



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL**

JOSIMAR ANDRADE COSTA FILHO

ETAPAS PARA BENEFICIAMENTO DO GRANITO NA INDÚSTRIA

**CAMPINA GRANDE - PB
2016**

JOSIMAR ANDRADE COSTA FILHO

ETAPAS PARA BENEFICIAMENTO DO GRANITO NA INDÚSTRIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Estadual da Paraíba como requisito para obtenção do título de graduado em Química Industrial.

Orientador: Prof. Dr. José Arimateia Nóbrega

CAMPINA GRANDE - PB
2016

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

C837e Costa Filho, Josimar Andrade.
Etapas para beneficiamento do granito na indústria
[manuscrito] / Josimar Andrade Costa Filho. - 2016.
39 p. : il. color.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Industrial) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2016.
"Orientação: Prof. Dr. José Arimateia Nóbrega, Departamento de Química".

1. Extração de rochas. 2. Rochas ornamentais. 3. Granito. 4. Beneficiamento do granito. I. Título.

21. ed. CDD 691.2

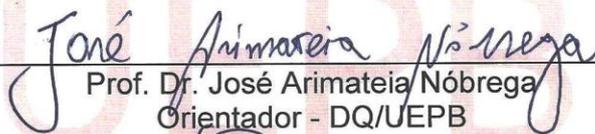
JOSIMAR ANDRADE COSTA FILHO

ETAPAS PARA BENEFICIAMENTO DO GRANITO NA INDÚSTRIA

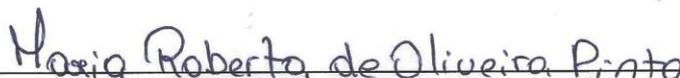
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Estadual da Paraíba como requisito para obtenção do título de graduado em Química Industrial.

Aprovado em 20/12/2016

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. José Arimateia Nóbrega
Orientador - DQ/UEPB


Profa. Dra. Djane de Fátima Oliveira
Examinadora - DQ/UEPB


Prof. Dra. Maria Roberta Pinto de Oliveira
Examinadora - DQ/UEPB

A meus pais e esposa que me deram muita força e incentivo nessa longa caminhada. **DEDICO.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela permissão deste momento.

Agradeço a minha esposa, meus pais e meus avós que me deram força e vontade de continuar e em especial a minha querida avó e meu amigo Michel (IN MEMORIA).

Agradeço também ao Prof. José Arimateia pela orientação e pelo ensino como professor aqui na UEPB.

RESUMO

A indústria de rochas ornamentais no Brasil tem apresentado nos últimos anos um forte crescimento, gerando fortalecimento de nossa economia. Este setor caracteriza-se principalmente na extração e beneficiamento de rochas, tais como granito, mármore, entre outras. As rochas ornamentais são materiais especialmente usados em construções, monumentos, arquitetura e escultura. O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores destas rochas. Nesse campo, a Paraíba vem assumindo uma posição cada vez maior de relevância, principalmente a nível de Nordeste. A compreensão da extração, serragem e polimento do granito como sendo um processo de retirada da natureza um tipo de rocha para beneficia – lá fazendo com que haja um desgaste na sua superfície, em que existe íntima relação entre diversas variáveis, ainda não se encontra devidamente equacionada. Este enfoque propicia um maior entendimento dos fenômenos envolvidos no processo industrial e contribui para a diminuição do empirismo frequentemente observado na indústria das rochas ornamentais.

Palavras-chaves: Extração do granito, Beneficiamento do granito, Desdobramento do granito.

ABSTRACT

The ornamental stone industry in Brazil has presented in recent years a strong growth, generating a strengthening of our economy. This sector is mainly characterized in the extraction and processing of rocks, such as granite, marble, among others. Ornamental rocks are materials especially used in buildings, monuments, architecture and sculpture. Brazil is one of the largest producers and exporters of these rocks. In this field, Paraíba has assumed an increasingly important position, especially at the Northeast level. The understanding of the extraction, sawing and polishing of granite as a process of withdrawal from nature a type of rock to benefit it causing a wear on its surface, where there is an intimate relationship between several variables, is not yet properly Equation. This approach leads to a greater understanding of the phenomena involved in the industrial process and contributes to the reduction of empiricism frequently observed in the ornamental stone industry.

Keywords: Granite Extraction, Granite Processing, Granite Sheeting.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	GRANITO PRETO.....	10
1.2	JUSTIFICATIVA.....	10
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1	PEDREIRAS.....	11
3	QUALIDADE GEOMÉTRICA DA ROCHA	14
3.1	OCORRÊNCIAS DE FALHAS NA GEOMETRIA.....	14
3.2	QUALIDADE DO MATERIAL E PROCESSAMENTO.....	15
4	EXTRAÇÃO, PRODUÇÃO E BENEFICIAMENTO DO GRANITO	19
4.1	CORTE.....	19
4.2	TEARES.....	20
4.3	INSUMOS UTILIZADOS NA SERRARIA.....	21
4.4	EQUIPE DE UMA SERRARIA.....	23
4.5	MULTIFIO.....	24
4.5.1	VANTAGENS NA OPERAÇÃO DE CORTE DO MULTIFIO	24
4.5.2	EQUIPE DE UM MULTIFIO	24
4.6	CONHECENDO AS CHAPAS DE GRANITO.....	25
4.7	POLIMENTO.....	25
4.8	LEVIGAMENTO.....	29
4.9	RESINAGEM.....	31
4.9.1	LINHAS DE RESINAGEM	31
4.10	SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA.....	34
4.10.1	FILTRO PRENSA.....	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
6	CONCLUSÃO	38

REFERÊNCIAS	39
-------------------	----

1 INTRODUÇÃO

O beneficiamento do granito no Brasil ocupa um lugar de destaque no setor da mineração, tendo impacto econômico reconhecido em vários estados da federação, como é o caso da Paraíba. As rochas ornamentais têm uso particularmente especial em construções, monumentos e escultura. O Brasil é um dos maiores produtores de rochas ornamentais do mundo (MERCADO, 1990).

O beneficiamento do granito compreende uma sucessão de etapas de desgaste de insumos que se inicia com a extração de blocos passando pela serragem do material e chegando enfim no polimento. O resultado final do processo retrata a interação entre as propriedades do granito e dos insumos utilizados no mesmo.

