

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE GEOLOGIA

Título do Trabalho

**Avaliação Qualitativa das Metodologias de Lavra Utilizadas na Extração
de Rochas Ornamentais no Município de Santo Antônio de Pádua - RJ**

Nome do Aluno

Brunno Muniz Costa

-

Nome do Orientador

Lucio Carramillo Caetano

Julho/2009

Agradecimentos

Este é o momento em que certamente cometerei as maiores injustiças. Aliás, nunca se consegue agradar a todas as partes. Por isso não terá primeiramente e nem por finais. Todos citados aqui são de igual importância em minha vida, não só acadêmica, mas na que eu considero mais importante, a minha vida social, o meu crescimento como pessoa.

Mamãe, que sempre com seu imenso senso de humor (?) me ajudou a ir e vir durante essa vida. Meu pai, meu irmão e até minha irmã que eu não sei no que me ajudou mas eu acho interessante citá-la. É brincadeira. Minha família como um todo, que sempre esteve disposta a ajudar.

Meus amigos aos quais eu sempre dei muito, mas muito valor, e espero que eles compreendam isso, às vezes sendo até chato (é, eu sou chato) e injusto com eles ou com outros muito próximos. Às vezes sendo até condenado por eu manter essa conduta com meus amigos, sempre estando disposto a eles. Nunca me arrependi. Por vezes me magoei sim, mas também INCONTÁVEIS foram as vezes em que me fizeram sorrir. Bom ou ruim, a tudo chamo de aprendizado. E é isso que vale na vida. Viver e aprender. Bruna, Camila, Aline, Filipe... é totalmente injusto citar nomes. À galera da República Havaiana, com quem convivi anos, um abraço e um muito obrigado, porque eles sabem até hoje como é bom aquela República lotada de moradores e de histórias, algumas vezes com um pouco de mentirinha.

À galera do 415 SURPREENDENTEMENTE a qual me ambientei incrivelmente bem e também me receberam muito bem. Está sendo um período maravilhoso e super engraçado conviver com vocês, com toda nossa organização, todo esse barulho, esse paraíba chato, essa galera maluca. O futebolzinho à noite, e até no “bandeirão” a gente se diverte (Pô! Vinagre na comida dos outros é brincadeira hein?). Além desses fatores, entenda-se por 415: Patolino (Rodrigo), Bebê (Gabriel), Somália (Felipe), amarelinho (Gabriel), Bal (Rodrigo), Evelyn (agregada), Arekipa (Pablo), Coqueiro (Augusto), Veimar. E agora: Xereps (Renato), Mendigo (Renan), ET ou Latino (Tiago), Lampião (Francisco). Agradecê-los por terem me recebido no quarto de portas abertas.

Ao amigo Coqueiro (em memória), que não está mais presente, mas que quem conheceu, tenho certeza de que nunca se esquecerá. Que ele esteja com Deus, a quem também agradeço tudo, apesar de muitos não acreditarem em minha crença.

Ao pessoal de Nilópolis, e não só de lá mas como de todo o CEFET – Química de Nilópolis, (professores, amigos...) que também me ajudaram a superar alguns sentimentos, mesmo minha vida já estando presente na Rural.

Foram 5 anos e meio de muita felicidade mas também de muitos conflitos, internos principalmente, nos quais todos me ajudaram a combater.

Ao meu orientador Lucio que com uma alegria sempre intocável e inconfundível me guiou nessa jornada chamada monografia, e à Professora Cláudia que também me estendeu a mão.

A geóloga Rosana Coppedê Silva pelo grande apoio, incentivo e colaboração.

Ao meu cão, Sadan e minha gata, Morena. Por que não? Adoro esses bixos. Opa, perdão. Bichos. Força do hábito.

À Rural, que sem dúvida me deu momentos inesquecíveis, e tenho certeza, ainda me trará muito mais sentimentos maravilhosos.

A todos, citados aqui ou não. Um muito obrigado.

SUMÁRIO

Agradecimentos	I
1 – INTRODUÇÃO	1
2 – OBJETIVO	2
3 – LOCALIZAÇÃO	3
4 - METODOLOGIA	4
4.1 – Revisão Bibliográfica	4
4.2 – Anotações em sala de aula	4
4.3 – Visita as Extrações de Rochas em Santo Antônio de Pádua e a Pedreira Raio de Sol	4
5 –Considerações a Respeito do Mercado de Rochas Ornamentais	5
5.1 – Principais Usos das Rochas Ornamentais	6
5.2 – Panorama Mundial e Nacional das Rochas Ornamentais	6
5.3 – A Região de Santo Antônio de Pádua	7
6 – Aspectos Geológicos	8
6.1- Geologia Regional	8
6.1.1 - Geologia do Estado do Rio de Janeiro	8
6.1.2 - Tectônica do Estado do Rio de Janeiro	9
6.2 - Geologia Local	10
6.2.1- Unidade Santo Eduardo	10

6.2.2 - Unidade Bela Joana	11
6.2.3- Leptinitos Serra das Frecheiras	11
6.2.4 - Ortognaisses com Biotita e Diques Máficos	11
6.2.5 - Evolução Tectônica em Santo Antônio de Pádua	12
7- Métodos de Lavra para Rochas Ornamentais	13
7.1- Introdução	13
7.2- Métodos de Lavra	14
7.2.1- Lavra por Bancadas	14
7.2.1.1- Bancada Baixa	14
7.2.1.2- Bancadas Altas	15
7.2.2- Lavra por desabamento	15
7.2.3- Lavra de Matacões	16
7.2.4- Lavra Subterrânea	16
7.3- Tecnologias de Corte	16
7.3.1- Fio Helicoidal	17
7.3.2- Fio Diamantado	18
7.3.3- Cortadeira à Corrente	20
7.3.4- Cortador à Corrente Diamantada	20
7.3.5- Jato d'Água de Alta Pressão – <i>Water Jet</i>	20
7.3.6- Chama Térmica – <i>Flame Jet</i>	21
7.3.7- Perfuração Contínua	21
7.3.8- Perfuração Percussiva	22

7.3.9- Desmonte com Carga Explosiva	22
7.3.10- Divisão Mecânica Através de Cunhas	23
7.3.11- Divisão Através de Agentes Expansivos	24
8 - Metodologias e Tecnologias Utilizadas em Santo Antônio de Pádua	25
8.1- Método de Lavra	25
8.2- Tecnologias de Extração	25
8.3- Sugestões	26
9 - Reaproveitamento de Resíduos Sólidos Das Rochas Ornamentais	28
9.1 - Obtenção de Tijolos	28
9.1.2- Métodos de Análise dos Minerais	28
9.1.3- Resultados	29
9.2 - Obtenção de Brita	29
9.2.1 - Dilatação Térmica	30
9.2.2 - Dureza Knoop	30
9.2.3 - Desgaste Amsler	30
9.2.4 - Índices Físicos	30
9.2.5 - Resistência à Compressão	31
9.2.6 - Resultados	31
9.3 - Aplicação na Indústria de Papel	31

10 - MEIO AMBIENTE	33
10.1 - Aspectos ambientais de Santo Antônio de Pádua	33
10.1.2 - Vegetação	33
10.1.3 - Clima	33
10.1.4 - Hidrografia	33
10.1.5- Geomorfologia	34
10.2- Desmatamento e Abertura de Cava Inicial	34
10.3- Fauna	35
10.4 - Armazenamento de Óleo	35
10.5 - Sistema de Esgoto	36
10.6- Sugestões	36
11- Análise dos Impactos Ambientais	37
11.1- Introdução	37
11.2- Impactos Ambientais	37
11.2.1- Impactos no Meio Antrópico	39
11.3- Sugestões para Amenizar Impactos Ambientais	39
12- Situação Educacional e Perfil Cultural em Santo Antônio de Pádua	40
13 – Sociedade, Legislação e a Extração Mineral em Santo Antônio de Pádua	42
14 - Conclusões	46
15 - Bibliografia	48

Lista de Figuras

Figura 1 – Mapa de Localização do Município de Santo Antônio de Pádua	3
Figura 2 – Participação dos Estados na Produção Nacional de Rochas Ornamentais e de Revestimento	7
Figura 3 – Mapa Geológico do Município de Santo Antônio de Pádua	10

Lista de Fotos

Foto 1 – Alteração da Paisagem	34
Foto 2 – Rejeitos Acumulados indiscriminadamente e sem Tratamento	37
Foto 3 – Rejeitos Depositados Aleatoriamente em Ambiente Urbano	38

1- Introdução

O presente trabalho visa descrever as técnicas de extração de rochas ornamentais em Santo Antônio de Pádua (RJ) e suas conseqüências tanto para o aproveitamento econômico do material de interesse quanto para o meio ambiente e sociedade local.

Segundo informações da ABIROCHAS (2009), do ponto de vista comercial, as rochas ornamentais e de revestimento se classificam em granitos e mármore, correspondendo a 90% da produção mundial, enquanto que ardósia, quartzito, pedra sabão, serpentinitos, basaltos e conglomerados naturais, se destacam setorialmente. Estas são também designadas pedras naturais, rochas lapídeas, rochas dimensionais e materiais de cantaria, abrangendo blocos que podem ser extraídos em blocos ou placas, possibilitando cortes variados, e beneficiamento por meio de esquadrejamento, polimento, lustro, entre outras.

2 - Objetivo e Justificativas

O objetivo da presente proposta é avaliar qualitativamente as metodologias de lavra utilizadas na extração de rochas ornamentais em Santo Antônio de Pádua, levando em consideração o elevado índice de perda de minério, bem como de degradação ambiental provocada pela mineração, e as possibilidades de acidentes envolvendo os funcionários da pedreira.

3 - Localização

Partindo da cidade do Rio de Janeiro, seguir pela Linha Vermelha até a saída da Rod. Washington Luis (ou Rio - Juíz de Fora), BR 040. Entrar à direita na Rio – Teresópolis (BR 116) até o município de Além Paraíba (já no estado de MG). Pegar a Rod. Lúcio Meira (BR 393) até o município de Pirapetinga (MG). De lá, continuar pela RJ 186 (Pirapetinga – Bom Jesus) até o centro do município de Santo Antônio de Pádua.

Na figura 1 é mostrada a localização do município de Santo Antônio de Pádua (cidadedoriodejaneiro.com.br. acessado em 26/06/2009)



Figura 1: Mapa de localização do município de Santo Antônio de Pádua

4 – Metodologias

Neste capítulo será descrita a Metodologia utilizada para elaboração do trabalho

4.1 - Revisão Bibliográfica

A partir da pesquisa bibliográfica foi possível traçar uma evolução quanto aos métodos de lavra utilizados em uma jazida, com ênfase em aplicações na pedreira Raio de Sol, localizada no município de Santo Antônio de Pádua.

A pesquisa bibliográfica envolveu publicações a respeito de legislação mineral, ambiental, e de recursos hídricos, bem como de assuntos voltados às ciências sociais.

4.2 – Anotações em Sala de Aula

Durante o ano letivo de 2008 foram anotados diversos dados divulgados em sala de aula, nas disciplinas de Legislação Mineral e Ambiental e Métodos de Lavra.

4.3 - Visita às Extrações de Rochas em Santo Antônio de Pádua e à Pedreira Raio de Sol

A visita às extrações de rochas no município de Santo Antônio de Pádua e à Pedreira Raio de Sol permitiu observar como é realizado o aproveitamento da jazida levando em conta perdas e ganhos no material de interesse durante sua extração.

A observação das técnicas de extração e corte aplicados localmente permitiu a comparação de algumas metodologias de lavra utilizadas para extração do material encontrado na região.

A visita possibilitou também observar a forma de alocar os rejeitos e o trabalho dos funcionários.

5 – Considerações a Respeito do Mercado de Rochas Ornamentais

O mercado de rochas ornamentais compreende os mármore, granitos e outras rochas de revestimento, de acordo com conceituações comerciais¹:

- Mármore – rochas calcárias ou dolomíticas, sedimentares ou metamórficas que possam receber desdobramento, seguido de polimento, apicotamento ou flameamento.
- Granitos – qualquer rocha não calcária ou dolomítica, que apresenta boas condições de desdobramento, seguida de polimento, apicotamento ou flameamento.
- Rochas de revestimento – engloba 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.

Tanto as características tecnológicas quanto as previsões do seu desempenho em serviço, são obtidas através de análises e procedimentos realizados segundo normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, ou estrangeiras, como a “*American Society for Testing and Materials*”, entre outras.

Ainda, segundo as normas da ABNT, três aspectos principais são considerados:

- Índices de qualidade;
- Parâmetros utilizados nos cálculos de materiais para a construção civil e;
- Especificações fixadas para os diversos tipos de emprego das rochas.

A qualidade e desempenho das rochas estão baseadas em:

- Presença de minerais alterados ou alteráveis, friáveis ou solúveis;
- Capacidade de absorção de água;
- Porosidade;
- Resistência ao impacto e;
- Resistência à flexão.

No setor de rochas ornamentais, pressupõe-se que atendendo a três condicionantes primários haverá êxito no aproveitamento econômica da jazida. São eles: cor, estética e disponibilidade, fatores estes que o mercado mostra serem básicos e confiáveis para sua viabilidade.

