições adequadas devendo a empresa garantir que o mesmo tenha resistência suficiente para suportar as cargas usuais;

c) Recomenda-se que a área de armazenagem de chapas seja protegida contra intempéries.

3.2. As empresas que estejam impedidas de atender ao prescrito no item 3.1 devem possuir projeto alternativo com as justificativas técnicas da impossibilidade além de medidas acessórias para garantir segurança e conforto nas atividades de movimentação e armazenagem das chapas.

4. CAVALETES

4.1. Os cavaletes devem estar instalados sobre bases construídas de material resistente e impermeável, de forma a garantir perfeitas condições de estabilidade e de posicionamento, observando-se os seguintes requisitos:

a) os cavaletes devem garantir adequado apoio das chapas e possuir altura mínima de um metro e cinquenta centímetros;

b) os cavaletes verticais devem ser compostos de seções com largura máxima de vinte e dois centímetros;

c) os palitos dos cavaletes verticais devem ter espessura que possibilite resistência aos esforços das cargas usuais e serem soldados, garantindo a estabilidade e impedindo o armazenamento de mais de dez chapas em cada seção;

d) cada cavalete vertical deve ter no máximo seis metros de comprimento com um reforço nas extremidades;

e) deve ser garantido um espaço, devidamente sinalizado, com no mínimo oitenta centímetros entre cavaletes verticais;

f) a distância entre cavaletes e as paredes do local de armazenagem deve

ser de no mínimo cinquenta centímetros;

g) os cavaletes devem ser conservados em perfeitas condições de uso;

h) em todo cavalete deve ser indicado, em lugar visível, o nome do fabricante, o responsável técnico e a carga máxima de trabalho permitida;

i) a área de circulação de pessoas deve ser demarcada e possuir no mínimo um metro e vinte centímetros de largura;

j) o espaço destinado para carga e descarga de materiais deve possuir largura de, no mínimo, uma vez e meia a largura do maior veículo utilizado e ser devidamente demarcado no piso;

l) os cavaletes em formato triangular devem ser mantidos em adequadas condições de utilização, comprovadas por vistoria realizada por profissional legalmente habilitado;

m) as atividades de retirada e colocação de chapas em cavaletes devem ser realizadas sempre com pelo menos uma pessoa em cada extremidade da chapa.

4.2. Recomenda-se a adoção de critérios para a separação no armazenamento das chapas, tais como cor, tipo do material ou outros critérios de forma a facilitar a movimentação das mesmas.

4.3. Recomenda-se que as empresas mantenham, nos locais de armazenamento, os projetos, cálculos e as especificações técnicas dos cavaletes.

5. MOVIMENTAÇÃO DE CHAPAS COM USO DE VENTOSAS

5.1. Na movimentação de chapas com o uso de ventosas devem ser observados os seguintes requisitos mínimos:

a) a potência do compressor deve atender às necessidades de pressão das ventosas para sustentar as chapas quando de sua movimentação;

b) as ventosas devem ser dotadas de válvulas de segurança, com acesso facilitado ao operador, respeitando os aspectos ergonômicos;

c) as mangueiras e conexões devem possuir resistência compatível com a demanda de trabalho;

d) as ventosas devem ser dotadas de dispositivo auxiliar que garanta a contenção da mangueira, evitando seu ricocheteamento em caso de desprendimento acidental;

e) as mangueiras devem estar protegidas, firmemente presas aos tubos de saída e de entrada e, preferencialmente, afastadas das vias de circulação;

f) o fabricante do equipamento deve fornecer manual de operação em português, objetivando treinamento do operador;

g) as borrachas das ventosas devem ter manutenção periódica e imediata substituição em caso de desgaste ou defeitos que as tornem impróprias para uso;

h) o empregador deve destinar área específica para a movimentação de

chapas com uso de ventosa, de forma que o trabalho seja realizado com total segurança; esta área deve ter sinalização adequada na vertical e no piso;

i) procedimentos de segurança devem ser adotados para garantir a movimentação segura de chapas na falta de energia elétrica.

5.2. Recomenda-se que os equipamentos de movimentação de chapas, a vácuo, possuam alarme sonoro e visual que indiquem pressão fora dos limites de segurança estabelecidos.

6. MOVIMENTAÇÃO DE CHAPAS COM CABOS DE AÇO, CINTAS, CORREIAS E CORRENTES

6.1. Na movimentação de chapas, com a utilização de cabos de aço, cintas, correias e correntes, deve ser levada em conta a capacidade de sustentação das mesmas e a capacidade de carga do equipamento de içar, atendendo as especificações técnicas e recomendações do fabricante.

6.2. Correntes e cabos de aço devem ser adquiridos exclusivamente de fabricantes ou de representantes autorizados, sendo proibida a aquisição de sucatas, em especial de atividades portuárias.

6.3. O empregador deve manter as notas fiscais de aquisição dos cabos de aço e correntes no estabelecimento à disposição da fiscalização.