Para compreender adequadamente as interações entre essas variáveis, é conveniente organizá-las e estudá-las uma a uma. Dessa forma, têm-se envolvidos os seguintes parâmetros: da rocha para o avanço do setor: mineralogia, textura, grau de alteração, anisotropia e propriedades mecânicas; do abrasivo—dureza, parâmetros de forma e tamanho; do processo – velocidade de corte e tipo de movimento. Em 2013, as exportações brasileiras totais de rochas ornamentais somaram US\$ 1,5 bilhão, aumento de cerca de 50% em relação a 2010, equivalente a 3,5 milhões de toneladas, valendo destacar que nenhum segmento do setor mineral apresentou crescimento tão significativo. Os EUA absorveram 60,4% e o estado do Espírito Santo foi responsável por 50% dessas operações (US\$ 750 milhões).

No setor de beneficiamento de rochas ornamentais o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores mundiais. A potencialidade brasileira em rochas ornamentais, principalmente em relação aos granitos é imensa, devido às grandes áreas do nosso território que compreendem afloramentos pré-cambrianos.

Na Paraíba a maior parte do território é constituída por rochas resistentes, muito antigas, que formam o Complexo Cristalino da era Pré-Cambriana. Os terrenos mais recentes, menos resistentes, sedimentares, datam das eras Mesozóica e Cenozóica, e ocupam uma porção menor do Estado, ocorrendo principalmente no litoral.

De acordo com a idade geológica dos terrenos e dos tipos de rochas que os constituem, ocorrem, no Estado, diferentes tipos de minerais, tanto metálicos como

não-metálicos, e também gemas, em maior ou menor quantidade, com possibilidade ou não de exploração econômica.

Nas marmorarias de Campina Grande os granitos que se destacam são os mais pedidos pelos clientes, de acordo com o efeito estético onde será realizado o trabalho. O ambiente que será utilizado o granito vai ser determinado pela paisagem do local. Os locais utilizados são uma grande referência pois destacam – se muito de acordo o ambiente.

1.1 GRANITO PRETO

No beneficiamento do granito como foi falado no início ele passa por várias etapas de utilizando insumos que vão melhorar seu acabamento na serrada. No granito Preto São Marcos onde o próprio e o cargo chefe de vendas na empresa de granito, seu desempenho para com os clientes e muito bom. Devido sua versatilidade de combinar – se com qualquer outro tipo de granito trazendo um aspecto decorativo muito bom e por ser duro e bom de se trabalhar, ao contrário de outros materiais que uma fragilidade maior onde precisão de tratamento melhor.

Como o granito Preto São Marcos destaca – se pelo efeito estético e decorativo ele pode ser utilizado em diversos ambientes como soleiras, roda pés, divisórias e em outras áreas da construção civil.

1.2 JUSTIFICATIVA

O beneficiamento de granito tem tido um grande crescimento no mundo, mas no estado da Paraíba tem desapontado por que tanto em volume de blocos como em granitos beneficiados só vieram vir à tona desde 1996 quando indústrias de beneficiamento foram implantadas. Este trabalho irá abordar as pedreiras de granito, seu beneficiamento e defeitos geológicos e defeitos das chapas de granito.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O granito é uma rocha ígnea de grão fino médio e grosseiro constituída principalmente por três minerais: feldspato, quartzo e mica. A formação das rochas ígneas vem do resultado da consolidação devido ao resfriamento do magma derretido ou parcialmente derretido. Elas podem ser formadas com ou sem cristalização, ou abaixo da superfície como rochas intrusivas (plutônicas) ou próximas à superfície, sendo rochas extrusivas (vulcânicas). O granito é muito utilizado como rocha ornamental e na construção civil.

Estas rochas são compostas, em média, por feldspato (59,5%), quartzo (12%) micas (3,8%) e outros minerais (24,7%). A variação no teor desses componentes altera na rocha, entre outros aspectos, sua cor e tonalidade.

Os granitos de cor negra têm essa cor por causa dos minerais máficos (silicatos ferro-magnesianos), sobretudo, além de outros minerais chamados vulgarmente de carvão.

Nos granitos mais claros, onde existe menor quantidade de minerais ferro-magnesianos, o quartzo compõe normalmente entre 85% a 95% da rocha. A granulometria irá determina a textura das rochas silicatadas (ver Figura 1).

FIGURA 01 - Rocha Silicatadas.



FONTE: Própria (2016)

2.1 PEDREIRAS

Basicamente existem três tipos de pedreiras de granitos;

- Matacão
- Capeado
- Rocha

Matacão (boulder) arredondado de granito remanescente ao intemperismo progressivo em forma de "cascas de cebola" (ver estrutura na parte inferior do bloco junto à escala= 5 cm) com intemperismo maior nos cantos dos blocos fraturados e eliminação de pontas no bloco granítico que tende a ficar com formas arredondadas até esféricas (ver Figura 2).

FIGURA 2 - Pedreira de Matacão.



FONTE: Imagem-matacãogranito.

Uma Pedreira de Capeado (ver Figura 3) compreende a exploração de uma faixa de rocha que está próxima a sua origem, mas desprendida. Geralmente, já sofreu uma considerável ação do tempo, sendo, portanto diferente da base sobre a qual está assentada.

Geralmente este capeado já recebeu uma considerável ação do tempo, sendo, possivelmente de tonalidade diferente da base sobre a qual está assentada.

FIGURA 3 - Pedreira de Capeado.



FONTE: Itu2/Itu2_5.html.

A Pedreira de Rocha (figura 4) refere-se a uma das formas comuns de exploração de **granito comercial** nos dias de hoje. Ela precisa de uma grande área de trabalho e sua instalação em uma localidade depende de alguns fatores, como mercado consumidor, custos de produção local, aceitação do produto no mercado externo e interno e a viabilidade de extração por um longo período.

FIGURA 4 -, Pedreira de Rocha.



FONTE: Imagem-pedreiraderocha.

3 QUALIDADE GEOMÉTRICA DA ROCHA

Qualquer que seja a máquina usada no processamento da rocha, os blocos têm que vir o mais esquadrejado possível para que haja um bom aproveitamento nas máquinas de desdobramento (multifios, teares, talha blocos). A figura 5 ilustra essas características.

FIGURA 5 - Bloco de granito esquadrejado.



FONTE: Própria (2016)

3.1 OCORRÊNCIAS DE FALHAS NA GEOMETRIA

❖ Fanados:

Isto acontece quando há falta de um pedaço do bloco (ver figura 6). O responsável pela compra do bloco deve analisar bem este bloco para que haja o mínimo de perdas possíveis no seu processo de beneficiamento.