¹ No presente trabalho as referências estarão voltadas para a conceituação comercial das rochas ornamentais.

5.1 - Principais usos das Rochas Ornamentais

Dentre as diversas áreas de utilização, destacam-se:

- Revestimento externo;
- Revestimento interno;
- Pavimentação (pisos);
- Arte fúnebre e religiosa e;
- Projetos arquitetônicos gerais.

5.2 - Panorama Mundial e Nacional das Rochas Ornamentais

Segundo CETEM/ABIROCHAS (2001), há no cenário mundial de rochas ornamentais aqueles países que se destacam. Podem ser divididos em três grupos:

- Os produtores sobretudo de material bruto (no qual o Brasil se inclui)
- Os predominantemente consumidores, com grande potencial para importar produtos acabados
- E os produtores/consumidores com tradição formal no setor e historicamente exportadores de produtos beneficiados.

A Itália ganha destaque, liderando entre os maiores produtores, como o país mais importador de material bruto, maior consumidora per capita e maior exportadora de rochas e tecnologias. O Brasil se mostra como o quarto maior produtor, sobretudo de rochas silicáticas brutas (granito²), sendo superado por Índia, África do Sul e China, respectivamente (DRM, 2009³).

Ainda segundo o trabalho realizado pelo CETEM/ABIROCHAS (2001), o setor brasileiro de rochas ornamentais movimenta cerca de U\$ 2,1 bilhões ao ano, gerando cerca de 105 mil empregos diretos em cerca de 10.000 empresas. A extração brasileira de rochas totaliza 5,2 milhões de toneladas ao ano, tendo Espírito Santo, Minas Gerais e Bahia correspondendo a 80% da produção nacional. O estado de Minas Gerais é responsável pela maior diversidade de rochas extraídas (granitos, ardósias, quartzitos). (ABIROCHAS, acessado em 24/06/2009)

² Nome comercial

³ <http://www.drm.rj.gov.br/panorama.htm>, acessado em 23 de junho de 2009.

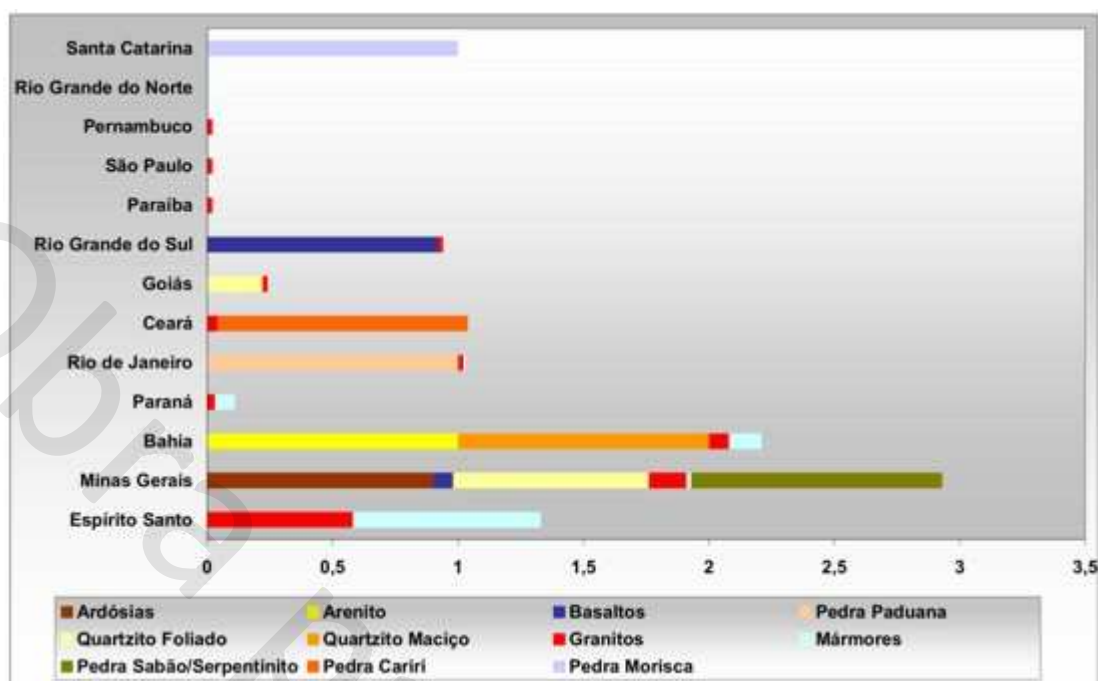


Figura 2 - Participação dos Estados na produção nacional de rochas ornamentais e de revestimento (ABIROCHAS/2001)

5.3 – A Região de Santo Antônio de Pádua

Segundo informações coletadas no DRM⁴, as regiões norte e noroeste fluminense do estado do Rio de Janeiro apresentam grande potencial mineral, com distribuição litológica das rochas ornamentais na região incidindo em 266 áreas, com características desde cores claras a escuras, com granulação variando de fina a grossa.

O município de Santo Antônio de Pádua é o principal produtor de rocha para revestimento do Estado do Rio de Janeiro, sendo Olho de Pombo, Pinta Rosa, Granito Fino e Pedra Madeira seus principais minérios. Estes produtos são extraídos de gnaisses miloníticos.

A principal característica que acompanha as rochas dessa região é a presença de planos bem definidos (foliação), que permite deslocamento manual das rochas produzindo os blocos, placas e lajes que são comercializados.

⁴ <http://www.drm.rj.gov.br/potencial.htm>, acessado em 26 de junho de 2009

6 - Aspectos Geológicos

Este capítulo tem por objetivo descrever as características geológicas do estado do Rio de Janeiro visando um breve enfoque sobre a geologia da área estudada.

6.1- Geologia Regional

O estado do Rio de Janeiro localiza-se no sudeste brasileiro cuja região é marcada por embasamento pré-cambriano, afetado por eventos termotectônicos dos Ciclos Transamazônico e Brasileiro (Hasui & Oliveira, 1984 *in* Silva, 1999), podendo estes serem representados pelo Cinturão Ribeira, ou mesmo pela Faixa Móvel Ribeira, tectônicas que afetaram esse embasamento mais antigo.

A evolução da Faixa Ribeira divide-se em dois eventos tectônicos principais, no qual o primeiro refere-se a um evento tangencial, tendo como consequência um cavalgamento dos blocos superiores para WNW (e.g. Heilbron, 1990; Ebert *et al*, 1991 *in* Silva, 1999), e o segundo evento é caracterizado pelo desenvolvimento de um sistema de zonas de cisalhamento transcorrentes destrais, retrabalhando a trama que se criou no evento tangencial. Este evento trata-se de uma das mais importantes feições estruturais do Cinturão Ribeira, atingindo cerca de 1.000 km do Rio de Janeiro até o Paraná.

6.1.1- Geologia do Estado do Rio de Janeiro

Fonseca (1998), *in* Caetano 2005, explica que, “o estado do Rio de Janeiro é formado em sua maior parte por terrenos metamórficos de alto grau, de idade Arqueana e Paleoproterozóica. O Complexo da Região dos Lagos, com migmatitos tanto homogêneos quanto heterogêneos, granitóides deformados, idade Paleoproterozóica, e o Pão de Açúcar de formação ortognáissica, fazem parte desses terrenos. A parte metassedimentar do Complexo São Fidélis-Pão de Açúcar está ligada ao Neoproterozóico, formada durante a Orogênese Brasileira, esta que é responsável por importante granitogênese que produziu corpos de dimensões batolíticas e ainda corpos granitóides, porém menores, distribuindo-se principalmente no Bloco Crustal Serra dos Órgãos”.

Ainda segundo Fonseca (1998) *in* Caetano 2005, os granitóides tonalíticos Serra dos Órgãos são considerados como tendo caráter intrusivo sin-orogênico baseado em sua homogeneidade composicional (granada/hornblenda-biotita-gnaiss granítico a granodiorítico), nas evidências de intrusão em seus afloramentos e na presença de textura granular hipidiomórfica preservada.

Ocorrem como diques, soleiras de várias escalas e são tardi e pós-cinemáticos em relação ao evento termo-tectônico Brasileiro.

6.1.2- Tectônica do Estado do Rio de Janeiro

Quanto à tectônica do estado do Rio de Janeiro, Fonseca (1998) *in Caetano*, 2005 a divide em 3 (três) grandes segmentos crustais, sob critérios estruturais e de arranjo destas estruturas. São eles representados pelos Bloco de Cabo Frio, Bloco da Serra dos Órgãos e Bloco ou Segmento das Zonas de Cisalhamento, que apresentam peculiaridades estruturais, magmáticas, petrológicas diversas, não sendo estas necessariamente pertencentes a apenas um único bloco.

O Bloco de Cabo Frio é marcado pela ausência de estruturas rúpteis de caráter regional, grande diversidade estrutural supracrustais, e ausência de granitogênese brasileira. Em seu limite com o Bloco Serra dos Órgãos, aparecem zonas de cisalhamento de direção NE-SW, sem se estenderem por todo o limite entre os dois blocos, alinhamento de caráter regional, de corpos granitóides brasileiros, manifestações de intensa granitização, feldspatização e formação de corpos pegmatíticos.

6.2 - Geologia Local

A região de Santo Antônio de Pádua situa-se no limite nordeste da Zona de Cisalhamento Paraíba do Sul e da Faixa Ribeira com a Faixa Araçuí. Subdivide-se em Unidade Santo Eduardo, a qual pertencem as rochas aflorantes (gnaisses granulíticos intercalados com gnaisses quartzo-feldspáticos), cuja interpretação sugere origem sedimentar, Unidade Bela Joana, e Leptinitos Serra das Frecheiras (Grossi Sad *et al*, 1980 *in* Silva, 1999). O mapa geológico simplificado do município de Santo Antônio de Pádua é visto na figura 3.

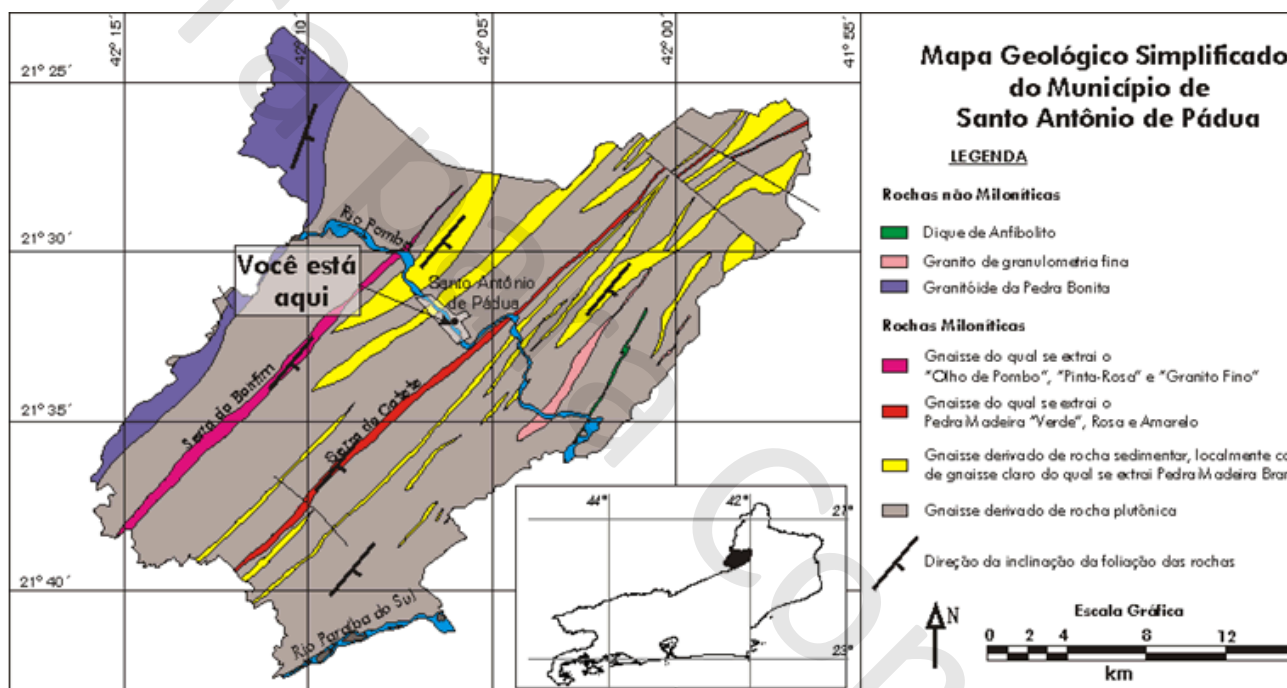


Figura 3: Mapa Geológico do Município de Santo Antônio de Pádua, (DRM, acessado em 24/06/2009)

6.2.1- Unidade Santo Eduardo

Porcher, 1997 *in* Silva, 1999, diz que essa Unidade constitui-se principalmente por gnaisses granulíticos, de coloração verde acastanhado, e com ocorrência de piroxênio, podendo também ser presenciadas lentes pegmatóides com textura oftálmica e grandes *augen* de plagioclásio. Sugere-se, no entanto, que estas sejam veios pegmatóides, já que ocasionalmente, está levemente oblíqua ao bandamento. Hornblenda, biotita e granada são minerais presentes, com a granada aparecendo geralmente sob forma de grandes porfiroblastos alongados.