6.4. Em todo equipamento deve ser indicado, em lugar visível, o nome do fabricante, o responsável técnico e a carga máxima de trabalho permitida.

6.5. Os cabos de aço, correntes, cintas e outros meios de suspensão ou tração e suas conexões, devem ser instalados, mantidos e inspecionados conforme especificações técnicas do fabricante.

6.6. O empregador deve manter em arquivo próprio o registro de inspeção e manutenção dos cabos de aço, cintas, correntes e outros meios de suspensão em uso.

6.7. O empregador deve destinar área específica com sinalização adequada, na vertical e no piso, para a movimentação de chapas com uso de cintas, correntes, cabos de aço e outros meios de suspensão.

7. MOVIMENTAÇÃO DE CHAPAS COM USO DE GARRAS

7.1. A movimentação de chapas com uso de garras só pode ser realizada pegando-se uma chapa por vez e por no mínimo três trabalhadores e observando-se os seguintes requisitos mínimos:

a) não ultrapassar a capacidade de carga dos elementos de sustentação e a capacidade de carga da ponte rolante ou de outro tipo de equipamento de içar, atendendo as especificações técnicas e recomendações do fabricante;

b) todo equipamento de içar deve ter indicado, em lugar visível, o nome do fabricante, o responsável técnico e a carga máxima de trabalho permitida;

c) as áreas de movimentação devem propiciar condições de forma que o trabalho seja realizado com total segurança e serem sinalizadas de forma adequada, na vertical e no piso.

7.2. As empresas devem ter livro próprio para registro de inspeção e manutenção dos elementos de sustentação usados na movimentação de chapas com uso de garras.

7.2.1. As inspeções e manutenções devem ser realizadas por profissional legalmente habilitado e dado conhecimento ao empregador.

8. DISPOSIÇÕES GERAIS

8.1. Durante as atividades de preparação e retirada de chapas serradas do tear devem ser tomadas providências para impedir que o quadro inferior porta lâminas do tear caia sobre os trabalhadores.

8.2. As instruções, visando a informação, qualificação e treinamento dos trabalhadores, devem ser redigidas em linguagem compreensível e adotando metodologias, técnicas e materiais que facilitem o aprendizado para preservação de sua segurança e saúde.

8.3. Na construção dos equipamentos utilizados na movimentação e armazenamento de chapas devem ser observadas no que couber as especificações das normas da ABNT e outras nacionalmente aceitas.

8.4. Fica proibido o armazenamento e a disposição de chapas sobre paredes, colunas, estruturas metálicas ou outros locais que não sejam os cavaletes especificados neste Regulamento Técnico de Procedimentos.

9. GLOSSÁRIO:

CARRO PORTA-BLOCO: Carro que fica sob o tear com o bloco;

CARRO TRANSPORTADOR: carro que leva o carro porta-bloco até o tear.

CAVALETE TRIANGULAR: Peça metálica em formato triangular com uma base de apoio usado para armazenagem de chapas de mármore, granito e outras rochas.

CAVALETE VERTICAL: Peça metálica em formato de pente colocado na vertical apoiado sobre base metálica, usado para armazenamento de chapas de mármore, granito e outras rochas.

FUEIRO: Peça metálica em formato de L (para os carros portabloco mais antigos), ou simples, com um de seus lados encaixados sobre a base do carro porta-bloco, que tem por finalidade garantir a estabilidade das chapas durante e após a serrada e enquanto as chapas estiverem sobre o carro.

PALITOS: Hastes metálicas usadas nos cavaletes verticais para apoio das chapas de mármore, granito e outras rochas.

CHAPAS DE MÁRMORE OU GRANITO: Produto da serragem do bloco, com medidas variáveis podendo ser de três metros por um metro e cinquenta centímetros com espessuras de dois a três centímetros.

TEAR: Equipamento robusto composto de um quadro de lâminas de aço, que apoiadas sobre o bloco de pedra; quando acionadas, fazem um mov-

imento de vai e vem, serrando a pedra de cima para baixo sendo imprescindível o uso gradual de areia, gralha de aço e água para que seja possível o transpasse do bloco de rochas.

CINTAS: Equipamento utilizado para a movimentação de cargas diversas.

VENTOSA: Equipamento a vácuo usado na movimentação de chapas de mármore, granito e outras rochas.

CAPÍTULO 09



EDUCAÇÃO AMBIENTAL

9.1 - LIXO OU RESÍDUOS SÓLIDOS

Lixo vem do latim, lixo, e quer dizer “cinzas”. Isso vem de uma época em que a maior parte dos resíduos da cozinha era formada pelas cinzas e resto de lenhas carbonizadas dos fornos e fogões assim como da lareira. Os restos de alimentos eram usados para alimentar porcos e galinhas ou como esterco para hortas e pomares. Considera-se lixo qualquer resíduo em estado sólido resultante das atividades industriais, domiciliares, comerciais, agrícolas, de serviço de varrição e capina, de serviço de saúde, de obras e demolições, de podas em parques e jardins.