FIGURA 6 - Bloco de granito fanado.



FONTE: Própria (2016)

❖ Entradas:

Ocorre quando existe um buraco (ver figura 7). É importante saber disto, pois a medida pode ser inferior à medida que o cliente deseja e para produzir pacotes com bom aspecto não é aconselhável este procedimento.

FIGURA 7 - Bloco de granito com entrada.



FONTE: Própria (2016)

❖ Pontas:

Neste caso como o nome já diz é um bloco com pontas (ver figura 8). Nos teares as pontas dos blocos devem ficar para cima afim de evitar marcas de lâminas nas chapas.

FIGURA 8 - Bloco de granito com pontas.



FONTE: Própria (2016)

3.2 QUALIDADE DO MATERIAL E PROCESSAMENTO

❖ Furos:

Blocos que foram furados com brocas próprias em locais impróprios ocasionam na hora de serra o mesmo furo nas chapas (ver figura 9).

FIGURA 9 - Bloco de granito com furos

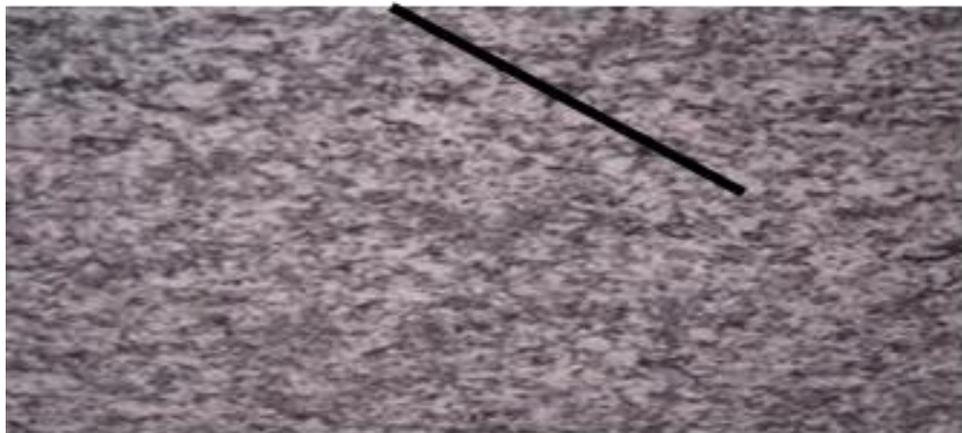


FONTE: Própria (2016)

❖ Trincas:

Chapas trincadas mesmo que suas trincas sejam visíveis são mais difíceis de serem aproveitadas e dá uma má imagem comercial do material (ver figura 10).

FIGURA 10 - Bloco de granito com trinca.



FONTE: Própria (2016)

❖ Fissuras:

É uma ocorrência que inviabiliza o material, caso ele não aceite resina. Neste caso, é importante verificar a origem das fissuras, caso tenha ligação com extração do bloco (ver figura 11). Por ser um problema difícil de enxergar na pré-inspeção da serraria, deve-se sempre notificar o encarregado do setor de corte sobre as

mesmas, para evitar decisões levem a erros de produção e possam ser responsáveis por perda de material.

FIGURA 11 - Bloco de granito com fissura.



FONTE: Própria (2016)

❖ Manchas:

Há material que têm manchas aceitáveis outras manchas inviabilizam o bloco totalmente. As manchas podem ser classificadas por cor, tamanho, localização e quantidade (ver figura 12).

FIGURA 12 - Bloco de granito com mancha

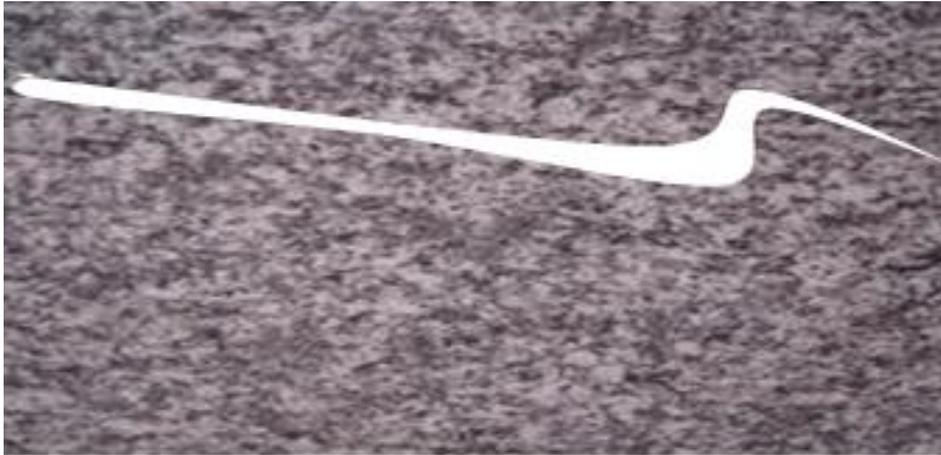


FONTE: Própria (2016)

❖ Veios:

Os veios podem afetar a estética do material (ver figura 13). Cada material, com o tempo, vai reagir a esta ocorrência. Veios pretos e finos são de elevado risco de aproveitamento, pois a chapa tem grandes tendências a se partir neste local.

Podem ser de várias características: Verticais, Horizontais e Diagonais.
FIGURA 13 - Bloco de granito com veios.



FONTE: Própria (2016)

❖ Cristais:

Como o nome já diz, cristais têm vários formatos e dimensões e, dependendo do material, até se integra qualitativa e esteticamente no mesmo (ver figura 14).

Depois que todas essas análises são feitas então o bloco é transportado para a fábrica através de caminhões. Ao chegar à fábrica de beneficiamento ele ficará no pátio onde aguardará, para ser processado transformando-o em. Os cristais são normalmente brancos.

FIGURA 14 - Bloco de granito com cristais



FONTE: Própria (2016)

4 EXTRAÇÃO, PRODUÇÃO E BENEFICIAMENTO DO GRANITO

As etapas da atividade produtiva de rochas ornamentais consistem basicamente da pesquisa mineral, extração, beneficiamento primário (indústria de desdobramento e acabamento) e o beneficiamento final de produtos acabados para diversas aplicações conforme especificação dos consumidores. Portanto, o setor de rochas ornamentais tem uma atuação verticalizada onde depende principalmente da matéria-prima oriunda da atividade de mineração dos blocos de pedras que possam ser beneficiados e que atendam aos requisitos do mercado.