Os gnaisses granulíticos apresentam bandamento bem definido e irregular, com intercalação de bandas félsicas variando de alguns centímetros a poucos metros, e lentes descontínuas ou bandas contínuas de composição máfica, quando nas porções externas às zonas de cisalhamento

transcorrente, enquanto que ao longo das zonas esses gnaisses apresentam trama milonítica, lentes máficas alongadas pela intercalação de bandas máficas e félsicas, e alongamento de porfiroclastos de plagioclásio e piroxênio. São observadas dobras isoclinais intrafoliais transpostas em diversos afloramentos.

Intercalados com os gnaisses granulíticos, ocorrem também na Unidade Santo Eduardo, os gnaisses-feldspáticos (granada-biotita-plagioclásio gnaisses e biotita-plagioclásio-K-feldspato gnaisses). Eles são observados geralmente em coloração clara, acinzentadas ou rosadas, com aspecto “migmatítico estromático”. Sua proporção em relação ao gnaisse granulítico aumenta de NW para SE.

6.2.2- Unidade Bela Joana

Segundo Porcher, 1997, *in* Silva, 1999 essa unidade constitui-se de gnaisses charnoquíticos de coloração verde-acastanhado, com deformação milonítica limitada, observando-se veios mais jovens que cortam esse bandamento, que é caracterizado pela homogeneidade, e por bandas máficas e félsicas, com lentes félsicas podendo estar dobradas isoclinalmente ou boudinadas.

6.2.3- Leptinitos Serra das Frecheiras

São leptinitos gnáissicos félsicos, de coloração rosada a esbranquiçada, podendo apresentar lentes máficas. Textura predominantemente fina e equigranular. Sua trama milonítica mostra-se bem desenvolvida e com foliação homogênea, ao longo da zona de cisalhamento transcorrente. Localmente ocorrem lentes máficas que podem ou não estar estiradas, ou então marcar dobras isoclinais com charneiras subhorizontal, paralela à lineação de estiramento. Correspondem a um pequeno volume da folha mapeada, ocorrendo em corpos pequenos (Porcher, 1997, *in* Silva, 1999).

6.2.4- Ortognaisses com Biotita e Diques Máficos

Esses gnaisses são observados sob coloração cinza, inequigranular, intensidade de deformação variável, atingindo em algumas situações, o estágio milonítico, foliação marcada pela orientação de biotita e porfiroblastos de feldspato. Sua natureza intrusiva é confirmada pelos xenólitos de gnaisse granulítico.

A região também apresenta diques de material básico não metamorfizado, com coloração esverdeada a cinzenta, trama fina média densa, com raras exposições contínuas. Tem entre 500 a 4000 m de extensão e largura inferior a 50 m, e dispostos a N45E. Esses diques são atribuídos ao Cretáceo- Terciário do Brasil Meridional (Projeto RadamBrasil, 1983 *in* Silva, 1999).

6.2.5- Evolução Tectônica em Santo Antônio de Pádua

A evolução tectônica em Santo Antônio de Pádua pode ser dividida em dois eventos principais. São esses:

O evento de **deformação tangencial**, que é o mais antigo e observado em porções delimitadas pelas zonas de cisalhamento transcorrentes da região. Eventos que comprovem ser mais antigo que as deformações transcorrentes, foram reportados por Campos Neto & Figueiredo (1991) e Tupinambá (1993;1995).

O evento mais jovem corresponde à **deformação transcorrente**, que engloba grande parte da região de Santo Antônio de Pádua.

7- Métodos de Lavra para Rochas Ornamentais

O presente capítulo descreve as diversas metodologias de lavra utilizadas para extração de rochas ornamentais. Este trabalho é baseado nas anotações de sala de aula da disciplina de método de lavra ministrada no 2º semestre de 2008.

7.1- Introdução

Entende-se por lavra o conjunto de operações coordenadas objetivando o aproveitamento industrial da jazida, desde a extração das substâncias minerais úteis que contiver, até o beneficiamento dos mesmos.

Segundo Darci, 2002, quando comparamos o desenvolvimento do Brasil em tecnologias utilizadas nos métodos de lavra em rocha ornamental em relação a outros países como Estados Unidos, Australásia e Canadá fica evidente que a falta de decisão ou até mesmo capacidade de projeção futura cria um grande empecilho na evolução deste setor no âmbito nacional.

O ritmo de crescimento dessa extração mineral no Brasil é ditado por uma falta de inovação tecnológica refletindo uma má aplicação de investimentos causando um reduzido aproveitamento da jazida. Um fator condicionante para o sucesso do setor em outros países é a capacidade de enxergar que um bom planejamento faz a diferença. A aplicação de recursos deve ser realizada desde sua implantação, com o uso de equipamento adequado em todas as fases de lavra (Darci, 2002).

No Brasil convivemos com tecnologias e métodos nem sempre dos mais adequados, enquanto estes satisfazem a demanda momentaneamente. São atitudes que provocam perda de minério com ampliação de rejeito, e este preço pode significar a perda de espaço no mercado (Darci, 2002).

A mineração em Santo Antônio de Pádua confirma essa tradição. Apresenta, além de índices baixos de modernização, levando a uma elevada perda da jazida, e degradação desnecessária do meio ambiente devido à utilização de equipamentos que fazem uso de combustíveis agressores, quando já se tem no mercado outros equipamentos aptos ao mesmo trabalho sem causar tantos danos à natureza, além de haver desrespeito com os funcionários que convivem com altos índices de ruído, poeira e riscos de vida.

O que se observa nessa região fluminense é que a forma de extração agride, não só a integridade dos funcionários, como também ao meio ambiente, a própria jazida e, explicitamente, a qualquer técnica racional, bem elaborada de metodologias de lavra programadas para um trabalho progressivo que represente, efetivamente, a evolução.

7.2- Métodos de Lavra

Segundo Alencar *et ali* (1995), *in* Silva, 1999 “os métodos de lavra definem a seqüência espacial e temporal, de acordo com as quais a jazida será subdividida em volumes projetados e organizados, que seguem uma ordem hierárquica funcional de extração. A aplicação de uma metodologia de lavra para uma determinada jazida permite, em qualquer instante do seu desenvolvimento, a definição da geometria espacial da mina, em toda a sua peculiaridade. A primeira operação é a identificação dos volumes, para em seguida determinar a seqüência de extração. Aparece de forma evidente que a definição das tecnologias, equipamentos ou materiais e energia, e das relativas modalidades de uso, representam informação adicional, e não substitutiva no método”.

Para que possa optar pelo método de lavra que melhor se adapta ao local desejado, deve-se obter o conhecimento em torno da morfologia dos afloramentos, volume da reserva mineral, análise do plano estrutural da jazida, estado de fraturamentos, localização geográfica da área, e características do material objeto da exploração (Caranassios e Ciccu, 1992 *in* Silva, 1999). Analisados esses aspectos, passa-se à próxima etapa, de realização da lavra através da escolha dentre os seguintes métodos:

- Lavra por bancadas (altas e baixas)
- Lavra por desabamento
- Lavra de matacões
- Lavra subterrânea

7.2.1- Lavra por Bancadas

É um método que permite operação em praça múltipla com objetivo de compensar possível diferença qualitativa ou simplesmente atender a alguma demanda.

A lavra por bancada é realizada na grande maioria dos casos, e consiste na extração cíclica de fatias de rocha. Uma análise das características da área, como morfologia da jazida e planos de descontinuidade, é que definirão a altura dessas bancadas, que tanto no mármore quanto em maciços graníticos, podem ser de baixa altura, com dimensões do bloco comercializável (bancadas baixas), ou apresentar altura igual a um número múltiplo a uma das dimensões do bloco (bancadas altas).

7.2.1.1- Bancada Baixa

Permite maior segurança por ter maior estabilidade das frentes de lavra, o que também tende à redução de quedas com risco grave. Ambientalmente, permite mais facilmente uma recuperação,

tanto na fase exploratória quanto após, porém com baixa qualidade no produto final, além de ser visualmente menos impactante, devido à pequena área exposta (Alencar *et al*, 1995 in Silva,1999).

Este método consiste na retirada dos blocos diretamente do maciço rochoso, já com suas dimensões finais. Ou seja, não necessita nenhum processo posterior para sua subdivisão. Este método se aplica mais facilmente quando a jazida possui uma conformação tabular e planos de descontinuidade bem definidos, sendo paralelos subhorizontais. Devido às facilidades estruturais encontradas, permite maior produção.

7.2.1.2- Bancadas Altas

É indicada para locais em que não existe a possibilidade de se fazer a lavra em grande profundidade (Caranassios e Ciccu 1992 in Silva,1999), assim como é indicada para rochas de diversidade qualitativa e estrutural, pois ela permite com suas pranchas largas, uma melhor seletividade do material a ser lavrado. Um ponto negativo é a difícil recuperação do território lavrado durante o período produtivo, e o alto índice de material que pode ser descartado (até 80% do volume extraído).

Um bom exemplo é o mármore de Carrara na Itália.

7.2.2- Lavra por Desabamento

Este método consiste em desmonte de grande volume de rocha através da aplicação de explosivos nos principais planos de fraturamento do maciço, que facilita o desabamento através da gravidade. Suas operações são aplicadas diretamente no ponto de queda, o que requer enormes áreas disponíveis para a colocação do bota fora. Além disso, há uma baixa recuperação do material que foi desmontado.

Esta técnica é empregada somente em condições extremamente desfavoráveis, como valor comercial da rocha limitado e topografia acidentada, além de fatores estruturais que contribuam com sua aplicação, como é o caso de maciços estruturados. No entanto, devido às tecnologias apresentadas no mercado, que não traziam uma viabilidade econômica, a lavra por desabamento das rochas ornamentais era altamente aplicada. Procedimento este que vem sofrendo modificações, já que a conscientização ambiental vem prevalecendo, e novas tecnologias de corte são criadas (Caranassios e Ciccu, 1992 in Silva,1999).

Por cima de todas as considerações favoráveis e desfavoráveis, há ainda o risco de uma operação mal sucedida, que mesmo parcialmente, pode representar um risco, se considerar pelo

lado econômico. Soma-se a isso, as condições de segurança, que torna-se caótica em algumas situações (Caranassios e Ciccu, 1992 *in* Silva,1999).

7.2.3- Lavra de Matacões

É um processo muito aplicado na extração de blocos de granitos no Brasil, por envolver técnicas de grande facilidade na operação, e seu baixo custo. Porém, envolve baixa recuperação e grande volume de bota fora, já que está a mercê de fatores como micro fraturas, impurezas e alterabilidade dos minerais.

Dentre os passos de aplicação, a idéia principal é conseguir uma seleção de matacões individualmente grande, tentando alcançar maior homogeneidade e integridade. Determina-se o local da direção rift, pois este será o plano de mais fácil ruptura. Segue-se com execução de furos através de martelos pneumáticos, e posterior detonação por meio de pólvora negra, em suas devidas proporções. Então, faz-se o esquadrejamento da bancada, e criação de blocos comercializáveis.

7.2.4- Lavra Subterrânea

A lavra subterrânea⁵ tem sua aplicação motivada por razões econômicas e de reserva geológica.

Atenção especial deve ser dirigida a possíveis problemas de estabilidade, onde possivelmente seriam aplicados grandes esforços em vazios de grande volume (Caranassios e Ciccu, 1992 *in* Silva,1999).

Explica-se: a lavra em subsolo é desenvolvida por meio de métodos de abertura de salões, com preservação de pilares que serão responsáveis por toda a sustentação, e que geralmente são isolados nas zonas de baixa qualidade do maciço (Fornaro e Bosticco, 1994 *in* Silva,1999).

Essa atividade carrega a vantagem de causar o mínimo impacto sobre a paisagem. Tem-se exemplo de sua aplicação na extração de blocos de mármore na Itália, onde utiliza-se tecnologias de corte de fio diamantado e cortador a corrente.

7.3- Tecnologias de Corte

Existem diversas tecnologias e diferentes metodologias de extração atualmente no mercado. Para se optar por qual delas será aplicada na operação de lavra, fatores tais como: características petrográficas e estruturais da rocha, valor de mercado, meio ambiente, morfologia da jazida, e até

⁵ Neste trabalho somente serão descritos os métodos de lavra de mina a céu aberto.

disponibilidade financeira da empresa, são levados em conta (Caranassios e Ciccu, 1992 in Silva,1999).

Essas aplicações podem e devem ser realizadas, pelo menos na maioria dos casos, através de combinações das tecnologias e das metodologias de lavra, sendo estas compatíveis entre si.

Dentre as tecnologias existentes, destaca-se as seguintes:

Tecnologias utilizadas	Material
Fio helicoidal	Mármore
Fio diamantado	Mármore e granito
Cortador à corrente	Mármore
Jato d'água de alta pressão- Water Jet	Mármore e granito
Chama térmica- <i>Flame jet</i>	Granito
Perfuração contínua	Granito
Perfuração percussiva	Granito
Desmonte com carga explosiva	Granito
Divisão mecânica através de cunhas	Granito
Divisão através de agentes expansivos	Granito

7.3.1- Fio Helicoidal

A tecnologia do fio helicoidal é utilizada na extração de mármore aplicando-se abertura de canais e cortes primários.