9.1.1 - PROBLEMÁTICA DO LIXO

Os problemas relacionados à geração, acondicionamento e destinação final do lixo têm sido ligados ao processo de passagem da humanidade a vida em grupo e a sua fixação em determinados lugares. O acelerado crescimento industrial e o aumento populacional urbano são fatores que contribuíram expressivamente para o aumento da geração de lixo. É somente no século XIX, que começaram a surgir soluções técnicas e que passou-se a adotar medidas para regulamentação dos serviços e dos procedimentos na área de limpeza pública.

9.1.2 - ORIGEM DO LIXO

A) DOMÉSTICO – aqueles gerados diariamente nas atividades doméstica do ser humano.

Ex.: Restos de alimentos; Papéis; Madeiras; Embalagens de alumínio.

B) INDUSTRIAIS – aqueles gerados nos processos industriais e ou em outras atividades industriais.

Ex.: Embalagens; Estopas; Graxas.

C) UNIDADES DE SAÚDE – aqueles gerados em atividades hospitalares, de ponto socorro, farmácias e de ambulatórios.

Ex.: Algodão usado; restos de Remédio; Seringas.

D) AGRÍCOLAS – aquelas produzidas nas atividades agrícolas.

Ex.: Agrotóxicos; Dejetos de animais; Restos de atividades agrícolas.

9.1.3 - CLASSIFICAÇÃO DO LIXO

São varias as formas possíveis de se classificar o lixo, como por exemplo:

- Por sua natureza física, forma que se apresenta – Seco e Molhado.
- Por sua composição Química – Matéria orgânica e inorgânica.
- Pelos Risco Ambientais – Perigos, não Inerte e inertes.

9.1.4 - LIXO URBANO

São classificados segundo a ABNT, Associação Brasileira de Norma Técnicas como classe II não – inerte, e pode ser definido como resíduos sólidos de origem domiciliar, comercial e os públicos.

A responsabilidade pela coleta, varrição, transporte, tratamento e destino final dos resíduos sólidos urbano, lixo urbano, e da Prefeitura Municipal.

9.1.5 - COMPOSIÇÃO DO LIXO URBANO

Ele é formado por uma infinidade de matérias tais como: papel, papelão, plástico, metais, vidros, tecidos, árvores, pneus etc.

9.1.6 - ELEMENTOS RECICLÁVEIS NO LIXO URBANO

São aqueles que apresentam algum valor comercial, sendo eles: papel, papelão, plástico, metais, vidros, tecidos, árvores, pneus etc.

9.1.7 - ELEMENTOS PERIGOSOS DO LIXO URBANO

É considerado perigoso qualquer material que possa por em risco a saúde do homem ou o bem estar do meio ambiente, devido a sua composição química ou biológica, tais como substância que pegam fogo facilmente, intoxicam ou queimam as pessoas e causam doenças.

Ex.: Elemento radioativo, pólvora, pilhas, lâmpadas, lixo hospitalares etc...

9.2 - RECICLAGEM

É o processo no qual se tornariam lixo ou estão no lixo são desviados, sendo coletados, separados e processados para serem usados como fonte de energia, nutrientes ou matéria-prima, retornando novamente ao ciclo produtivo.

9.2.2 - VANTAGENS DA RECICLAGEM

- Redução do volume de lixo a ser aterrado;
- Preservação dos recursos naturais;
- Economia de energia;
- Geração de empregos através da indústrias de reciclagem.

9.2.3 - DESVANTAGENS DA RECICLAGEM

- Retorno financeiro não cobre 5% dos custos

9.2.4 - AÇÕES PARA UM PROGRAMA DE RECICLAGEM

- Conhecer o lixo;
- Planejar o sistema;
- Estimar os custos;
- Pesquisar o mercado;
- Cadastrar sucateiros e fabricantes.

9.2.5 - CAMINHOS DA RECICLAGEM

- Separação dos materiais na fonte, pela população;
- Separação dos materiais nas usinas de triagem.

9.2.6 - MATERIAIS RECICLÁVEIS

- Frascos, produtos de limpeza e higiene;
- Garrafas plásticas de água mineral, refrigerante;
- Saco plástico de lixo;
- Isopor;
- Copo descartável;
- Latas de alumínio de refrigerante;
- Papel.

9.2.7 - MATERIAIS NÃO – RECICLADAS

- Tubos de televisão;
- Vidros planos e espelhos;
- Vidros doméstico (tijelas, panelas em vidro);
- Papéis engordurados, ou contaminado com produto químico;
- Papel carbono;
- Papel sanitário.

Lixo oferece um ambiente propício para o desenvolvimento de insetos, roedores e animais doméstico, sendo considerado, portanto, um grande veculador de doenças.