O processo industrial de beneficiamento primário de rochas ornamentais consiste das seguintes operações industriais.

- Formação de cargas;
- Desdobramento;
- Acabamento (polimento, escovado, levigado, flameado);
- Expedição;

4.1 CORTE

O desdobramento de rochas ornamentais pode ser denominado de corte. Atualmente, para produzir chapas, esta operação se divide com o uso de duas tecnologias: os teares (os mais utilizados) e os multifios, que são máquinas mais novas e que atingem alta produtividade.

O ponto principal que influi o desdobramento de rochas ornamentais e o consumo de insumos é a dureza do material. As rochas ornamentais se classificam em quatro, de acordo com sua dureza. São elas: macio, médio, duro e extra duro.

A classificação citada teve início com os teares em função da velocidade de corte. Velocidade de corte ou cala significa dizer que quantas vezes o quadro de lâminas desce para cortar o granito. De acordo com que se aumenta a cala classifica-se a dureza do material. Isso implica dizer que quanto mais centímetros penetram à lâmina no bloco maior será sua maciez. Exemplo:

- Acima de 5 cm por hora classifica-se o material em macio;
- Entre 3,5 cm e 5 cm por hora classifica-se o material em médio;
- Entre 2 cm e 3,5 cm por hora classifica-se o material em duro;
- Abaixo de 2 cm por hora classifica-se o material em extra duro.

4.2 TEARES

O Tear é composto de quatro colunas básicas (o corpo da máquina) que sustentam 2 leques onde fica suspenso o quadro de laminas. Este quadro porta-lâminas é acionado por um sistema biela-manivela movido por um volante que é impulsionado por um motor elétrico. Completam a máquina, o carrinho e o carro auto transportador (ver figura 15).

Atualmente, o mercado de fornecedores de teares é composto principalmente pelos países: Itália, Brasil, China, Turquia, Índia e Espanha.

As Colunas e Leques são as estruturas básicas do tear. Estes leques suportam o quadro porta-lâminas. Existem quatro colunas que suportam os leques que por sua vez ficam os fusos que controlam a subida e descida do quadro.

FIGURA 15, Tear de Lâminas.



FONTE: Própria (2016)

O Quadro porta-lâmina é o componente do tear aonde são fixadas as lâminas. Compõem-se de dois chapões e duas canoas. É uma estrutura extremamente reforçada, pois necessita suportar o tensionamento das lâminas. Considerando 100 lâminas tensionadas a 6 toneladas cada, tem-se no total de 600 toneladas.

A Bateria é o conjunto da máquina responsável pela movimentação pendular do quadro porta-lâminas. Compõe-se de volante, mancais, excêntrico, biela, braço, eixo do chapão e motor. Este conjunto transmite a rotação do motor para o volante e este movimenta o braço que movimenta o quadro porta-lâmina (ver figura 16).

FIGURA 16, Biela do Tear.



FONTE: Própria (2016)

As Bombas e o Chuveiro são o conjunto do tear responsável pela movimentação da lama abrasiva. Compõe-se de bomba, chuveiro, poço de lama, cano de recalque, ralo, tanque de reserva, ciclone e dosador de granalha (ver figura 17).

FIGURA 17, Baleiro do Tear.



FONTE: Própria (2016)

A bomba impulsiona a lama abrasiva e a distribui por intermédio do chuveiro, sobre os blocos.

4.3 INSUMOS UTILIZADOS NA SERRARIA

❖ LÂMINAS:

Se constituem em serras não dentadas, com largura média entre 60 e 130 milímetros. A espessura pode variar entre 3,8 mm até 5mm. Possuem dois furos nas extremidades para fixação nos cabrestos dos teares (ver figura 18).

FIGURA 18, Lâminas.



FONTE: Própria (2016)

❖ **GRANALHAS:**

São produzidas em vários níveis de granulometria e dureza. Podem ser de ferro ou de aço ou uma combinação das duas. Quanto à forma pode ser angular ou esférica ou uma combinação das duas (ver figura 19).

FIGURA 19, Granalha em sua embalagem e no granalheiro.



FONTE: Própria (2016)

❖ **CAL:**

É o insumo responsável por várias situações no corte de chapas de granito nos teares. Auxilia no controle de viscosidade da mistura abrasiva e impede oxidações de materiais (ver figura 20).

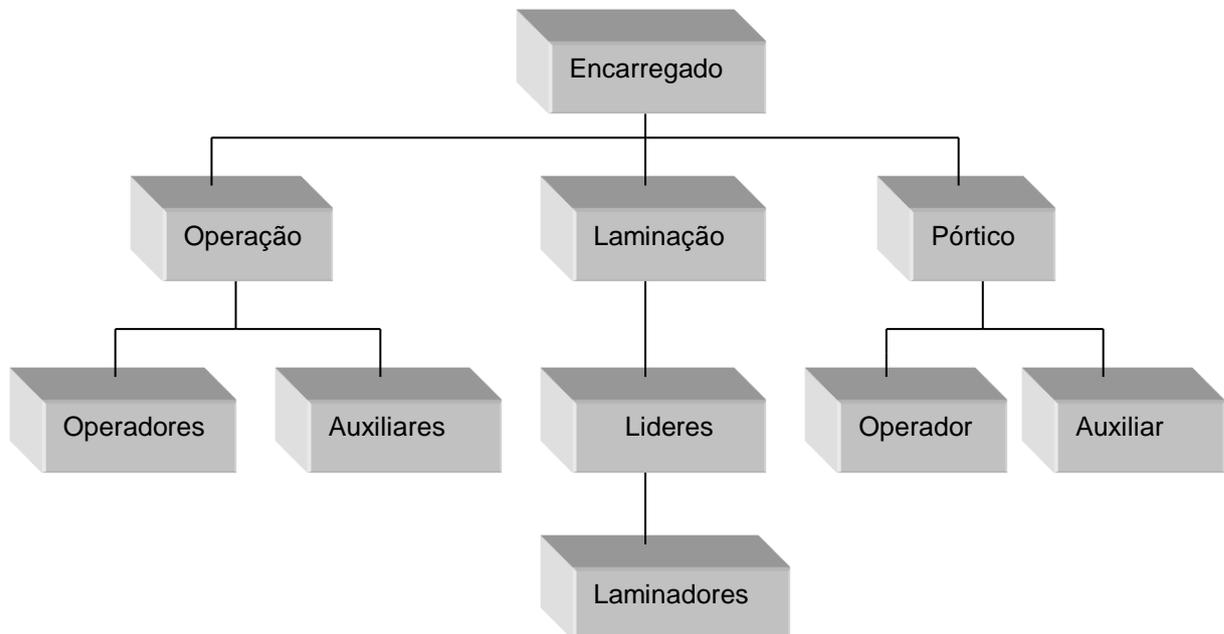
FIGURA 20, Cal em sua embalagem



FONTE: Própria (2016)