O fio helicoidal consiste de três arames de aço trançados helicoidalmente, com diâmetro externo de 3 a 5 mm, responsável pelo transporte de uma mistura abrasiva, constituída de areia e água, que atritada diretamente contra a rocha provoca a penetrabilidade do fio na mesma.

A areia deve ser bastante silicosa e ter granulometria uniforme, entre 0,5 e 1,0 mm. A água age como refrigerador do fio, evitando sua fadiga e conseqüente ruptura, além de facilitar a circulação do abrasivo.

O sistema de alimentação da mistura abrasiva é normalmente constituído por dois reservatórios: um com areia e água, e outro de onde sai apenas água em quantidade convenientemente controlada, para manter uma percentagem de sólido adequada na mistura, e uma boa refrigeração no fio. A vazão de água é de 150 a 160 L/h, com um consumo de areia entre 60 e 120 kg/h.

Nas extremidades do corte são instalados montantes que, individualmente, suportam duas polias, cujos deslocamentos periódicos em relação aos montantes são responsáveis pelo guiamento do fio, à medida que o corte progride.

As polias do montante são deslocadas através do giro de um parafuso sem fim, engrenado a elas. Uma catraca encaixada no eixo propulsor do parafuso tem a função de girá-lo manualmente. Para um maior controle do direcionamento do corte, o sentido de enrolamento das hélices do fio é periodicamente invertido.

O fio helicoidal é mantido esticado por um equipamento denominado “carro esticador”. Este é uma vagoneta colocada sobre trilhos, em um plano inclinado, com uma carga de 2 a 3 t, dotado de uma polia por onde passa o fio.

O devido tensionamento do fio é necessário, para que este exerça uma pressão mínima sobre o abrasivo contra a rocha, e assim, com a acomodação da areia no vazio helicoidal do fio, e através do seu movimento de translação, o corte venha a ser efetuado. É fundamental, portanto, que os fios de corte apresentem boa flexibilidade e elevada resistência à tração.

O fio helicoidal compõe-se de um motor elétrico ou diesel (10-15 c.v.), conectado por correias a uma polia, responsável pelo movimento de translação do fio, cuja velocidade é controlada (10 m/s).

7.3.2- Fio Diamantado

Esta tecnologia tem-se mostrado economicamente viável, o que tem levado a aumentar o número de sua adesão.

Com a adequada utilização do fio diamantado, torna-se possível: aumentar a velocidade de corte com uma melhor geometria, proporcionando maior taxa de recuperação; aumentar a qualidade final dos blocos; reduzir consideravelmente o nível de ruído, poeira e vibração.

O princípio básico de corte é puxar uma alça de fio diamantado, enlaçada na rocha por dois furos ortogonais entre si (um vertical e outro horizontal, para cortes verticais, ou dois furos horizontais, para os cortes horizontais), onde através de movimentos de translação (circular) do fio e da constante força de tração exercida sobre ele, promove-se o desenvolvimento do corte.

A polia tracionadora (volante da máquina de corte) é responsável pelo movimento de translação do fio, cujo tensionamento é aplicado de maneira controlada, através do deslocamento para trás da unidade tracionadora montada sobre trilhos.

Através da rotação mecânica da polia tracionadora, que tem giro de 360° e diâmetro entre 700 a 1000 mm, e do posicionamento estratégico das polias acessórias e da máquina em relação ao corte, a tecnologia do fio diamantado pode realizar praticamente todos os tipos de corte

necessários e suficientes para a extração de rochas ornamentais. Na execução dos furos para passagem do fio diamantado, são utilizadas perfuratrizes rotativas (para mármore) e perfuratrizes rotativo-percussivas (para mármore e granito).

Preferencialmente, esses furos devem ter diâmetro de 80-90 mm, para facilitar o encontro dos mesmos, o enlaçamento da rocha e o início do corte.

O fio diamantado é composto por um cabo de aço com 5 mm de diâmetro, montado com ferramentas diamantadas denominadas pérolas, cujo diâmetro é, normalmente de 10 a 11 mm. Estas pérolas são intercaladas em intervalos regulares por espaçadores.

De acordo com Crespo (1992) *in* Silva, 1999, o componente mais importante do fio consiste nessas pérolas, fabricadas por 2 métodos distintos: eletro-depositadas ou sinterizadas. As eletro-depositadas são constituídas segundo um processo químico, que consiste num banho galvânico com um componente de sal de níquel e diamante sintético (40 a 60 mesh) como eletrólito. A sinterização consiste em homogeneizar o metal com o diamante sintético (41 a 50 mesh), fazendo uso de elevadas pressões e temperaturas. A principal diferença entre os dois tipos de pérolas é que nas eletrolíticas, a velocidade de corte decresce linearmente com o uso, enquanto que as sinterizadas mantém uma velocidade de corte constante, durante a vida da pérola.

Os autores atentam para a recente tendência a favor das sinterizadas, em vista da diferença significativa em termos de custos operacionais. Os fabricantes de material diamantado desenvolveram uma nova pérola sinterizada, de menor diâmetro e, conseqüentemente, surgiu um novo fio diamantado, com 30 pérolas/metro, cabo de aço de 3mm e 49 fios, e pérolas de 6,5 mm de comprimento por 7 mm de diâmetro.

Parece até o momento, que o uso de tais utensílios abrasivos tenha dado resultados positivos em determinados tipos de rochas, particularmente em rochas metamórficas de estrutura cristalina (mármore tipo Carrara, rosa Portugal, brancos e rosa da Grécia e Turquia), ou em rochas metamórficas silicosas, como os serpentinitos verdes dos Alpes (Vidal, 1995 *in* Silva, 1999).

O número de pérolas por metro linear de fio é variável, em função da dureza do material, procurando adequar um tipo de fio para cada situação, com o objetivo de sempre obter-se um maior desempenho das pérolas, aliado a uma velocidade maior de corte.

Por motivo de segurança, existem anéis de fixação a cada intervalo constante de fio, evitando que, em caso de rompimento do mesmo, sejam lançadas mais pérolas que a quantidade compreendida naquele intervalo (3 a 5 pérolas). Estes anéis permitem minimizar o deslocamento das pérolas devido à expansão/retração dos espaçadores.

No caso dos mármore, são montadas de 30 a 32 por metro linear, cujos espaçadores são molas, tornando o fio mais flexível. No caso dos granitos, são montadas até 43 pérolas por metro linear,

com espaçadores plásticos injetados entre as pérolas e o cabo, servindo para proteger o cabo da lama abrasiva que é formada durante o corte.

Sobre as máquinas responsáveis pela realização do trabalho, são pequenas, porém potentes, e se mostram versáteis, sendo movidas por trilhos, a motor elétrico ou diesel, com algumas máquinas portadoras de controle automático de tração do fio, colocando-se controle de comando em painel independente e portátil. Cada tipo de material, granito ou mármore, pede determinada potência do motor. Deve-se levar em conta também, que a velocidade de trabalho da máquina, ou seja, a velocidade de corte dependerá de fatores como estado da pérola, potência do motor, método de corte (vertical ascendente e descendente, horizontal), área cortada e a própria dureza da rocha.

Deve-se estar atento à refrigeração do fio, que é feita com água, e cada tipo de material irá pedir uma vazão diferente.

7.3.3- Cortadeira à Corrente

Esta tecnologia, não foi criada exclusivamente para ser aplicada na lavra de mármore. Ela foi trazida e adaptada das minas de carvão. Recomenda-se seu uso em pedreiras grandes e de alta produção. Em associação ao fio diamantado, como é utilizada, não só facilita como potencializa a operação de corte.

A cortadeira à corrente é dotada de um sistema de rotação do braço que permite um giro de 180° ou 360°, dependendo do modelo de máquina, que permite realizar cortes horizontais e verticais com profundidade de até 3m, largura de fenda de cerca de 6 cm. A corrente é lubrificada regularmente com graxa para diminuir o atrito com a rocha, e sofre refrigeração com água. Um motor elétrico-hidráulico move a cortadeira, e as máquinas pesam em torno de 4 a 6 toneladas.

7.3.4- Cortador à Corrente Diamantada

Tem como caracterização uma correia dotada de uma série de utensílios diamantados fixados, para se alcançar o aumento de velocidade de corte de área e aumento do coeficiente da máquina, com o objetivo de eliminar os tempos de improdutividade existentes quando se realizava afixação da corrente (Vidal, 1995 *in* Silva,1999).

7.3.5- Jato d'Água de Alta Pressão – *Water Jet*

Bortolussi et al (1988) *in* Silva,1999, explica que esta é uma tecnologia relativamente recente que vem sendo utilizada normalmente em escala industrial em vários setores das rochas ornamentais,

já tendo passado da fase experimental para a aplicação industrial em países com Estados Unidos, Japão, entre outros.

Consiste na aplicação de jatos d'água à alta pressão, que através de uma bomba de pressão acoplada a uma lança, executa-se o corte tanto vertical quanto horizontal, em profundidades que podem atingir até 8 m e largura de cerca de 6 cm (Russo, 1994 *in* Silva,1999).

Com operação realizada totalmente por computador, há um rígido controle de pressão e vazão d'água, além da velocidade dos jatos e de translação.

Seu procedimento de trabalho na extração do granito consiste na separação das partículas minerais constituintes da rocha, já que a força de coesão entre os grãos é quase a mesma em todas as direções. Já em rochas de menor dureza como mármore e arenito, acontece o afundamento no material causado pelo jato d'água, dificultando a separação das partículas.

Quanto às considerações financeiras, leva uma pequena vantagem em relação às outras técnicas, pois seu custo é direcionado à eletricidade e água.

7.3.6- Chama Térmica – *Flame jet*

Esta tecnologia consiste em abertura de uma fenda através de uma chama de maçarico (~ 1100°C), provocando na rocha uma dilatação diferencial dos minerais sob a ação do calor gerado, sendo estes expulsos sob forma de cavacos. A profundidade das fendas atinge aproximadamente 6 m, com largura de 10 cm e comprimento variável, estando a desejo da mineradora.

A chama térmica, tecnologia usada para desenvolvimento de canais primários em rocha granítica, obtém maiores sucessos em rocha com baixo estado de tensão no maciço, alto teor de quartzo, pouca biotita e pouca fragmentada. Funciona com ar comprimido e óleo diesel, o que significa um ponto negativo se tratando de meio ambiente.

Sua utilização, no entanto não fica condenada apenas pela causa ambiental (inclui-se também ruídos e poeira tóxica), mas também pelo alto custo operacional e pelas micro-fraturas que causa na rocha durante o corte, com alteração de aproximadamente 10 a 30 cm em cada lado, dependendo da rocha.

7.3.7- Perfuração Contínua

O processo consiste em dois passos: primeiro se faz uma série de furos com espaçamento igual ao diâmetro dos furos, aproximadamente 64 mm de diâmetro, e em seguida perfura-se os

espaços entre os furos. Para se efetuar o trabalho, utiliza-se um equipamento específico para o talho contínuo em rocha granítica, chamado “Slot Drill”. Trata-se de uma perfuratriz rotopercussiva, com rotação reversível para facilitar tanto a introdução quanto a retirada das hastes.

Esta tecnologia demonstra ser vantajosa na abertura de canais ou mesmo na realização de cortes primários, com ótimos níveis de eficiência mesmo sendo aplicada em rochas com presença de fraturas. Assim, ela torna-se mais competitiva em relação ao *Flame jet*, diferenciando-se por permitir uso em rochas com alto estado de tensão, muito fragmentada e/ou com baixo teor de quartzo e, sobretudo devido seu reduzido dano ao meio ambiente.

7.3.8- Perfuração Percussiva

Tem como procedimento a realização de furos à distâncias pré-determinadas, efetuando-se cortes através de explosivos, cunhas ou agentes expansivos.

O acionamento da perfuratriz é feito principalmente por ar comprimido, mas existe no mercado modelos de perfuratrizes hidráulicas que utilizam óleo sob alta pressão como fluido de acionamento. São equipamentos mais caros, mas que carregam em seu rendimento, 30% superior às perfuratrizes pneumáticas, um fator favorável a seu uso.

Seus compressores de ar podem ser estacionários ou portáteis. Se estacionários, montam-se estes sobre bases rígidas. Quando são portáteis, se monta sobre pneus. Podem ser movidos por motor elétrico ou diesel, mas geralmente os compressores estacionários são elétricos, e os compressores portáteis movidos a motor diesel.

7.3.9- Desmonte com Carga Explosiva

Quando se utiliza a pólvora negra como agente explosivo, sua reação de detonação é apenas uma queima rápida, sem a produção de choque de grande intensidade. Por este motivo este agente torna-se mais adequado para o desmonte.

A pólvora negra não possui ação cisalhante e de empuxo, desmontando o material em volumes pré-determinados. Sua inflamação ocorre por choque, por contato com a chama ou por elevação de temperatura, não podendo haver contato com água. Em sua composição encontra-se nitrato de potássio ou sódio (75%), carvão vegetal (15%) e enxofre (10%), sendo sua velocidade de combustão variável em função de sua granulometria e seu estado de confinamento.