9.3 - LICENÇAS AMBIENTAIS EXPEDIDAS PELO SEAMA

- **LICENÇA PRÉVIA** – É emitida na fase inicial do planejamento do empreendimento, visado a aprovação da área pretendida. Sua validade não pode ser superior a 5 anos.
- **LICENÇA DE INSTALAÇÃO** – É emitida com base no cumprimento das condicionantes (exigência) contidas no verso da Licença Prévia e documento/informação necessários. Esta licença autoriza o início da implantação da atividade não podendo ser superior a 6(seis) anos.
- **LICENÇA DE OPERAÇÃO** – É emitida após a instalação dos equipamentos e toda infra-estrutura necessária à operação de empreendimento, bem como a implantação dos sistemas de controle de poluição. Com esta licença, o empreendedor poderá iniciar a operação de suas atividades, e sua validade varia de 4(quatro) e 6(seis) anos.

OBS.: A instalação e operação de empreendimento sem o Licenciamento Ambiental, resultará na aplicação de penalidades previstas na Legislação Ambiental vigente.

EIA / RIMA

- **EIA** – O estudo de Impacto Ambiental, é um estudo técnico científico, devendo ser elaborado por equipe multidisciplinar específica para cada empreendimento.
- **RIMA** – O Relatório de Impacto Ambiental visa transmitir através de linguagem acessível, informações fundamentais do **EIA**, a todos os seguintes

da sociedade, mostrando as vantagens e desvantagens do projeto e as consequências ambientais de sua implantação. O **RIMA** estará disponível ao público na biblioteca da **SEAMA**.

O **EIA/RIMA** é solicitado quando a atividade / empreendimento for considerado de alto potencial poluidor/degradador. A resolução CONAMA N.º 001/86, Art.2º, define quais são os empreendimentos/ atividades que requerem **EIA/RIMA** como instrumento de Licenciamento.

9.4 – CONCITO DE MEIO AMBIENTE

Os Recursos Naturais englobam o entorno físico natural, incluídos o ar, a água, a terra, a flora, a fauna e os recursos não renováveis, tais como os combustíveis fósseis e os minerais. Esse conjunto de fatores pode ser considerado o Meio Ambiente que, por muito tempo foi considerado apenas o meio natural. Porém com o passar dos anos, veio surgir uma nova visão, com inclusão do meio ambiente urbano, do meio ambiente industrial, do meio ambiente corporativo, ou seja, todos os lugares de interação humana. Partindo desse princípio, tais locais precisam estar em condições adequadas para que o homem tenha chance de produzir, se desenvolver e ter boa qualidade de vida.

O Meio Ambiente pode ser considerado a nossa casa, e por isso deve estar limpa e bem arrumada.

A degradação pode ser descrita como o conjunto de processos resultantes de danos no meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de

suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais, segundo o Decreto Federal 97.632/89.

As ações humanas dentro do meio ambiente produzem o impacto ambiental, que é qualquer alteração do meio ambiente e podem ser divididos em:

- Impacto Ambiental Positivo
- Impacto Ambiental Negativo

Para que as atividades produtivas estejam dentro de um contexto sustentável, é necessário mitigar os impactos negativos e potencializar os impactos positivos, uma vez que o Desenvolvimento Sustentável pode ser considerado o modelo de desenvolvimento que busca compartilhar a exploração racional de recursos naturais e sua regeneração, eliminando o impacto nocivo da ação do ser humano, em geral, e dos processos produtivos, em particular, para satisfazer as necessidades das gerações presentes sem pôr em perigo a satisfação daquelas que possam ser apresentadas pelas gerações futuras.

9.5 - RESPONSABILIDADE PELO MEIO AMBIENTE

A Constituição Federal, no seu artigo 225 trata:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo para as presentes e futuras gerações”.

O poder público, dentre outras coisas, se refere aos órgãos federais, estaduais e municipais que possui como ferramentas a fiscalização para que a legislação seja aplicada. Já a “coletividade” concentra todas as pessoas físicas e jurídicas, seja o cidadão comum, quanto organizações legalmente estabelecidas.

As empresas possuem obrigação legal de proteger o meio ambiente de danos causados pelas suas atividades e podem ser responsabilizadas administrativamente ou criminalmente por seus atos lesivos.

As penalidades podem variar de Notificações ou Autos de intimação, onde são determinados prazos para o atendimento de alguma obrigação, Autos de Infração, onde são aplicadas multas e também Autos de Embargo/Interdição, onde as atividades são paralisadas para evitar maiores danos ambientais. Essas medidas podem ser chamadas de legislativas.

9.5 - PROTEGER AO MEIO AMBIENTE

Os recursos naturais podem ficar escassos ou baixar a qualidade para utilização no decorrer do tempo. Por isso, dentro de uma visão sustentável, é obrigação a preservação de todos os recursos. Uma das formas de se proteger o meio ambiente é diminuindo a Poluição. **Existem vários tipos de poluição:**

POLUIÇÃO DA ÁGUA: Os mananciais são de extrema importância para o abastecimento humano, da pecuária, indústria e agricultura. Os efluentes quando lançados sem tratamento adequado pode provocar danos não apenas pela diminuição da sua utilização, como também prejudicando

peixes e plantas aquáticas.