4.4 EQUIPE DE UMA SERRARIA

O grupo de operários e colaboradores que atuam no beneficiamento do granito em um sistema de Tear é indicado no esquema abaixo:



4.5 MULTIFIO

É um equipamento que vem sendo considerado a grande evolução no corte de blocos. Estes fios, ao mesmo tempo em que correm, giram também em redor de seu eixo. Este movimento produz o corte de chapas (ver figura 21).

FIGURA 21, Tear Multifio

FONTE: Própria (2016)

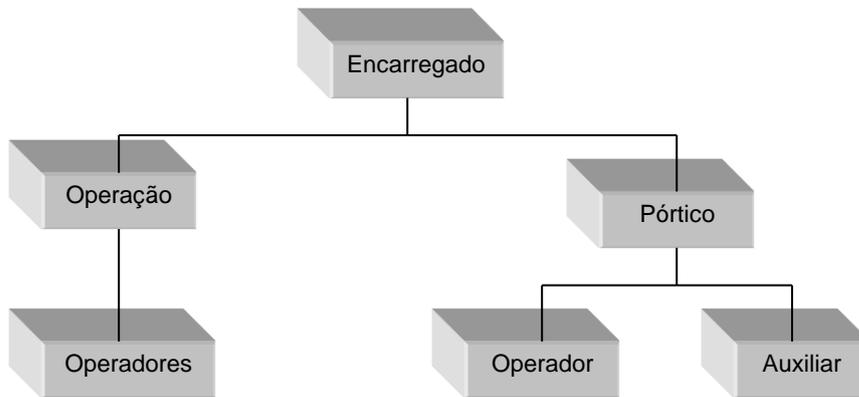
4.5.1 VANTAGENS NA OPERAÇÃO DE CORTE DO MULTIFIO

Esse tipo alternativo de corte dos blocos de pedra mostra algumas vantagens que são listadas abaixo:

- Alta produção: Com uma alta produção de $1\text{m}^2 / \text{hora}$ /
- Melhor aproveitamento: Em função da espessura do fio e do processo de corte obtêm-se resultados de aproveitamento de até $37\text{ m}^2 / \text{m}^3$ de material.
- Corte de materiais frágeis: Devido ao processo de corte, diferente dos teares, que é um processo de serrar, a técnica do equipamento multifio permite corte de materiais frágeis.
- Menor tempo de corte em materiais extraduros: Multifios diamantados cortam materiais extraduros com mais velocidade que teares convencionais.
- Menos mão-de-obra: Devido aos fios diamantados o processo de laminação não existe, consiste apenas no reposicionamento dos fios, podendo-se trabalhar apenas com operadores.
- Consumo de água apenas como complemento de corte: por se apenas com fios diamantados não se utiliza granalha, cal ou lâminas. Dessa forma não haverá resíduos de ferro ou cal no pó do granito.

4.5.2 EQUIPE DE UM MULTIFIO

O grupo de operários e colaboradores que atuam no beneficiamento do granito em um sistema de Multifio é indicado no esquema abaixo:



4.6 CONHECENDO AS CHAPAS DE GRANITO

A chapa de granito é o resultado do corte do bloco de rocha ornamental nos teares ou multifios. As duas principais divisões para análise de resultados são a Qualidade de corte e a Qualidade do material.

A Qualidade de corte: refere-se ao resultado obtido no processo de desdobramento dos blocos. Já a Qualidade do material: refere-se às ocorrências existentes no material quase em sua totalidade de origem natural.

O principal critério a ser seguido deve ser o de produzir chapas na qualidade requerida para seu produto final. Isto significa na maioria dos casos, que as chapas se destinam o beneficiamento em produtos planos.

➤ Principais fatores de corte que influenciam na qualidade de uma chapa:

- Insumos utilizados no corte, como granalha e aminas ou fio diamantado
- Velocidade deste corte (cala)
- Qualidade do equipamento
- Controle rigoroso por parte dos operadores
- Parâmetros gerais de corte com menor variação possível
- Blocos seguros e bem posicionados na máquina

Quando houver ocorrências na fase de serralaria, estas se refletirão como um aspecto negativo nas chapas, mesmo no lado que não será polido. Os principais fatores da matéria-prima que influenciam na qualidade de uma chapa:

- Cristalizações
- Trincas

- Sentido do corte
- Estrutura

As ocorrências naturais precisam ser analisadas caso a caso. Em geral, manchas e trincas se constituem nas ocorrências que mais afetam a qualidade comercial de chapas.

As principais ocorrências quanto ao processo de corte são

- Empeno
- Ondulações
- Entradas de lâminas ou fios
- Diferenças de espessura das toleradas
- Estrondos
- Marcas de granalha
- Queimaduras

Todas essas ocorrências podem acontecer em conjunto ou isoladamente. Todas essas ocorrências devem ser cuidadosamente analisadas pelo operador para que encontre uma solução rápida e prática para evitar o máximo de problemas possíveis no material.

Com relação ao polimento, as principais ocorrências podem ser resumidas da seguinte forma:

- Riscos
- Pouco brilho
- Margens opacas
- Superfícies

Essas ocorrências acontecem devido à má qualidade da água, má sequência no uso dos abrasivos ou até mesmo um corte com imperfeições. Tudo isso deve ser bem observado para um material bem polido e um cavalete de boa aparência (ver figura 22).

FIGURA 22, Cavalete de chapas.