Após introduzir a carga de pólvora nos furos, segue-se para a utilização dos acessórios de detonação, que podem ser:

- I. **Estopim-** constituído de um núcleo de pólvora negra revestido por camadas de materiais que proporcionam resistência mecânica e à água. Age como um condutor da chama em velocidade uniforme, para iniciação de espoletas simples;
- II. **Espoleta elétrica instantânea-** espoleta considerada de efeito instantâneo, daí o seu nome, possibilitando detonação simultânea de diversas cargas ou com retardo. Uma corrente elétrica é responsável pela ativação. Possui fios isolados, é semelhante à espoleta comum e sua carga é a mesma das espoletas simples;
- III. **Espoleta Simples-** aplicada em fogos simultâneos, agindo como iniciadora de cordel detonante. É formada por uma cápsula de alumínio fechada em uma extremidade, preenchida com explosivo de base (nitropenta), e carga iniciadora de azida de chumbo. Sempre se inicia por estopim e;
- IV. **Cordel Detonante-** formado por um tubo de plástico com um núcleo de explosivo de alta velocidade (nitropenta), revestido por materiais diversos que lhe dão confinamento e resistência mecânica, é aplicado para se iniciar cargas explosivas simultaneamente, iniciação esta que acontece com espoletas simples ou com outro cordel, no caso de linha de tronco. Possui velocidade de detonação elevada e é considerada instantânea para fins práticos.

7.3.10- Divisão Mecânica Através de Cunhas

Segundo Alencar, Caranassios e Carvalho (1995), *in* Silva 1999, a divisão através de cunhas é uma técnica amplamente difundida. Com os planos de orientação dos minerais bem definidos na rocha, aplica-se a operação de subdivisão de rocha de acordo com os planos pré-estabelecidos.

Encontram-se grandes números de adeptos desta técnica devido o baixo custo.

7.3.11- Divisão Através de Agentes Expansivos

Segundo Caranassios e Ciccu (1992) *in* Silva,1999, esta técnica não demonstra muitas possibilidades de êxito, já que é lenta e apresenta alto custo. Além disso, não é recomendado seu uso em minas a céu aberto e subterrânea, com largas frentes de trabalho.

Consiste no uso de agentes expansivos diretamente sobre os blocos, que quando aplicados para cortes em grandes superfícies cria problemas operacionais, desestimulando sua utilização.

8- Metodologias e Tecnologias Utilizadas em Santo Antônio de Pádua

Neste capítulo serão abordadas técnicas e metodologias aplicadas na Pedreira Raio de Sol, localizada no município de Santo Antônio de Pádua.

8.1- Método de Lavra

Na pedreira Raio de Sol, faz-se uso do método por bancadas baixas, realizadas ao longo da lavra, com extração cíclica de fatias da rocha. (Silva, 1999)

A partir dos parâmetros qualitativos da Pedreira, como a caracterização de foliação sub vertical penetrativa, chega-se à conclusão de que o método de bancadas baixas é a melhor forma de se realizar a lavra.

8.2- Tecnologias de Extração

Aplicam-se na pedreira, as seguintes tecnologias de corte:

- Desmonte com carga explosiva
- Chama térmica (*Flame jet*)
- Martelo e cunha

Como foi descrito no item 7.3.6 deste trabalho, o *Flame jet*, técnica que consiste na abertura de uma fenda com profundidade de até 6 metros, largura de 10 cm e o comprimento desejado, por meio de chama térmica de maçarico (1100°C), provoca na rocha uma dilatação preferencial dos minerais que estão sob a ação do calor, sendo estes expulsos sob forma de cavacos. Sua aplicação vem obtendo bons resultados na região, já que o *Flame jet* é indicado para rochas com alto teor de quartzo e pouca biotita, característica do material lavrado na região.

Através de carga explosiva utilizando-se pólvora negra, faz-se o desmonte. Assim, os furos primários separam as bancadas desdobrando-se em pranchas (folhas), através de cortes secundários. Os explosivos são carregados com razão de 80 gramas por metro cúbico, sendo espaçados de 60 a 80 centímetros. Os furos secundários são espaçados de 1 a 1,5 metros contendo 60 gramas de explosivo em cada furo, sendo em alguns casos o uso destes até desnecessários quando ocorre forte foliação da rocha.

Movimentação e carregamento, derrubada das “folhas”, e esquadrejamento, são realizados por processos manuais.

8.3- Sugestões

Segundo Silva, 1999 a metodologia de lavra utilizada, por bancadas baixas, precisa passar por modificações no momento de sua aplicação. É indicada a sua continuação no processo, porém deve haver novas dimensões das bancadas, sendo recalculado seu tamanho de acordo com o tamanho comercial dos blocos que serão extraídos para serem serrados.

Quanto à tecnologia de corte aplicada em Santo Antônio de Pádua, o *Flame jet* é bem conhecido, tendo ciência de suas vantagens e desvantagens. Por esse motivo, sugere-se uma diminuição de seu uso ou até mesmo o término de seu uso já que esta técnica promove uma perda significativa sobre a rocha, com as bordas do local de aplicação tendo uma perda de até 12 centímetros. Soma-se a isso, sua característica de agressor ambiental devido muito a sua alimentação por óleo diesel, e seu alto custo operacional. Apesar de ser uma técnica que se adapte à geologia local (alto teor de quartzo e baixo teor de biotita), com esses pontos negativos, não se torna a escolha mais satisfatória para a região.

Ainda segundo Silva, 1999, para alcançar melhorias e modernização neste processo, aconselha-se a utilização da técnica de corte por Fio Diamantado. Esta que atinge grande número de adeptos, principalmente na Europa, em países produtores de mármore e granito, mostrando viabilidade econômica.

O Fio Diamantado permite que se reduza a quantidade de material perdido durante o processo de corte, como ocorre com o *Flame jet*, ao perder as bordas no local atingido pelo maçarico. Além de levar vantagens sobre este aspecto, outros se tornam bastante relevantes, como o melhor controle da geometria a ser traçada durante o corte. Essa característica ajuda também na redução de material perdido, e aumenta a qualidade final do bloco. Quando comparado ao *Flame jet*, seus níveis de ruído e poeira são significativamente menores, mais limpo, e mais rápido com sua maior velocidade de corte.

Estudos comparativos realizados entre *flame jet* e fio diamantado, na Rocha Branca Mineração, com sede em Nova Venécea, norte do Espírito Santo, durante encontros do Grupo de Melhoria Contínua (GMC) – Extração, de Rede Rochas (22/03/2004), também apresentaram dados favoráveis ao uso do fio diamantado. Apesar do grande diferencial no custo, com o fio diamantado custando cerca de \$28,000.00 e o *flame jet* custando cerca de \$3.700,00, concluíram positivamente sobre as vantagens tecno-econômicas e ambientais do emprego do fio diamantado.

O uso da carga explosiva em Santo Antônio de Pádua é aplicado sem nenhuma regra, uma vez que no local cerca de 90% dos manuseadores dos explosivos não tem qualificação para lidar com esse tipo de material. Ou seja, sua desqualificação não passa somente pela falta de habilidade no manuseio, mas também na falta de conhecimento como sobre armazenar, o que pode trazer riscos aos trabalhadores e ao local de trabalho.

A divisão através de cunhas deve ser utilizada até onde seja mantida sua viabilidade. Os planos preferenciais de orientação dos minerais ajudam na operação final de divisão para se obter blocos comercializáveis.

Já em relação às técnicas de movimentação, Silva (1999) sugere que estas não envolvem somente o transporte do material. Esta vertente também influencia na capacidade de diversificação do produto. Para que possam ser realizados diferentes tipos de corte, em diferentes tamanhos, necessita-se ser capaz de carregar peças de diferentes dimensões. Sugere-se a instalação de guincho de arraste de marcha, pau de carga, assim como a instalação de uma grua bandeira, responsável pelo descarregamento, e de carrinhos capazes de carregar os blocos, já que há necessidade de transporte de peças de diferentes dimensões.

Dependendo do tamanho das pedreiras, caso sejam de pequeno porte, que é o caso da pedreira Raio do Sol, uma pá carregadeira de grande porte se torna inviável. O carregamento dos blocos fica a cargo do “pau de carga”, que terá auxílio do guincho de arraste. Para isso os blocos individualizados são movimentados antes até o ponto de carregamento, por meio de cabo de aço, utilizando o próprio guincho de arraste com a caixa de marcha.

9 - Reaproveitamento de Resíduos Sólidos Das Rochas Ornamentais

9.1- Obtenção de Tijolos

Com a crescente preocupação ambiental por parte não só das indústrias com potencial poluidor, mas de toda uma população consciente e que se vê confrontada com a atual situação do meio ambiente, torna-se evidente e prioritária que se possa fazer todo e qualquer processo que venha a colaborar com as condições atuais, minimizando os impactos causados pelo homem.

Segundo Mothé, 1999, a indústria do mármore e do granito lançou 200.000 toneladas de resíduos (2003) levando a crer que a melhor forma de se combater esses altos índices seria fazer um trabalho de utilização desses rejeitos e a reciclagem de materiais descartados. É fato que esta ação se torna uma necessidade da atual sociedade, tendo em vista que beneficiará não só a si mesmo com também o meio ambiente e a própria indústria, já que o descarte seguro se torna muito difícil e desvantajoso financeiramente para ela.

Uma pesquisa voltada para a utilização dos resíduos sólidos realizada com rejeitos provenientes da indústria do mármore e granito de uma serraria da cidade de Cachoeiro do Itapemirim estado do Espírito Santo, afirma que se pode obter tijolos a partir desses rejeitos, que estariam em substituição à argila, com porcentagens que variam entre 5 e 30% da massa cerâmica. As argilas que são misturadas para fazer massa cerâmica e posterior obtenção de tijolos foram coletadas nos pátios de homogeneização de uma empresa cerâmica no município de Itaboraí. São elas a argila alóctone, de várzea (verde), e a autóctone, de barranco (vermelha). (Mothé, 1999)

9.1.2- Métodos de Análise dos Minerais

Para tal pesquisa, Mothé aplicou os seguintes métodos:

- Difração de raios x, com intuito de se identificar os principais constituintes minerais;
- Análise química utilizando-se um aparelho para espectrometria de emissão atômica por plasma e um aparelho de espectrometria de fluorescência de raios x;
- Análise granulométrica e;
- Análise térmica.

Foi realizada a preparação dos corpos de prova e materiais cerâmicos, e a preparação de blocos cerâmicos com função estrutural. Estes blocos cerâmicos foram obtidos através de processos normalmente utilizados na indústria para a construção de tijolos, efetuando-se a isso o uso de

30% de rejeito à massa cerâmica. Após a sinterização, os tijolos apresentavam as seguintes dimensões: 13,5 x 13,5 x 18,5 cm.

Os ensaios de absorção de água, densidade aparente e porosidade aparente também foram realizados, permitindo chegar aos resultados descritos a seguir.

9.1.3- Resultados

Mothé conclui em seu artigo ser possível a obtenção de tijolos a partir de resíduos, sem alterar a qualidade do material, possibilitando uma eventual substituição. Essa conclusão foi alcançada comparando-se o material obtido, com os corpos de prova de composição igual aos tijolos comerciais.

Isso indica que com teores de até 30% de resíduo em massa cerâmica, permite-se a criação de tijolos estruturais do tipo meio-bloco, um tijolo do tipo secundário que não é o responsável pelo suporte da carga da estrutura a ser construída. Para isso a composição do resíduo e a temperatura precisam ser consideradas, pois poderá influenciar na perda de massa e nas características da cerâmica, assim como a temperatura de sinterização que pode fundir alguns constituintes influenciando na contração e resistência do material obtido.

Este método se mostra totalmente favorável também ao possibilitar que não se cometa mais o ato errôneo de descarte de resíduos no meio ambiente, que consequentemente causará os problemas citados anteriormente neste trabalho como assoreamento de rios e lagos, mudanças de pH (que afetará o meio biótico), alterações no fluxo hídrico e no grau de turbidez da água, entre outros.

9.2- Obtenção de Brita

Outra alternativa que pode ser aplicada para o reaproveitamento de rejeitos provenientes da mineração nas pedreiras, é o uso para produção de brita, segundo Almeida L.M. et al (2001) em seu estudo de aproveitamento na construção civil, de rejeitos provenientes das pedreiras.

Com valores de perda de material estimados em 70%, sendo 40% na lavra e o restante em beneficiamento, esta vem a ser outra boa opção. Estes elevados índices indicam como a lavra é predatória e como pode prejudicar uma perspectiva futura de exploração.

A partir de rejeitos de uma pedreira em Santo Antônio de Pádua e de sobras de serrarias do material 'olho de pombo' foram realizados estudos de britagem e peneiramento.

Para se determinar os padrões do material que está sendo trabalhado, determina-se parâmetros de dureza Knoop, desgaste 'Amsler', dilatação térmica, índices físicos, tais como densidade, porosidade e absorção d'água, e resistência à compressão. A seguir serão descritos esses parâmetros.