POLUIÇÃO DO SOLO: Pode ser provocada por derramamentos de efluentes ou resíduos industriais sem tratamento diretamente no solo. O solo pode ficar totalmente contaminado ou modificado, perdendo sua capacidade produtiva, ou até sofrendo alteração de suas características químicas, como pH, por exemplo e, inclusive, pode prejudicar a microfauna presente.

POLUIÇÃO DO AR: A poluição do ar é gerada pelas atividades que produzem poeira, ou outro particulado, ou até pela queima e geração de gases na atmosfera.

POLUIÇÃO VISUAL: Esse tipo de poluição é causado quando há alguma intervenção na paisagem. Para se mitigar esse problema podem ser utilizadas cortinas vegetais.



FOTO 1. CORTINA VEGETAL DE EUCALIPTO, ENCOBRINDO PARCIALMENTE IMPACTO VISUAL

Fonte: Acervo pessoal do autor

POLUIÇÃO SONORA: Aquela originada do ruído do trabalho das máquinas e equipamentos, bem como do trânsito de veículos. Ela deve ser controlada para não provocar danos à saúde da população de entorno, como stress, dores de cabeça, entre outros males tão comuns na sociedade moderna.

9.6 - LICENCIAMENTO AMBIENTAL

O Licenciamento ambiental é o procedimento burocrático necessário para que qualquer atividade apontada como Potencialmente Poluidora possa obter o direito de operar. Consiste na apresentação (ou protocolização) de uma série de documentos básicos e documentos técnicos à algum órgão ambiental competente, para análise e emissão das Licenças Ambientais. Dependendo da atividade, do porte e da sua localização, a competência para o licenciamento pode variar, podendo ser de âmbito federal (IBAMA), estadual (IEMA e/ou IDAF no caso do estado do ES) ou municipal (Secretarias Municipais de Meio ambiente).

Existem outros órgãos ou organizações que também condicionam a emissão das Licenças Ambientais pelos órgãos já citados, a saber: MP, DNPM, Secretarias municipais da Fazenda, Corpo de Bombeiros Militar e Unidades de Conservação.

TIPOS DE LICENÇA:

- Licença Prévia
- Licença de Instalação

- Licença de Operação
- Licença Simplificada
- Licença Única
- Licença de Regularização
- Autorização Ambiental
- Dentre outras.

9.7 - RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

É inegável o benefício econômico e social das mineradoras e empresas de beneficiamento de rochas dentro do cenário nacional, porém não podem se eximir da responsabilidade ambiental, por isso precisam tornar o ambiente ecologicamente equilibrado onde se desenvolvem esses empreendimentos, e isso não é tarefa fácil, requer tempo, recursos, investimento e conhecimento sobre diversas áreas.

Utilizando técnicas adequadas e um rígido acompanhamento, a recuperação dessas áreas degradadas tem maiores chances de se tornar efetiva, atingindo o objetivo proposto com sucesso.

Planejamento, conhecimento e acompanhamento – esses são os pilares para uma boa recuperação de área degradada.

Na etapa de Planejamento é imprescindível levantar o objetivo que se pretende com a recuperação. O ideal é tornar o ambiente degradado o mais próx-

imo do original. Mesmo quando não é possível tornar o ambiente às condições semelhantes ou se tenha algum outro objetivo, a legislação brasileira permite que a recuperação possa se dar de forma a tornar o local útil para algum outro fim, desde que devidamente justificado em um PRAD – Plano de Recuperação de áreas degradadas. Dessa forma pode se ter um local degradado se tornar em área de lazer, campo de futebol, área para eventos culturais ou outra alternativa que seja técnica ou socialmente viável.

O PRAD deverá ser destinado para avaliação técnica do órgão ambiental competente, que aprovará o Plano ou solicitará complementações técnicas para garantias do cumprimento dos objetivos.

Nesta fase também deve-se levantar todos os custos incidentes para a implantação do Plano, tendo em vista que, o órgão ambiental competente acompanhará a execução do mesmo. Caso a capacidade técnica do empreendedor não permita a completa execução, deverá ser reavaliada a proposta para uma alternativa economicamente viável.

Um Plano de Recuperação de Área Degradada deve ser elaborado por um profissional devidamente habilitado, credenciado à um Conselho Profissional de Classe. Deve conter no mínimo o objetivo da recuperação ambiental, uma caracterização atual da área impactada, técnicas que serão empregadas na recuperação e um cronograma de execução. Quase sempre deve ser acompanhado de planta de detalhe.

Principalmente no caso de Recuperação Ambiental que envolvam plantios ou reflorestamentos, deverá ser previsto no cronograma um acompanhamento para manutenção dos mesmos. Também deverão ser encaminhados relatóri-

os periódicos ao órgão ambiental para que o mesmo esteja ciente de todas as etapas e possa dar o parecer conclusivo, ao final.

Na Escolha das Espécies para a revegetação, o profissional que elaborar o PRAD deve levar em conta:

- O aspectos climáticos locais;
- A vegetação predominante na região;
- A fauna local;
- O objetivo a que se propõe a recuperação;
- O Grupo Ecológico da espécie (Pioneira, Secundária ou Clímax);
- Disponibilidade de mudas e sementes na região;
- Época de plantio.