FONTE: Própria (2016)

Com relação ao processo de acabamento, as etapas mais comuns dessa fase são:

- Sem acabamento: o material permanece com a superfície conforme veio do corte (sendo de teares);
- Levigado: É utilizado apenas o grão 120, 180 e 220. Com este tipo de acabamento o material se torna antiderrapante;
- Polido: O material recebe todo beneficiamento necessário, produzindo uma superfície espelhada e uniforme para os padrões de planaridade exigidos;
- Flameado: Neste caso o material sofre a ação de queima via bico de “solda” deixando-o áspero através de gás e oxigênio para criar a chama;
- Escovado: Este tipo de acabamento deve ser aplicado em superfícies polidas ou levigadas, gerando um acabamento tipo anticato;

4.7 POLIMENTO

As chapas de granito podem ser oferecidas ao mercado com vários acabamentos em sua superfície. O polimento é o processo mais utilizado neste setor, os outros acabamentos só são realizados quando há pedidos. O polimento é realizado em politrizes (ver figuras 23 e 24).

FIGURA 23, Politriz do lado de dentro



FONTE: Própria (2016)

FIGURA 24, Politriz do lado de fora



FONTE: Própria (2016)

Os principais fatores de polimento que influenciam na qualidade do brilho no polimento:

- Tipo do granito
- Granulometria do granito
- Como foi serrado
- Abrasivos usados para polimento
- Qualidade da água usada no polimento
- Maquinário utilizado no processamento (levigamento, resinagem e polimento)
- Resinagem

Para verificar a qualidade do polimento utilizam-se duas formas de avaliação, a Inspeção visual e a Inspeção via aparelho medidor de brilho (glossmeter). A inspeção mais utilizada é a visual por ser mais prática.

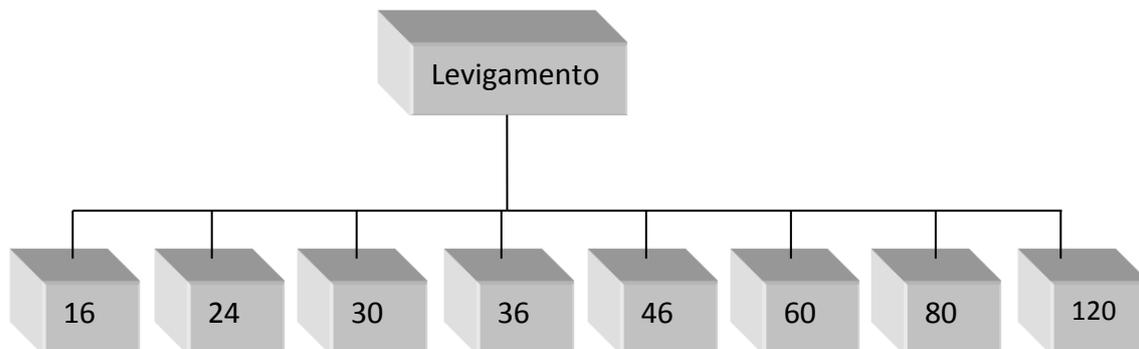
Neste caso, a pessoa que selecionar a chapa deve analisar vários fatores estéticos como: ocorrências geológicas e qualidade do polimento. O principal critério que se analisa num processo de comercialização de chapas de granito é o conjunto estético.

O processo que mais alterou a utilização e aproveitamento de granito nos últimos anos foi o processo de resinagem. Sendo um processo antigo, só agora nos últimos vinte anos é que ele ganhou força e aprovação no mercado. Com o processo de resinagem, materiais antes considerados frágeis, agora podem vendidos sem problemas devido ao processo que melhora suas características estruturais.

São três os processos utilizados para trazer o brilho completo à superfície do material: Levigamento, Resinagem e Polimento.

4.8 LEVIGAMENTO

É o primeiro dos três processos, e tem a função de preparar a superfície da chapa para receber a resina ou preparar o polimento direto, caso não receba a adição da mesma.



A sequência acima é utilizada com abrasivos magnesianos, existem também os **abrasivos diamantados**. Estes abrasivos são feitos de diamante sintético e uma liga metálica para agregar o diamante ao abrasivo. A durabilidade destes abrasivos é muito superior com relação aos magnesianos e seu poder de desbaste é ainda maior. Atualmente, várias empresas do ramo granítico utilizam esses diamantados, principalmente em materiais duros. De acordo com o fabricante os abrasivos diamantados podem ser citados em formas de grãos ou posições, ex.: 24 ou pós. 1, 36 ou pós. 2, 40 ou pós. 3, 60 ou pós. 4, 80 ou pós. 5, 120 ou pós. 6, 180 ou pós. 7. Também pode ser citado outro tipo de abrasivo, os chamados fusion que são

próprios para o levigamento. Seus grãos são: 120, 150, 220. Estes são feitos de borracha e pó de diamante (ver figuras 25 e 26).

FIGURA 25, Abrasivo diamantado.



FONTE: Própria (2016)

FIGURA 26, Abrasivo fusion.



FONTE: Própria (2016)

O levigamento precisa ter uma atenção especial e é crítico para o processo. Caso ocorram falhas nessa fase, a resinagem e o polimento não iram corrigir estas falhas. Pelo contrário, a falha ficará mais evidente e todo processo será refeito.

Existem três etapas no Levigamento:

- Desbaste primário da chapa (quase que uma limpeza) – grãos 16, 24.
- Remoção para início da planaridade (desbaste) – grãos 30, 36, 46.
- Corte do volume de material (retirada expressiva de material) – 60, 80, 120.

4.9 RESINAGEM

O processo de resinagem consiste em aplicar uma mistura de resina e catalisador sobre a superfície da chapa. Nem todos os granitos são resinados.

Os materiais mais frágeis exigem, algumas vezes, a necessidade de se aplicar uma tela que consiste em uma manta de fibra na parte de trás da chapa e para aderir esta tela à chapa usa-se uma mistura de resina e catalisador. Materiais do tipo branco Fuji, chocolate Bordeaux (colocar foto) são exemplos bem claros de que é preciso tela e uso da resina.

A chapa tem que está bem seca e limpa para que haja a penetração da resina na mesma. Quanto ao tempo de cura existem: A figura 27 ilustra alguns materiais utilizados na etapa de resinagem.

- Secagem rápida – 24 horas ou menos.
- Secagem normal – entre 24 e 48 horas.
- Secagem lenta – mais de 48 horas.

FIGURA 27, Resinas Tenax.



FONTE: Images/resinastenax

Quanto mais lento for o tempo para secagem, mais a resina irá penetrar na chapa. Cada fabricante utiliza uma formulação para combinar a resina e o catalisador, mas a média que podemos citar é 100 gramas de resina para 35 gramas de catalisador.