9.2.1 - Dilatação térmica

Este ensaio objetiva a determinação do coeficiente de dilatação térmica da rocha em um determinado intervalo de temperatura.

9.2.2 - Dureza Knoop

Este ensaio indica a dureza relativa da rocha através da dureza individual de seus minerais constituintes. Realiza-se este teste por meio de uma força aplicada no mineral através de uma ponta metálica de superfície arredondada, com carga de 200 gramas, com objetivo de se observar a penetração no material a ser testado.

9.2.3 - Desgaste Amsler

O teste de desgaste Amsler verifica a redução de altura (em mm) que duas placas de rocha de 7,5 cm x 7,5 cm x 2,5 cm apresenta após um percurso abrasivo de 1000 m em uma máquina chamada Máquina Amsler. É um teste baseado na granulometria, dureza e estado de agregação dos minerais das rochas, sendo importante para materiais que serão destinados ao tráfego de pessoas.

9.2.4 - Índices físicos

Para a determinação de índices físicos utilizam-se 10 fragmentos de rocha com 5 a 7 cm de diâmetro, que são pesados ao ar, após secagem em estufa, após saturação em água por 48 hora submerso, e após saturação. Obtêm-se então valores de massa específica aparente seca, massa específica aparente saturada, porosidade aparente e absorção de água, através dos pesos encontrados.

9.2.5 - Resistência à Compressão

O seguinte teste determina o quanto a rocha suporta antes de se romper, quando é submetida a esforços compressivos, e é baseado em função da composição mineralógica, textura, estado de alteração e porosidade.

9.2.6 - Resultados

Após os testes necessários, verificou-se índices satisfatórios, com exceção ao desgaste Amsler, que apresentou um valor um pouco acima do recomendado para piso em alto tráfego, mas nada que impeça seu uso em piso com baixo tráfego.

O parâmetro utilizado que levou até a obtenção de resultados satisfatórios, foi a comparação com agregados utilizados em obras de construção civil no Rio de Janeiro, demonstrando semelhança entre os materiais.

Quanto à viabilidade econômica, este processo se mostra totalmente favorável, já que o decapeamento, a perfuração, desmonte, transporte e britagem primária se mostram fora dos custos de produção. Além disso, esta proposta de aproveitamento é totalmente auto-sustentável, pois gera receita e emprego para o município, criando ainda benefícios como o não uso de explosivos, custo zero de lavra, aproveitamento de material já extraído e estocado, saneamento ambiental, e redução de impactos ambientais, assim como o índice de acidentes.

9.3 - Aplicação na Indústria de Papel

Morani (2008) destaca também neste trabalho, o uso de rejeitos provenientes do corte de mármore⁶, na utilização como carga e recobrimento de papel.

Baseado em um estudo realizado com rejeitos provenientes do mármore de uma serraria na cidade de Cachoeiro de Itapemirim, resultados mostraram ser possível que esse rejeito após sofrer um processo de purificação, pode ser utilizado como um componente na produção de papel.

O procedimento de corte e beneficiamento do mármore gera um tipo de lama de granulometria fina, composta essencialmente de água, gralha (ferro) e rocha moída. Essa lama se mostra com

⁶ Apesar da indústria de extração do mármore não ser de interesse deste trabalho, é importante descrever formas de aproveitamento do seu rejeito.

uma grande riqueza mineral, identificando-se após um processo de secagem e separação de granalha, um pó composto de carbonatos de magnésio e/ou cálcio, que possui grande capacidade de utilização nas indústrias, dentre elas a de papel e pigmentos, devido sua fácil dispersão, alto valor de alvura, poder elevado de reforçador, quando utilizado como carga, baixa dureza e abrasão, dentre outras vantagens.

Na etapa de produção de papel, pode-se obter papéis de caráter ácido ou alcalino. O carbonato de cálcio é utilizado na etapa de branqueamento e é requerido no meio alcalino, que permite um papel de maior qualidade, com maior alvura, maior opacidade, melhor absorção da tinta e acima de tudo são considerados ecologicamente corretos.

A aplicação como carga mineral deve se enquadrar nas exigências que são granulometria fina, alvura elevada (em torno de 90%), baixo teor de ferro e sílica ($< 1\%$) (Varela *et al* 2006, *in* Morani, 2008).

Morani (2008) destaca que para se alcançar tais informações, o rejeito é submetido a determinados testes:

- Avaliação microscópica
- Análise química e mineralógica
- Distribuição granulométrica
- Ensaio de flotação (que permitem a retirada dos minerais sem interesse, como a sílica, por exemplo)
- Determinação do teor de alvura

Assim, Morani (2008) chega à conclusão de que os rejeitos provenientes do corte de mármore podem ser empregados na indústria de papel, utilizados para recobrir a camada porosa criada pela celulose. Isso graças aos processos de beneficiamento que permitiram a redução dos teores de ferro consideravelmente (de 8,7% para 0,83%) e de SiO_2 (de 10,5% para 0,5%), exigências na aplicação como carga mineral na fabricação de papel.

10- MEIO AMBIENTE

Esse capítulo tem por objetivo mostrar as características ambientais da região de Santo Antônio de Pádua e os aspectos que levaram às condições atuais de degradação, sugerindo mudanças que poderiam contribuir para uma melhoria, e diminuição de impacto negativo sobre a natureza.

10.1 - Aspectos ambientais de Santo Antônio de Pádua

As informações a seguir são baseadas nos relatórios do Projeto RadamBrasil (1983).

10.1.2 - Vegetação

A Mata Atlântica original, foi devastada dando lugar à monoculturas como as plantações de café e cana-de-açúcar. Como ocorreu um declínio da agricultura, acontecem substituições por pastagens, capoeiras e outras espécies.

Regionalmente a vegetação é formada de campos herbáceos, ocorrendo associações arbustivas e sub-arbustivas, com árvores de pequeno e médio portes, constituindo os campos sujos.

Há também as espécies invasoras de vegetação, que junto com a regeneração natural que ocorre, possui um papel importante na proteção do solo contra o arraste de partículas, inibindo a erosão.

Segundo o CIDEⁱ(Dados de 1994), a região de Santo Antônio de Pádua apresenta cerca de 86% de área com pastagem, e 0% de área degradada.

10.1.3 - Clima

A região possui clima considerado ameno nas partes altas e quente na zona de baixada do Rio Paraíba do Sul. O clima dominante é subquente úmido, com precipitação média anual de 1000 a 1250 mm, e temperatura média anual de 20°C.

10.1.4 - Hidrografia

O Rio Paraíba do Sul é o principal coletor da região, com o Rio Pomba sendo seu principal afluente, localizado na margem esquerda. À margem direita encontra-se o afluente Ribeirão das Areias.

10.1.5- Geomorfologia

Predominantemente acontece na região alinhamentos montanhosos segundo N45°E, coincidindo com a direção geral da foliação, que também é acompanhada pelos principais cursos d'água da região, escoando-se igualmente segundo N45°E (foliação) ou N45°W (tear faults).

10.2- Desmatamento e Abertura de Cava Inicial

Segundo Silva (1999), a cobertura vegetal existente antes de se iniciar o processo de abertura era a mata ciliar do Rio Pomba, sendo completamente retirada no processo de abertura da lavra da Pedreira Raio de Sol, fazendo o decapeamento por meio de pás mecânicas e tratores de esteira.

Favorecendo ainda mais a agressão ambiental, esse material retirado foi utilizado para se aterrar o vale anexo à Pedreira Raio de Sol, eliminando e alterando vegetação e paisagem.



Foto 01: Alteração da paisagem.

No início do processo, foi feita a limpeza da área, que permitiu a exposição do volume de rochas necessário para o começo da atividade. Isso ocorre com a retirada da vegetação e do solo, através de tratores de esteira, acarretando a exposição de material, o que possibilitou níveis de elevada erosão.

Dentre as alterações ambientais provenientes de ação de abertura de lavra, podemos citar: alteração de paisagem, alteração de recursos hídricos, alteração dos processos geológicos, alteração do meio atmosférico (poeira em suspensão), alteração das feições geomorfológicas e encostas, alteração de fauna e flora, geração de emprego, uso do solo, suprimento de matéria prima para construção civil e transporte de matéria prima.

10.3- Fauna

Segundo Silva (1999), a alteração de vegetação atinge também o meio biótico, alterando o *habitat* de espécies vivas que compõem a região, através de movimentação de terra e de rejeitos sólidos e líquidos, ou seja, esgoto, produzidos pela serraria que são lançados em água sem tratamento adequado.

Esse problema é visualmente mais evidente quando se observa a quantidade de árvores que foram retiradas, pela frente de lavra próxima à margem do Rio Pomba, que necessita de obstáculos para não haver assoreamento.

Informações tanto de moradores quanto de observações de campo, *in Silva, 1999* permitiram concluir que algumas espécies de peixes, aves, répteis e mamíferos foram afetadas pelo trabalho de mineração realizado.

10.4- Armazenamento de Óleo

Segundo Silva (1999), o óleo é armazenado em tambores. No entanto, pelo que foi observado no local, durante a visita do campo (2008) o óleo que já foi utilizado, ou seja, o óleo queimado é descartado de forma inadequada diretamente no solo.

10.5- Sistema de esgoto

Segundo Silva (1999), o sistema responsável pelo escoamento de água utilizado na pedreira é simplesmente o acompanhamento das condições naturais do terreno, não havendo sistema de esgoto.

10.6- Sugestões

Algumas modificações podem ser sugeridas para se amenizar esse impacto.

Segundo Silva (1999), o lançamento de esgoto sem tratamento é uma prática ilegal e mesmo imperdoável, em um momento de elevada divulgação a respeito da conscientização ambiental. Tal prática atinge não só a água superficial, mas também os lençóis freáticos, devendo então ser totalmente abolida. Deve-se tratar o esgoto e só então se fazer o lançamento em água, obedecendo-se dessa forma as normas ambientais.

Os entulhos residuários provenientes das atividades na mineradora tais como ferro velho e máquinas, não devem ser descartados de qualquer maneira. Há necessidade de se selecionar em local próximo à pedreira até que seja vendido a um local de compra de ferro velho.

O descarte de óleos, graxas, combustíveis e lubrificantes nunca deve ser feito em áreas marginais, diretamente no solo ou próximo a rios, já que são materiais de difícil dissolução e altamente poluentes. Devem ser descartados em recipientes separados e fechados e serem enviados para locais adequados de coleta ou até mesmo de reciclagem de óleo.

O mesmo cuidado deve ser dado à estocagem de explosivos, sempre com o objetivo de se evitar acidentes.

11- Análise dos Impactos Ambientais

11.1- Introdução

Este capítulo tem por objetivo citar como cada fase de criação de uma mina de lavra afeta o meio ambiente, seja esse impacto sobre o meio físico, biótico e até mesmo antrópico.

11.2- Impactos ambientais

Já em sua fase inicial, durante as etapas de instalação, o desmatamento, a remoção de solo e de rocha contribui para o impacto de maior visibilidade, pois a área antes ocupada por mata ciliar se transforma em área degradada causando um impacto negativo.

Acompanhando essa alteração de paisagem, acontece também o impacto relacionado ao meio atmosférico gerado por ruídos excessivos, queda de qualidade do ar através de emissão de partículas finas provenientes da movimentação de terra

Durante a fase de operação, é característico o acúmulo de rejeitos provenientes das aparas das rochas, e o descarte de rejeitos das máquinas de corte sem tratamento.



Foto 02: Rejeitos acumulados discriminadamente e sem tratamento.



Foto 03: Rejeitos depositados aleatoriamente em ambiente urbano

Na fase de operação é onde ocorre também a formação de sulcos e ravinas, assoreamento de cursos d'água, e mudanças no comportamento de infiltração e armazenamento das águas de subsuperfície.

O uso das técnicas de corte causa impactos peculiares a cada técnica. A referida lavra neste trabalho faz uso do *Flame jet*, técnica esta que é responsável por processos de alteração do maciço. Também se faz presente ruídos excessivos causados pelo *Flame jet*, assim como por marteletes e explosivos, e suspensão de poeira devido o tráfego de caminhões em estradas não pavimentadas.

11.2.1- Impactos no Meio Antrópico

Quando se trata de alterações no meio antrópico, esses impactos são caracterizados por geração de empregos durante a fase de instalação, o que é um impacto positivo.

O uso local do solo torna-se mais restrito para atividades agrícolas e pecuárias, tendo em vista que o grande número de jazidas não favorece essas práticas. Em compensação, a fase de operação é a fase que possibilita uma maior distribuição de emprego.

Silva (1999) ainda destaca que uma conclusão positiva dessa atividade é o suprimento de blocos e chapas para os estados do Rio de Janeiro e São Paulo, principalmente, confirmando a força da região para o setor de rochas ornamentais.

11.3- Sugestões para amenizar impactos ambientais

Abaixo são descritas algumas sugestões com intuito de se minimizar todos os pontos negativos acima citados, assim como propõe uma forma de se potencializar os pontos positivos da extração mineral.