FOTO 2. ÁREA DE REFLORESTAMENTO AMBIENTAL COM ESPÉCIES NATIVAS

Fonte: Acervo pessoal do autor

9.8 - CONTROLE AMBIENTAL

O controle ambiental de atividades potencialmente poluidoras deve ser realizado de acordo com as características inerentes à cada atividade.

Na Extração Mineral, por exemplo, existem problemas incidentes com erosão, devido à movimentação de terra. Dessa forma para se mitigar os impactos ambientais, são realizadas ações específicas para esse problema, como a instalação de caixas secas, bacias de decantação, manutenção de inclinação de praça de manobras de 5º à montante, entre outras recomendações que um profissional especializado abordará.

Este profissional elaborará um documento denominado PCA – Plano de controle ambiental, que elencará todas as medidas de controle necessárias. Este plano será encaminhando ao órgão ambiental licenciador para análise técnica.

Esse PCA será a base para a elaboração das condicionantes das Licenças Ambientais.

O PCA deverá conter no mínimo a descrição detalhada das atividades a serem exercidas, relação dos equipamentos, matérias primas e insumos a serem utilizados, número de funcionários envolvidos no processo e fluxograma, Plano de Gerenciamento de Resíduos, com quantificação e medidas de controle.

No PCA deverá ser previsto a implantação ou manutenção de atividades simples, como instalação de coleta seletiva, separadas nas cores que determina a Resolução do CONAMA 275/2001.



FOTO 3. LIXEIRAS DE COLETA SELETIVA

Fonte: Acervo pessoal do autor

9.10 - PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS E SUAS MEDIDAS MITIGADORAS

Atividades Impactantes e Medidas mitigadoras na Extração de Rochas Ornamentais

ATIVIDADES IMPACTANTES	MEDIDA MITIGADORA
Decapeamento	Armazenamento da camada fértil do solo para posterior recuperação
Abertura de estradas	Caixas secas, canaletas, inclinação à montante

Impacto visual	Uso de cortinas vegetais, desmonte secundário de rochas
Ruídos	Manutenção periódica dos equipamentos
Poeira	Umectação de vias de acesso e pátios
Supressão vegetal	Autorização do IDAF
Solo exposto	Revegetação
Fragmentos de rocha	Deposição controlada em área definida para depósito de material estéril
Degradação ambiental	Recuperação concomitante ao trabalho de lavra
Descaracterização da paisagem	Recomposição topográfica
Compactação do solo	Descompactação mecânica
Afugentamento da fauna	Formação de reflorestamentos e corredores ecológicos
Erosão	Cordões de contorno, bacias de contenção, muros de contenção, inclinação do pátio à montante em cerca de 5º
Interferência nos cursos hídricos	Incremento da vegetação ciliar, proteção de nascentes e olhos d'água, solicitação de outorga de uso de recursos hídricos
Formação de taludes	Recuperação e estabilização de taludes



FOTO 5. TALUDE RECUPERADO

Fonte: Acervo pessoal do autor

9.11 - ATIVIDADES IMPACTANTES E MEDIDAS MITIGADORAS NO BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

ATIVIDADES IMPACTANTES	MEDIDA MITIGADORA
Geração de lixo administrativo	Segregação, reciclagem
Manutenção dos equipamentos	Caixa separadora de água e óleo, destinação correta

Geração de LBRO	Sistema de decantação, sistema de secagem, destinação adequada
Poluição sonora	Enclausuramento de galpões, uso de cortinas vegetais
Consumo de energia	Utilização de lâmpadas fluorescentes, equipamentos mais econômicos, paradas dos equipamentos em momentos estratégicos
Problemas operacionais	Manutenções periódicas dos equipamentos
Consumo de água	Reaproveitamento da água residuária, captação de água pluvial
Fragmentos de rocha	Utilização na construção civil (reaproveitamento)
Aumento do trânsito de veículos	Otimização do carregamento e descarregamento
Resíduo abrasivo	Retorno do plástico ao fabricante
Resíduo de lâminas	Destinação à “ferro-velhos”
Resíduos espalhados	Central de Resíduos
Respingos de óleo e graxa no tear	Contenção na lateral da engrenagem
Displicência dos funcionários	Programas de treinamento e educação ambiental



FOTO 6. SISTEMA DE DECANTAÇÃO DO EFLUENTE – DISPOSITIVO DE REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA

Fonte: Acervo pessoal do autor

QUAL A MELHOR LOCALIZAÇÃO PARA UMA EMPRESA DE BENEFICIAMENTO DE ROCHA ORNAMENTAL

As alternativas locacionais para posicionamento de uma indústria de beneficiamento de rochas ornamentais podem ser diversas, porém é importante que se observe algumas questões:

LEGISLAÇÃO MUNICIPAL: Alguns municípios possuem um PDM (Plano Diretor Municipal) ou alguma legislação específica que restringem a atuação de indústria em determinados lugares. É importante uma consulta prévia, antes de qualquer tomada de decisão.

ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE: Segundo o Novo Código Florestal, Lei nº 12.651/2012, define que as Áreas de Preservação Permanentes (APP's) são as seguintes:

- **Cursos d'água:** - faixa de marginal com 30 m de largura para rios com até 10 m de largura; - com 50 m para os rios entre 10 m e 50 m de largura; - com 100 m para rios entre 50 m e 200 m de largura; - com 200m para os rios entre 200 e 600m de largura; e de 500m para rios com largura superior a 600m.
- **Lagoas naturais:** faixa de 100m de largura na zona rural e de 30m em zonas urbanas.
- **Reservatórios artificiais:** faixa com largura definida na licença ambiental.
- **Nascentes e olho d'água perenes:** faixa mínima de 50m.
- Encostas com declividade superior a 45º
- Terras com altitude superior 1.800 m.
- Restingas, fixadoras de dunas e/ou estabilizadoras de mangues.
- Manguezais
- Veredas: faixa com largura mínima de 50 m.
- Bordas de tabuleiros ou chapadas.
- Topos de morro com altura mínima de 100 m e inclinação média maior que 25º.

Porém, é permitido o a utilização para implantação de atividades potencialmente poluidoras nas áreas de preservação permanente, e até o desmatamento, para as atividades consideradas de Utilidade Pública, Interesse Social ou atividades de baixo impacto ambiental.

No caso da atividade de Mineração, ela é considerada pela Legislação (Decreto-Lei 3.365/41, em seu artigo 5º), como sendo de Utilidade Pública.

Unidades de Conservação: As Unidades de Conservação ou UC's são os Parques Estaduais ou Municipais, Florestas Nacionais, Monumentos Naturais, RPPN's

INFRAESTRUTURA: Locais onde possuem sistema de distribuição de energia elétrica, telefone e internet podem representar maiores facilidades na montagem de uma empresa. Além disso estradas e vias de acesso já abertas também podem pesar na escolha do local. Muito importante salientar que se no local não tiver rede de esgoto, é necessário projetar e implantar a fossa séptica, que é um dispositivo de tratamento de esgoto sanitário, composta por fossa, filtro e sumidouro, de acordo como definido na ABNT NBR 7229/93 e 13969/97.

9.12 - RESÍDUOS DOS PROCESSOS DE EXTRAÇÃO E BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS

Na mineração, ocorre a geração de fragmentos de rocha que podem ser de menor volume, na lavra de rocha realizada com equipamento a fio diamantado, por exemplo, ou de maior quantidade, quando na lavra de matacões.

Quando na lavra de mármore, esses resíduos podem ser utilizados para a produção de calcário e outros produtos.

Na extração de granito, quando possível, é indicado a fragmentação para produção de britas ou até paralelepípedos, no sentido de reaproveitar melhor este material.

Existe a utilização de resíduos de rocha ornamental para produção artesanal, porém, é ínfima.

No caso do Beneficiamento, a Lama de Beneficiamento de Rochas Ornamentais (LBRO), é o resíduo mais expressivo.

A LBRO é um resíduo sólido ou semi-sólido, não perigoso, resultante dos processos de beneficiamento de rochas ornamentais, composto basicamente de pó de rocha com ou sem elementos abrasivos e demais insumos. A indústria das rochas ornamentais conduz à produção de elevadas quantidades de resíduos, quer na fase extrativa, quer na fase de transformação. Os materiais referidos como resíduos desta indústria são produtos classificados como não apresentando toxicidade, e podem ser divididos em desperdícios de pedra, produtos que correspondem a pedaços de pedra de menor qualidade ou com pouco valor comercial e as lamas, que se caracterizam como sendo a massa mineral resultante dos processos de serragem, polimento e corte.

A lama surge devido à água que é utilizada para a refrigeração das máquinas, que em conjunto com o pó resultante dos processos de corte e polimento, dá origem a este resíduo. Quando seca, tornam-se um resíduo sólido, não biodegradável, classificado como um resíduo inerte. Ao fim de muitos anos, a

deposição destes resíduos de uma forma descontrolada e sem qualquer tipo de planejamento, começa a dar origem a graves impactos ambientais.

A lama resultante do corte e polimento do mármore apresenta uma cor esbranquiçada, enquanto a lama do granito tem uma cor mais escura, próxima do cinza, tornando-se fácil de identificar na paisagem.

A lama resultante dos vários processos decorrentes da transformação de rochas carbonatadas e de rochas granitóides apresenta uma composição química diferente, sendo as últimas mais ricas em elementos metálicos e por isso podem representar uma potencial fonte poluidora do ambiente. Não é recomendada, nem permitida, a deposição deste material diretamente no solo. Antes, deverá ser submetido à um processo de secagem e, quando estiver à 30 % de umidade, deverá ser destinado à aterro industrial devidamente licenciado.