4.9.1 LINHAS DE RESINAGEM

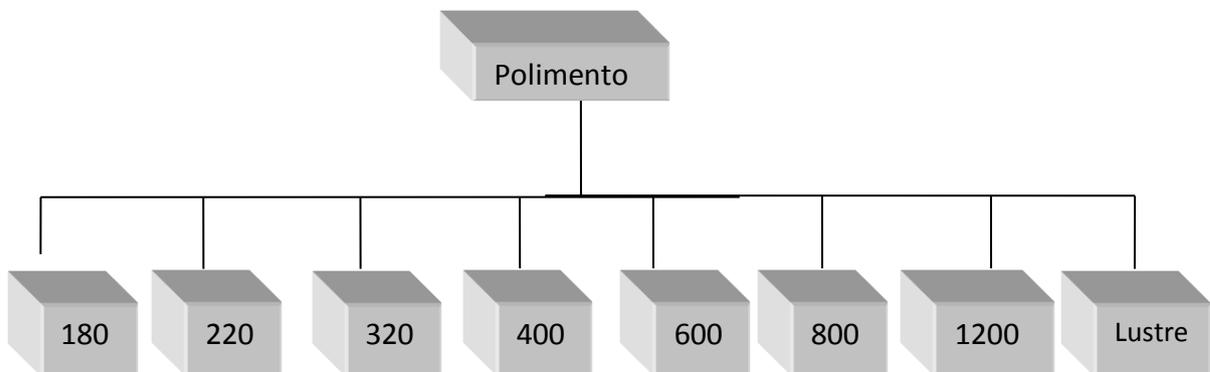
Devido à alta produtividade de chapas foi necessário criar uma linha de resinagem. Desta forma criam-se os fornos de resinamento para maior praticidade das fábricas e para aumentar sua produção (ver figura 28).

FIGURA 28, Forno para resinamento com chapas na mesa.



FONTE: Própria (2016)

❖ Processo final de trabalho para obtenção do brilho na chapa de granito.



Existem também abrasivos resinóides para um polimento melhor no material. Nessa parte da etapa a chapa já foi levigada e resinada e receberá apenas a complementação do acabamento. Quando se trabalha com chapas resinadas, é comum utilizar o mesmo grão que foi utilizado no final do levigamento (grão 120).

Em máquinas multi cabeças, o abrasivo lustre é triplicado para um melhor brilho, isso significa três cabeças com abrasivos lustres (ver figura 29).

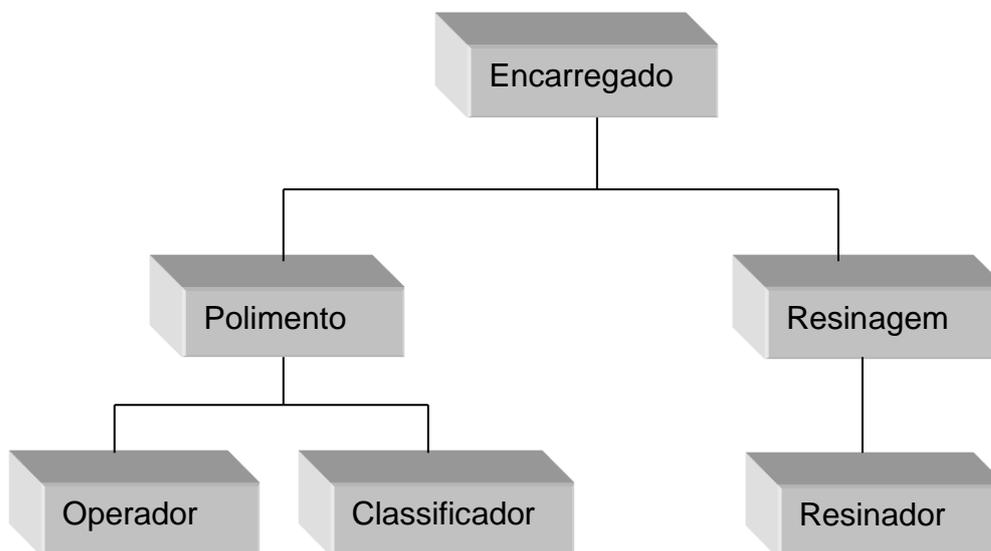
Costuma-se duplicar alguns grãos para um melhor fechamento. Chama-se fechamento uma característica dada aos espaços e às depressões que algumas chapas já polidas podem apresentar.

FIGURA 29, Abrasivo resinoide.



FONTE: Própria (2016).

❖ Equipe de Polimento



4.10 SISTEMA DE TRATAMENTO DE ÁGUA

A água é um dos elementos mais importantes no processo de beneficiamento de rochas ornamentais. Utilizada em larga escala, tanto para o corte como para o polimento, precisa ser recuperada e reutilizada o máximo possível, não apenas por razões econômicas, mas por razões ecológicas. Os decantadores têm como função

primordial iniciar o processo de decantação da lama abrasiva proveniente das máquinas.

Utilizando $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ para acelerar o processo de decantação, onde as moléculas de lama abrasiva se agregam com as de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ fazendo com que a decantação ocorra mais rápido.

4.10.1 Filtro Prensa

Depois que ocorre a decantação da lama abrasiva o restante dela segue rumo à filtragem final para recuperar o máximo de líquido possível para reutilização no processo industrial.

O equipamento mais utilizado para esta operação final de recuperação da água e separação de sólidos chama-se filtro prensa, que atua, prensando a água com resíduos e extraíndo os mesmos, retornando a água que foi prensada ao sistema. Silos de decantação, agitadores e floculadores também fazem parte deste conjunto de equipamento utilizada no tratamento d'água.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após chegar à indústria os blocos são retirados das carretas com o pórtico onde são analisados pelo encarregado da serraria onde será avaliado os seguintes aspectos: esquadrejamento, presença de defeitos geológicos (trincas, manchas, veios, oxidação, fissuras), sendo que a prioridade na inspeção se refere a avaliação da tonalidade (cor) do granito (ver figura 30). Por exemplo, o granito Preto São Marcos que quanto mais preto melhor.

O granito Preto São Marcos tem um alto valor comercial apresenta, e a principal matéria prima desta indústria onde ele tem uma ótima dureza rigidez, que facilita muito seu polimento. Depois de aplicada uma mistura de resina epóxi (resina e catalisador), onde está resina (resina Black) irá atuar para um melhor brilho no granito Preto São Marcos deixando – o mais escuro e melhorando seu aspecto e sua tonalidade (cor). Este granito quanto mais perfeito, ou seja, livre de imperfeições geológicas ira até mesmo outros países (exportação).