- Quanto aos impactos sobre o meio atmosférico, sugere-se para diminuição de ruídos e emissão de partículas a aplicação de técnicas mais modernas, como o fio diamantado, e que apresenta níveis de ruído abaixo da atual técnica utilizada, *Flame jet*, e a simples umidificação regular das pistas não pavimentadas, visando a diminuição no índice de suspensão de partículas no ar.
- Medidas que atinjam a alteração nos processos geológicos e geomorfológicos também englobam a modernização de técnicas, que permitirão uma extração mais regular dos blocos. A água de chuva que atinge normalmente o solo, causando erosão, pode ser combatida por meio de construção de degraus e caixas de passagem, que farão com que a velocidade da água diminua e conseqüentemente agrida menos o solo.
- Deve-se ter cuidado especial com as margens dos rios próximos, impedindo que lama e água indevidamente descartadas sejam lançadas, sendo feito isso em tanques para que depois sim seja descartada.

12- Situação Educacional e Perfil Cultural em Santo Antônio de Pádua

Segundo Villaschi Filho e Pinto (2000) a região de Santo Antônio de Pádua carece de alguns fatores que contribuiriam para seu desenvolvimento industrial, social e talvez até político. As razões pela qual esse fenômeno acontece, vai desde a própria ação política ser ineficiente ou quase ausente quando o assunto é a busca por meios de desenvolvimento, até mesmo a desinformação por parte do corpo empresarial⁷, que muitas vezes fecham seus olhos para possibilidades de avanço. Oportunidades de se obter melhorias técnicas através de novas tecnologias, melhorias nas condições de segurança, são negadas às vezes pela simples razão de não acharem necessária tal medida, freando o desenvolvimento da região. Investimentos em preservação, inovação, qualificação de mão de obra englobam gastos que não são levados em consideração pelo simples fato da falta de conhecimento de sua importância.

Ainda segundo os mesmos autores acima citados, no ano de 1999 quando foi oferecido um programa para desenvolvimento de unidade de tratamento de efluentes, esse programa foi desvalorizado pelos empresários locais, que viram no seu alto custo, um fator congestionante para sua implantação. Ou seja, ao mesmo tempo em que pensaram nos custos, não pensaram que estavam rejeitando uma oportunidade que traria uma redução nos gastos com água, com a energia, que é utilizada para se bombear água que vem do Rio Pomba, além de terem a chance de se adequar a exigências ambientais propostas pelo órgão responsável, INEA.

Villaschi Filho e Pinto (2000) consideram que um dos principais alvos a ser atingido para que se dê um passo no desenvolvimento industrial da região, é a consciência de quem comanda. O que pode ser bom para eles pode não ser o melhor, ou até mesmo o certo. Essa é a visão que deve ser implantada. Eles não consideram a educação como uma chave para a continuação do trabalho. O município de Santo Antônio de Pádua apresenta índices baixos quando se fala em educação de nível médio - a fase em que se cria uma base social e profissional no ser humano. Os níveis educacionais sendo baixos desencadeiam nível de qualificação baixo. Tudo indica que os empresários se tornam coniventes com essa situação. Para eles o importante é o conhecimento prático e técnico. O que tem que ser aprendido se aprende no dia a dia, passando o conhecimento na rotina do trabalho. Concordam que a educação no Município poderia ser melhor, que não há um centro de ensino superior na região, mas ao mesmo tempo não o julgam necessário (Villaschi Filho e Pinto, 2000).

Ao certo, um alcance de nível superior só atinge as metas propostas sejam elas quais forem, a partir do momento que se tem uma estrutura educacional bem desenvolvida, que chamaríamos de

⁷ Refere-se aos empresários do setor da extração de rochas ornamentais

“espinha dorsal” da educação, que seria os estudos primários que qualquer um precisa antes de dar o passo para uma universidade. Não adiantaria essa implementação numa região em que os índices de educação básica não permitiriam um avanço educacional. Admira-se que ainda não haja um curso técnico preparatório para *blaster*, por exemplo (outubro 2008).

Como dito anteriormente, a verdade é que a mentalidade é que precisa ser mudada. A partir do momento que investirem em mão de obra qualificada, alavancando novos trabalhadores direto de pontos onde é dada a qualificação, seja em centros tecnológicos, em universidades, ou em outras instituições, essa demanda irá se tornar justamente um estímulo para que novos interessados participem e a mão de obra local torne-se mais adequada e competente.

Em algumas ocasiões podemos justificar esses erros sendo decorrentes do próprio nível de exigência de quem hoje é um operário. Qual seriam seus níveis de satisfação tomando como padrão seu nível de conhecimento? Eles vão exigir melhores salários? E o que eles têm em troca para oferecer? Eles vão exigir mais segurança? Por que, se eles não tem alternativa? Aliás, durante visita à Pedreira Rio do Sol, foi presenciado um pequeno acidente de trabalho, onde um trabalhador teve a perna ferida por um fragmento de rocha (outubro de 2008).

Outro fator importante a ser citado neste capítulo é o baixo nível de cooperação existente entre as empresas. Falta-lhes talvez o que podemos chamar de incentivo.possivelmente uma cooperação entre empresários através de arrendamentos de equipamentos como identificaram Villaschi Filho e Pinto (2000). Mesmo as universidades de municípios próximos ao de Santo Antônio de Pádua que teriam condições de realizar uma cooperação, já que mantêm em seu núcleo, profissionais qualificados para haver uma troca de informações com o setor de extração de rochas, não realizam esse procedimento. A falta dessa prática como um costume, impede que se tenha interesse na renovação de produtos, na renovação tecnológica, ou seja, no tipo de negociação, não havendo uma competitividade saudável onde empresas ainda encontram viabilidade puramente por terem em mãos um produto considerado peculiar ao seu mercado.

13 – Sociedade, Legislação e a Extração Mineral em Santo Antônio de Pádua

Após a visita às extrações minerais em Santo Antônio de Pádua, os conhecimentos adquiridos nas aulas de Legislação Mineral e Ambiental, e Métodos de Lavra oferecidas pelo Departamento de Geociência da UFRRJ, respectivamente, no segundo período de 2007 e primeiro período de 2008 e suas respectivas bibliografias bem como no primeiro resultado da pesquisa elaborada por Villaschi Filho e Pinto (2000), inicia-se um processo de introspecção e questionamentos dos quais destacamos:

- 1) A força destrutiva do Homem não estará diretamente ligada a uma falta de capacidade de visão mais ampla da conjuntura social e econômica coletiva?
- 2) Até quando organismos públicos, entidades sindicais e o próprio setor empresarial estarão atuando de forma conivente com a situação da lavra ambiciosa, destruição do meio ambiente e oferecendo situação de alto risco aos funcionários?

O Homem muitas vezes age em prol de sua ambição, ganância, egocentrismo que, como consequência atrai destruição, miséria, e desigualdade. Somos parte integrante de um sistema que sobrevive através da integridade de cada célula existente. A Humanidade culturalmente se manifesta através de seus interesses pessoais almejando poder e riqueza.

Acredita-se que não faça parte da natureza humana abrir mão de algo que venha a lhe favorecer, em troca, simplesmente, da manutenção do equilíbrio da natureza do qual o Homem é parte, plenamente, integrante? O mundo se mostra hoje (julho de 2009), com uma faceta ordinária e melancólica, se degradando em uma velocidade desproporcional à capacidade de se auto-regenerar. E a incapacidade de autocrítica e de uma visão que alcance o nosso erro não nos tem arrematado a uma situação decadente? O equilíbrio da natureza, caso possa voltar a existir, com toda a certeza, será consequência do somatório de interesses pautados no bom senso, na ética e dignidade Humana.

Exemplos são corriqueiros em nosso dia a dia. Um minerador que, por exemplo, desrespeite a legislação mineral e ambiental, degradando a natureza⁸ que lhe oferece recursos e que lhe dá sua riqueza provoca desperdício de minério, rejeito exagerado, destruição sem possibilidade de recuperação do meio ambiente, descaso com a proteção e saúde de seus funcionários colaborando, inclusive, no desenvolvimento da desigualdade e do desequilíbrio social.

⁸ Inclua-se aí a própria jazida que é parte integrante do meio ambiente

Seria uma grande injustiça associar estes fatos apenas com a maneira como um empresário conduz seus negócios. Parece óbvio que este é um problema que se arrasta há muito tempo⁹, e que está entranhado em nossa sociedade. A falta de cobrança de todos os lados, seja dos órgãos responsáveis pela gestão de recursos minerais, ambientais e do trabalho e emprego ou até mesmo da própria sociedade (sindicatos, população, entidades regulamentadoras), só age como um incentivo para que tais práticas ilegais e totalmente em desacordo com a metodologia de lavra mais indicada para a região continuem existindo. A legislação, apesar de exaustivamente extensa, demonstra-se inútil para garantir a ordem no uso dos recursos naturais. E por que isso ocorre? Segundo o professor Lucio Carramillo Caetano¹⁰, o problema pode ser resumido da seguinte forma: *“O poder público exige muito da parte documental, quando em vistoria de campo, paralisa empresas que não possuam os respectivos documentos de autorização (Licenciamentos e Concessão de Lavra), mas não conseguem impor a execução das diversas leis, portarias e normas em vigor”*.

Dessa forma, pode-se chegar à conclusão de que enquanto o setor empresarial mineral “legalizado”¹¹ de Santo Antônio de Pádua não se sentir ameaçado através de punições aplicadas pelas autoridades públicas responsáveis pela gestão dos recursos minerais e ambientais, não se pode esperar mudanças de atitudes significativas desse setor. Assim, tudo indica que há cumplicidade entre o poder público e o setor de extração de pedras em Santo Antônio de Pádua, uma vez que diversos itens do artigo 47 do Código de Mineração não são, de fato, cumpridos, tais como: *“Lavar a jazida de acordo com o plano de lavra aprovado pelo DNPM (item II); executar os trabalhos de mineração com observância das normas regulamentares (item V) e não dificultar ou impossibilitar, por lavra ambiciosa, o aproveitamento ulterior da jazida (item VII)*.

Ainda mais grave do que não seguir rigorosamente os artigos do Código de Mineração é a desobediência a própria Constituição Federal de 1988 que em seu parágrafo 2º, art. 225 diz: *“Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado”*. As fotos constantes do anexo apenas confirmam a situação descrita anteriormente”.

Com índice de pobreza em torno de 30 % (CIDE, 2008), seu alto potencial mineral em fase de extração não condiz com esse índice de pobreza. Baseado nesse índice subentende-se que não existe um retorno sócio-econômico adequado promovido pelas empresas em processo de extração de pedras localizadas na região à população. Lucros direcionados ao município? Práticas que favoreçam indústria sem afetar negativamente o meio ambiente? Desenvolvimento

⁹ As aulas de Métodos de Lavra (2007) e Legislação Mineral e Ambiental (2008) demonstraram isso.

¹⁰ Professor convidado do Departamento de Geociências da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro das disciplinas de Métodos de Lavra (2207) e Legislação Mineral e Ambiental (2008).

¹¹ Entre aspas porque a legalização é documental e não prática. Ou seja, a metodologia utilizada não condiz com a descrita na documentação aprovada pelos organismos públicos.

do setor empresarial? Tudo isso é questionável diante do elevado índice de pobreza alcançado pelo município. Não há, pelo que se observa, perspectiva por parte do governo municipal de geração de algum programa que traga benefícios concretos.

O empresariado tem seu interesse. O governo tem seu interesse. O povo tem seu interesse. Mas onde está o sentimento de sociedade nessa história uma vez que, a própria população local não usufrui de seus recursos? Onde entra o programa educacional de base que deveria prever a qualificação da população para permitir uma mão de obra especializada?¹² Onde estão os governantes que não oferecem a estrutura adequada para que ocorra o desenvolvimento do município? A situação em Santo Antônio de Pádua reflete a situação brasileira onde, constantemente se cai no mesmo círculo vicioso da impunidade?

Exemplos de ganância, egoísmo, traição, corporativismo e individualismo fazem parte de qualquer sociedade.

Numa rápida retrospectiva histórica pode-se citar Judas como o grande exemplo de traição da era Cristã que se vendeu por algumas moedas, mas não alcançou nem a satisfação material nem o equilíbrio emocional, já que se sentiu tão arrependido que se suicidou.

Hitler sonhava com um mundo “limpo e branco”, e trouxe a obscuridade do vermelho sangue tão escura quanto sua concepção de mundo perfeito.

O Império Romano teve seus dias de injustiça mascarados por suas belas construções. Foi uma época marcada pela desigualdade social, onde a riqueza estava sob poder de alguns poucos, e a grande população vivia a mercê de ratos e pulgas, com imperadores agindo para manter a boa imagem.

Não se precisa ir muito longe. George W. Bush, ex-presidente dos Estados Unidos da América, que com seus olhos voltados para a negritude do petróleo, sombreou o mundo com mais uma guerra insana e assassinatos tão injustificáveis como nunca.