FOTO 7. ATERRO LICENCIADO DE RESÍDUOS DE NÃO PERIGOSOS CLASSE II A EM CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM - ES

Fonte: Acervo pessoal do autor

A secagem da LBRO é feita por diversos processos, sendo os mais utilizados: Filtro-prensa, Leito de secagem e Sistema de “Big bag”.



FOTO 8. FILTRO-PRENSA

Fonte: Acervo pessoal do autor



FOTO 9. LEITO DE SECAGEM DE LBRO

Fonte: Acervo pessoal do autor



FOTO 10. SISTEMA DE SECAGEM DE LBRO EM “BIG BAGS”

Fonte: Acervo pessoal do autor

A LBRO deve ser encaminhada à laboratório para se fazer a Caracterização do Resíduo, de acordo com a ABNT NBR 10.004/87, que vai apontar se o mesmo é Não Perigoso de Classe II A – Não Inertes ou Classe II B Inertes. Isso vai determinar o tipo de aterro que o material deverá ser destinado.

9.13 - PROBLEMAS AMBIENTAIS GERADOS NA LAVRA DO MACIÇO ROCHOSO

- Impacto visual
- Desmatamento
- Decapeamento (ou remoção de solo)
- Disposição inadequada de bota-fora

- Lixo doméstico / sucatas diversas
- Efluentes e esgoto doméstico
- Poluição (atmosférica, poeiras, fumaça, barulho)
- Poluição sonora

Fatores que favorecem a geração de rejeitos:

- Tipos de estruturas das rochas (fraturas, diáclases, veios, diques, sill, xenólitos (dificultam a produção final e causam perdas de material)
- Condições físicas da rocha (presença de alteração, grau de decomposição da rocha, tensões internas no maciço, minerais deletérios, cavidades existentes, etc
- Nível de homogeneidade do depósito (quanto mais heterogêneo, mais difícil a recuperação)
- Geometria do depósito rochoso
- Mercado comprador
- Método de lavra adotado
- Tecnologias de corte no desmonte

BRASIL, AEFES. Curso de “Produção de Sementes e mudas de Espécies Florestais”. Vitória, maio de 2004, p. 3-34.

BRASIL. Código Florestal. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 275, de 25 de abril de 2001. Dispõe sobre o estabelecimento do código de cores para diferentes tipos de resíduos, a ser adotados na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Brasília: Diário Oficial da União , edição de 19 de junho de 2001.

BRASIL, Decreto – Lei 3.365 de 21 de junho de 1941. Dispõe sobre desapropriações por utilidade pública. 5ª ed. São Paulo: Revista dos Tribunais. 2005.

GARCIA, Álvaro e MORES, Marcelo. Manual de Operações Técnicas de Revegetação de Matas Ciliares. AEFES, 2ª Ed., Vitória-ES, 2001. 21 p.

GARCIA, Álvaro. Seminário Inter-Estudual sobre Reflorestamento Ambiental, 2. A

importância e o Valor das florestas na propriedade rural: Palestra, Painéis e Debates. Vitória: AEFES, 2002. 96 p.

IBRAM (INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO). Mineração e meio ambiente: impactos previsíveis e formas de controle. Belo Horizonte: Comissão Técnica de Meio Ambiente, 1987. 59p.

IDAF – Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo. Legislação Florestal do Estado do Espírito Santo – 1999. 95 p.

LINO, Clayton F. Águas e Florestas da Mata Atlântica: por uma gestão integrada. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 2003. 132 p.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, v.1, 1992. 352p.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas ar-

bóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, v.2, 1998. 352p.

PINHEIRO, Neiva Mattos Parro. Cartilha Rural: Centro de Desenvolvimento Sustentável Guaçú-virá. Vitória: CEFETES, 58 p.

PINTO, Marcelo Martins. Estudo e Avaliações de Impactos Ambientais. Apostila. Vitória, 2004.

SCHETTINO, Luiz Fernando e GONÇALVES, Fábio Corrêa. Florestas e Reflorestamento: informações básicas ao meio rural. 1ª Ed. Vitória, 2002. 171 p.

SCHETTINO, Luiz Fernando, Desenvolvimento Sustentável & Florestas. Vitória, 2003. 198 p.

SOARES, Maria Clara Couto. Entorno de Unidades de Conservação: estudo de experiências em Ucs de Proteção Integral. Rio de Janeiro: Funbio, 2004. 112 p.

HANSEN, D. E., LACHEL, D. J. Orebody ground conditions. In: HUSTRULID, W. A.

(ed.) Underground Mining Methods Handbook. Society of Mining Engineers of AIME, 1982. p. 39-69, ISBN 0-89520-049-X.

LAUBSHER, D. H. Selection of mass underground mining methods. Chapter 3. In: Design and operation of caving and sublevel stoping mines, Society of Mining Engineering of AIME, 1981. p. 23-38, ISBN 0-89520-287-5.

NICHOLAS, D. E. Method selection - a numerical approach. Chapter 4. In: Design and operation of caving and sublevel stoping mines. 1968. p. 39-65.

NILSSON, D. Open-pit or underground mining, Underground mining methods handbook. 1975. p. 70-87.