FIGURA 30, Pórtico.



FONTE: Própria (2016).

No processo de corte deve-se levar em conta os insumos utilizados para que haja um bom corte no bloco e as chapas fiquem livres de estrias, marcas do processo e planicidade no término do corte. Depois do bloco cortado ele se transforma em chapas e sua superfície se torna bruta (ver figura 31).

FIGURA 31, Chapa bruta.



FONTE: Própria (2016).

Feito isso as chapas seguem para o setor de polimento onde passarão por duas etapas. Quando as chapas forem encarregadas para o setor de polimento será analisado o empeno da mesma com o auxílio de uma régua de alumínio. Depois de escolhido o melhor lado para beneficiar segue então a primeira etapa que é de Levigamento (ver figura 32).

FIGURA 32, Chapa levigada.



FONTE: Própria (2016).

Ainda nesta etapa o granito deve passar por um pré-acabamento que deixa o granito liso, mas sem brilho e com seus poros abertos. Nessa etapa o granito deve ficar bem levigado, pois isso irá influenciar no polimento final.

Em seguida são encaminhadas para o forno onde irão passar por uma determinada temperatura para retirada de toda umidade do material depois de feito isso e aplicada uma camada de mistura de resina (Black resina) e catalisador (também chamado de endurente) para escurecimento do granito e melhor acabamento (no caso do granito Preto São Marcos).

O objetivo dessa resina é penetrar nos micro poros do granito tornando-o mais escuro, pois suas fissuras são brancas e também irá fechar as trincas fazendo que fique ainda melhor seu aspecto estético. É importante que se obedeça o tempo

apropriado de cura (endurecimento) para que haja um bom polimento (ver figura 33).

FIGURA 33, Chapa resinada.



FONTE: Própria (2016).

O granito depois de resinado é enviado para politriz onde recebe a última etapa de acabamento. Entrando na politriz as chapas passam por vários abrasivos de diversos granulometrias. Cada grão irá determinar o acabamento fazendo um aranhão grosso e que fica cada vez mais fino até o ponto de não ocasionar mais arranhões. É nesse estágio que irá surgir o aspecto de brilho (ver figura 34).

Na fase final do polimento é analisada a qualidade do material com relação à textura, padronização do material, planicidade, esquadrejamento, verificação da presença de defeitos geológicos (trincas, manchas, veios e fissuras), como também a presença de aranhões ocasionados do polimento. Caso haja arranhões, deve-se repolir a chapa para garantir um bom granito.

Finalmente, mas não menos importante, a chapa segue para o setor comercial onde ela será vendida de acordo com a sua qualidade chegando até mesmo à ser exportada para outros países.

FIGURA 34, Chapa polida.



FONTE: Própria (2016)

6 CONCLUSÃO

Neste trabalho pode-se concluir que o beneficiamento o granito tem uma vasta área de trabalho, com vários tipos decorações e aquisições deste o rústico até o nobre.

Desde a extração até o beneficiamento são várias as etapas. Contudo o granito tem várias aplicações com relação à decoração e desenhos que podem ser feitos no mesmo.

Na extração ocorre a retirada dos blocos utiliza-se massa expansiva, em seguida o transporte que e feito através de caminhões chegando ao local onde vai ser beneficiado. Contudo existem vários tipos de granitos, quer dizer que isso faz com que alguns granitos mereçam um tratamento especial e esse tratamento e o resinamento. Em materiais porosos utiliza-se uma resina de maior densidade, ou seja, mais grossa e no Preto São Marcos utiliza-se uma resina mais fluida para que uma maior penetração no material alguns granitos não precisam de resinamento.

Os granitos em virtude da multiplicidade de tonalidades, uniformidade das cores, combinam harmoniosamente com a madeira, metais e alvenaria, dando-lhes um efeito decorativo. O fator mais importante da qualidade do granito está na jazida onde é extraído. As jazidas da região sul caracterizam-se por proporcionarem materiais de alta resistência, tonalidade e qualidade.

Com isso podemos concluir que existem vários tipos granitos, existem tratamentos, existem acabamentos, mas sobre tudo existe um bom polimento e para que isso aconteça depende do levigamento e resinamento.

REFERÊNCIAS

- <<http://eternos.org/2007/11/19/granito-formação-transformação/>> Acesso em 21 de outubro de 2010.
-
- <<http://www.papofurado.com/tipos-de-rochas-do-brasil.html>> acesso em 15 de agosto 2010.
-
- Pedreira de Matacão. Disponível em: <<http://www.google.com.br/imagem-matacãogranito>> Acesso em: 15/08/2010.
-
- Pedreira de capeado. Disponível em <http://akmotoki.tripod.com/2001/ltu2/ltu2_5.html> Acesso em: 15/08/2010.
-
- Pedreira de rocha. Disponível em <<http://www.google.com.br/imagem-pedreiraderocha>> Acesso em: 15/08/2010.
-
- Rocha silicatada. Disponível em <<http://www.google.com.br/image-rochasicatada>> Acesso em: 15/08/2010.
-
- Feldspato microcline. Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/feldspato>> Acesso em: 15/08/2010.
-
- Quartizo hialino. Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/quartizo>> Acesso em: 15/08/2010.
-
- Quartzo leitoso. Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Quartzo>> Acesso em: 15/08/2010.
-
- Mica. Disponível em <<http://pt.wikipedia.org/wiki/mica>> Acesso em: 15/08/2010.
-
- Bloco de granito esquadrejado. Disponível em <<http://www.google.com.br/image-blocodegranito>> Acesso em: 15/08/2010.
-
- Tear multifios. Disponível em <<http://www.google.com.br/imagesmultifiodiamantado>> Acesso em: 15/08/2010.
-
- Reckelberg, Osmar. Introdução ao Mercado de Granito. 2008 São Paulo. Editora Scortecci. Disponível em <<http://www.asabeca.com.br>> Acesso em 15/08/2010.
-
- Apostila elaborada por: Neves, Félix das; Rodrigues, Ramon; Santana, Marcos; Bellato, Ciro; Garschagen, C. Antonio; Miranda, Celso. Elaborada em maio de 1999. Departamento Técnico da COBRAL ABRASIVOS LTDA. Acesso em 15/08/2010.