A história dos povos da Terra mostra um impressionante documentário de conflitos justificados por disputas territoriais e obtenção de poder. No ápice do absolutismo francês, o Rei Luis XIV, ou Rei Sol como ficou conhecido, ficou marcado pela forma como conduzia seu reinado. Dono da célebre frase, “*O Estado sou eu*”, traduz exatamente a palavra ambição. Com a exploração de todas as classes sociais, aumentava o número de impostos, que já não eram poucos, para custear suas guerras movidas a insanidades religiosas e buscas territoriais. Por diversas vezes, oferecia

¹² Segundo Rosana Coppede Silva, em palestra proferida à disciplina de Métodos de Lavra em 2008, não há Blaster (profissional especializado no manuseio de explosivos) nem escola de Blaster em Santo Antônio de Pádua, apesar do intenso uso de explosivos no município.

presentes, pensões, empregos bem remunerados a condes, cargos importantes à burguesia, pensando em obter apoio a seus atos, enquanto o restante da população se via atolada em impostos e condições nem um pouco dignas. Nada muito diferente do que acontece hoje (julho de 2009), pondo em dúvida o aprendizado com o passado.

O poder de dominação e destruição Humano é muitas vezes maquiado durante os acontecimentos históricos. Toda devastação e atitudes ignorantes perante os semelhantes, perante culturas diferentes e genocídios marcam a chegada dos Europeus ao continente americano, quando se dá conta do extermínio de 5 milhões de nativos em um único século, em busca de ouro e outras riquezas, deixando explícito precedente de intolerância para com o próximo, e com o meio ambiente. É tudo igual, ou quase tudo igual ao que ocorre no século XXI.

Uma das razões desse trabalho é mostrar ao leitor que é sim possível a existência de qualquer atividade, mantendo-se o respeito mútuo. Mantendo-se o respeito entre explorador e fonte. Desde que se tenha interesse e se busque uma forma adequada de se alcançar seus objetivos, mantendo-se dentro da lei e seguindo projetos de lavra bem executados ter-se-á a consciência de que a resposta será compensatória, será a longevidade dos recursos disponíveis, da natureza em geral, mantendo sua capacidade para futuras gerações, e a criação de uma perspectiva onde o mundo pode, sim, ser melhor do que é hoje.

“Nossa Terra é como uma criança que cresceu sem pais, não tendo ninguém para guiá-la e orientá-la (...). Alguns tentaram ajudá-la, mas a maioria procurou simplesmente usá-la. Os seres humanos que receberam a tarefa de guiar amorosamente o mundo, em vez disso saquearam sem qualquer consideração. E pensaram pouco nos próprios filhos, que vão herdar sua falta de amor. Por isso usam e abusam da Terra e, quando ela estremece ou reage, se ofendem e levantam os punhos contra Deus.” (William P. Young, A Cabana)

14 - Conclusões

Os dados contidos neste trabalho permitiram chegar às seguintes conclusões:

- Há metodologias que possibilitem uma lavra respeitosa e ao mesmo tempo lucrativa. Acredita-se que seguindo-se algumas das sugestões aqui colocadas seja de extrema ajuda para que essa possibilidade se torne realidade.
- O uso de técnicas mais modernas, só acrescenta vantagens às mineradoras, tendo ao seu alcance métodos que irão satisfazer sua produção de maneira mais prática e com maior grau de qualidade, sendo confirmada essa melhoria diante de cortes e extração de material. Além disso, o uso de técnicas mais modernas como o Fio Diamantado, por exemplo, também são responsáveis por um serviço menos poluidor, quando não fazem uso de combustíveis como óleo diesel, e menos agressor ao operário em questão, já que diminui a quantidade de ruídos e de poeira liberada durante o serviço
- Mostra-se possível o reaproveitamento de material considerado rejeito e poluente ao meio ambiente. Através de técnicas que transformam esses rejeitos em materiais de uso principalmente na construção civil, é real a possibilidade de se diminuir os impactos causados pelos resíduos de uma mineração, através da reutilização dos mesmos. No entanto é indispensável uma alocação apropriada dos rejeitos visando seu futuro aproveitamento.
- A atitude de obediência ao Código de Mineração, legislação correlata, inclusive as do Meio Ambiente, possibilitariam uma lavra com perda mínima, recuperação ambiental e melhor proteção aos funcionários.
- O tratamento de esgoto e o descarte correto de óleo, graxas e lubrificantes usados na mineradora, devem respeitar as normas ambientais, segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005
- Deve haver mais conectividade entre governo, empresas, universidades e sociedade. Através dessa rede de relações, pode-se ter ciência das necessidades de cada um, quando se colocaria em pauta as atividades em cada setor, tentando soluções que atinjam um bem comum.
- Educação e conscientização sempre serão as melhores bases para se enfrentar a falta de compromisso com o amanhã, orientando-se para que as gerações futuras tenham a capacidade de avaliar o que é melhor não só para si próprio, mas para todos. Não

permitindo que estes tenham as portas do passado fechadas, deixaremos que os nossos erros sirvam como lição para a realização de um trabalho melhor.

Obra para Consulta

15 – Bibliografia

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ROCHAS ORNAMENTAIS – ABIROCHAS. Disponível em <http://www.abirochas.com.br>. Acessado em 24 de junho de 2009.

BRASIL, Constituição da República Federativa do Brasil (1988). In: Cunha, A. S. **TODAS AS CONSTITUIÇÕES BRASILEIRAS. CAMPINAS**. Bookseller, 2001. 376-504.

BRASIL, Decreto-Lei nº 227 de 28 de fevereiro de 1967. Código de Mineração. In: **CÓDIGO DE MINERAÇÃO E LEGISLAÇÃO CORRELATA**. Brasília: Departamento Nacional da Produção Mineral do Ministério de Minas e Energia. Ed. Ver., 1984. P. 22-54.

BRASIL, Portaria 237 de 18 de outubro de 2001 do Diretor Geral do DNPM. Aprova as Normas Regulamentadoras de Mineração – NRM de que trata o artigo 97, do Decreto-Lei 227, de 28 de fevereiro de 1967. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 19.Out.2001. In: **CONSOLIDAÇÃO DA LEGISLAÇÃO MINERAL E AMBIENTAL**. Brasília: Pinto, U.R., 2006.

BRASIL, Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama>. Acessado em 01 de junho de 2009.

CAETANO, L. C. 2005. **A POLÍTICA DA ÁGUA MINERAL : UMA PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO PARA O ESTADO DO RIO DE JANEIRO**. Universidade Estadual de Campinas. 331p Tese de Doutorado.

CATANI, A. M. **O QUE É CAPITALISMO** – Coleção Primeiros Passos. São Paulo. Editora Brasiliense 1980.

CENTRO DE INFORMAÇÕES E DADOS DO RIO DE JANEIRO – (CIDE). Disponível em <http://www.cide.rj.gov.br>. Acessado em 29 de junho 2009

CUNHA, A. S. **TODAS AS CONSTITUIÇÕES BRASILEIRAS**. Campinas: Bookseller, 2001.

DEPARTAMENTO DE RECURSOS MINERAIS – RJ (DRM-RJ). Disponível em: <http://www.drm.rj.gov.br>. Acessado em: 24 junho 2009

GERMANI, D. J. 2002. A Mineração no Brasil - Relatório Final. 48p.

[HTTP://www.histoblog.com.br](http://www.histoblog.com.br). Acessado em 25 a 27 de junho de 2009

[HTTP://www.cidadedoriodejaneiro.com.br](http://www.cidadedoriodejaneiro.com.br). acessado em 26 de junho de 2009

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em 20 de Junho de 2009.

MORANI, B. M. 2008. **UTILIZAÇÃO DO REJEITO ORIUNDO DO CORTE DE MÁRMORES COMO CARGA E RECOBRIMENTO DE PAPEL**. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. 7p. Projeto de Iniciação Científica.

MOTHÉ, H. F. F. **RECICLAGEM: O CASO DO RESÍDUO SÓLIDO DAS ROCHAS ORNAMENTAIS**. Rochas de Qualidade, São Paulo, ano XL, edição 192, 234p, janeiro/fevereiro 2007.

PINTO, U. R. **CONSOLIDAÇÃO DA LEGISLAÇÃO MINERAL E AMBIENTAL**, 11ª Ed., Brasília: LGE Editora Ltda., 2008. 670p.

SILVA, R. E. C. 1999. **ESTUDO GEOLÓGICO-AMBIENTAL DE UMA PEDREIRA DE ROCHA ORNAMENTAL NO MUNICÍPIO DE SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA [RIO DE JANEIRO]**. 140p Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Dissertação de Mestrado.

VILLASCHI FILHO, A. ; Magdala Pinto M. 2000. **ARRANJOS PRODUTIVOS E INOVAÇÃO LOCALIZADA: O CASO DE SEGMENTOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS NO NOROESTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO**. Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Estudos Empíricos/Nota técnica 14.

YOUNG, William P. **A CABANA**. Rio de Janeiro. Sextante 2008

FONSECA, M. J. G. Mapa Geológico do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: DNPM, 1998. p. 75-99. **In CAETANO, L. C. 2005. A Política da Água Mineral : uma Proposta de Integração Para o Estado do Rio de Janeiro**. Universidade Estadual de Campinas. 331p Tese de Doutorado.

ALENCAR, C.R.A., CARANASSIOS, A. & CARVALHO, D. (1995) TECNOLOGIAS DE LAVRA E BENEFICIAMENTO DE ROCHAS ORNAMENTAIS. Federação das Indústrias do Estado do Ceará - Instituto Euvaldo Lodi - IEL/CE. Fortaleza. **In SILVA, R. E. C. 1999. ESTUDO GEOLÓGICO-AMBIENTAL DE UMA PEDREIRA DE ROCHA ORNAMENTAL NO MUNICÍPIO DE SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA [RIO DE JANEIRO]**. 140p Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Dissertação de Mestrado.

BORTOLUSSI, A et ali (1988) ESCAVAZIONE E PREPARAZIONE DEL BLOCCHI DI GRANITO. Marmi, GRANITI E PIETRI, MILANO, nº 162, p. 17-33. **In SILVA, R. E. C. 1999. ESTUDO GEOLÓGICO - AMBIENTAL DE UMA PEDREIRA DE ROCHA ORNAMENTAL NO MUNICÍPIO DE SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA [RIO DE JANEIRO]**. 140p Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Dissertação de Mestrado.

CARANASSIOS, A. & CICCUCI, R. (1993) TECNOLOGIA DE EXTRAÇÃO E VALORIZAÇÃO DAS ROCHAS ORNAMENTAIS. In: **SILVA, R. E. C. 1999.** ESTUDO GEOLÓGICO-AMBIENTAL DE UMA PEDREIRA DE ROCHA ORNAMENTAL NO MUNICÍPIO DE SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA [RIO DE JANEIRO]. 140p Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Dissertação de Mestrado.

CRESPO, A. (1992) *NOVAS TECNOLOGIAS PARA EXTRAÇÃO DE ROCHAS* ornamentais. Revista Rochas de Qualidade, nº 110, p. 95-100. In: **SILVA, R. E. C. 1999.** ESTUDO GEOLÓGICO-AMBIENTAL DE UMA PEDREIRA DE ROCHA ORNAMENTAL NO MUNICÍPIO DE SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA [RIO DE JANEIRO]. 140p Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Dissertação de Mestrado.

FORNARO, M. & BOSTICCO, L. (1994) Underground Stone Quarrying in Italy: parte 1. Revista Marmomacchine International. Ano 2, nº 6. In: **SILVA, R. E. C. 1999.** Estudo Geológico-Ambiental de uma Pedreira de Rocha Ornamental no Município de Santo Antônio de Pádua [Rio de Janeiro]. 140p Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Dissertação de Mestrado.

GROSSI SAD, J.H. & DONADELLO MOREIRA, M. (1980) Geologia e Recursos Minerais da Folha Santo Antônio de Pádua, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Mapa Geológico e Texto Explicativo. Convênio DRM-GEOSOL. Niterói. In: **SILVA, R. E. C. 1999.** Estudo Geológico-Ambiental de uma Pedreira de Rocha Ornamental no Município de Santo Antônio de Pádua [Rio de Janeiro]. 140p Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Dissertação de Mestrado.

HASUI, Y. & OLIVEIRA, M.A F. de (1984) Província Mantiqueira, Setor Central. In: ALMEIDA, F.F.M. & HASUI, Y. ed. O Pré-Cambriano do Brasil, São Paulo. Edgard Blucher, p. 308-344. In: **SILVA, R. E. C. 1999.** ESTUDO GEOLÓGICO-AMBIENTAL DE UMA PEDREIRA DE ROCHA ORNAMENTAL NO MUNICÍPIO DE SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA [RIO DE JANEIRO]. 140p Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Dissertação de Mestrado.

VIDAL, F.W.H. (1995) A Indústria Extrativa de Rochas Ornamentais no Ceará. São Paulo. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas. 178 p. In: **SILVA, R. E. C. 1999.** ESTUDO GEOLÓGICO-AMBIENTAL DE UMA PEDREIRA DE ROCHA ORNAMENTAL NO MUNICÍPIO DE SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA [RIO DE JANEIRO]. 140p Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Dissertação de Mestrado.

Almeida L. M., Chaves P. A., Leal Filho S., 2001. **APROVEITAMENTO DE AREIA DE FINOS DE PEDREIRAS BRASILEIRAS PARA USO EM CONSTRUÇÃO CIVIL**

Obra para Consulta