

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
DISCIPLINA: ESTÁGIO DE CAMPO IV
PROFESSOR ORIENTADOR: JOÃO BAPTISTA Fº
ALUNO: PAULO TAM WONG
DRE: 089115311

RELATÓRIO FINAL DE ESTÁGIO DE CAMPO IV

ASPECTOS ECONÔMICOS DA EXPLORAÇÃO DE GNAISSES COMO PEDRAS DECORATIVAS NO MUNICÍPIO DE SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA – RJ

Rio de Janeiro, janeiro de 2004

RESUMO

O município de Santo Antônio de Pádua (RJ), no noroeste fluminense, apresenta uma grande quantidade de atividade de exploração e beneficiamento de gnaisses como pedras de revestimento, sendo considerado como o principal pólo produtor do Estado.

Devido ao crescimento desordenado da atividade a partir da década de 90, muitos problemas de ordem técnica, ambiental e econômica surgiram, chamando a atenção de órgãos públicos e entidades, para a conscientização dos produtores, objetivando direcionar as atividades para um crescimento sustentável.

Assim, o presente trabalho busca analisar a atual situação técnica, econômica e ambiental da atividade de extração e beneficiamento mineral, identificando as necessidades e oportunidades para o crescimento do setor, especialmente no município de Santo Antônio de Pádua, tendo em vista a importância da atividade para a população local, gerando empregos e renda.

Agradecimentos

Para a realização do presente trabalho alguns agradecimentos se fazem necessários às pessoas que, sem suas colaborações, dificilmente seria possível tecer os comentários conclusivos.

Primeiramente, agradeço a minha família pelo apoio na realização do trabalho.

Aos professores Cláudio Margueron e João Baptista F^o; ao professor Henrique Dayan e ao Fernando Augusto Cabral dos Santos, pela disponibilização de bibliografias pertinentes à região, as quais foram muito importantes para o conhecimento da geologia da região explorada economicamente.

Ao Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM; ao Sistema FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro; ao Sindgnaises – Sindicato das Indústrias de Extração e Aparelhamento de Gnaisses do Noroeste do Estado do Rio de Janeiro; e ao Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro – DRM-RJ, que, através de informações atualizadas foi possível a conclusão desse trabalho.

Ao geólogo Marcelo Barone que, pelo conhecimento econômico da região e acessibilidade às empresas colaborou com as incursões de campo para levantamento dos dados e com informações sobre as tendências de mercado para as pedras decorativas da região.

A todos os proprietários e funcionários das lavras e serrarias que permitiram acesso a suas empresas e pelas informações fornecidas que foram de grande valia.

Enfim a todos os profissionais e amigos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização do trabalho, os quais não caberiam nesta página, mas que sempre serão lembrados.

ÍNDICE

1. Introdução	2
2. Localização da área:	3
3. Geologia regional e trabalhos anteriores:	4
4. Atividade de exploração mineral no município – histórico e usos:	8
5. Características geológicas e petrográficas dos litotipos explorados comercialmente:	13
6. Utilização dos materiais na construção civil - relação dos ensaios tecnológicos;.....	17
7. Exploração mineral:.....	18
7.1. Procedimentos legais para a atividade de exploração mineral	18
7.2 Técnicas para identificação de novos jazimentos;.....	19
7.3 Técnicas de exploração mineral utilizadas atualmente;.....	21
Extração por uso de perfuração e explosivos:	22
Jet-flame.....	23
Fio diamantado.....	26
Outras técnicas disponíveis	28
8. Mercado de pedras decorativas:	29
8.1 Histórico.....	29
8.2 Mercados principais; Canais de Distribuição, Atacado, Varejo e Mercado Nacional e Internacional.....	31
8.3. Custos de Produção.....	34
8.3.1. “Lajinhas”	34
8.3.2. Extração de blocos maiores	37
8.4. Exportação.....	40
9. Meio ambiente.....	41
9.1. Degradação do meio ambiente	41
9.2. Passivos ambientais – Soluções para os rejeitos de pedreiras e serrarias.....	44
10. Conclusões e discussões	48
11. Acervo Fotográfico	51
12. Referências Bibliográficas:	66

1. Introdução

O presente trabalho compreende uma análise econômica da atividade de exploração mineral no município de Santo Antônio de Pádua, como cumprimento das obrigações curriculares da disciplina Estágio de Campo IV-A do Departamento de Geologia / Instituto de Geociências / Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza da Universidade Federal do Rio de Janeiro. O teor será voltado exclusivamente para a análise econômica da atividade extrativa mineral do município, a mais importante do setor de rochas ornamentais do Estado do Rio de Janeiro, uma vez que a caracterização geológica já está bastante detalhada por inúmeros trabalhos anteriormente realizados, os quais serão referenciados no decorrer do texto.

Santo Antônio de Pádua caracteriza-se por ser um município baseado no extrativismo mineral e pela pecuária. Cerca de 6.000 habitantes atuam diretamente na extração e beneficiamento mineral, o que representa cerca de 40% da população economicamente ativa. Recentemente o Ministério da Ciência e Tecnologia, a par das ações de fomento realizadas na região por órgãos como CETEM (Centro de Tecnologia Mineral), DRM-RJ (Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro), FIRJAN (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro) e SEBRAE (Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas), configurou a região como Arranjo Produtivo Local (APL), o que vem surtindo efeito com relação às atenções dispensadas por parte dos organismos fiscalizadores (FEEMA, DNPM), ONG's, Governo Estadual (configuração de uma pedreira-escola através da FAETEC) e organismos financiadores de projetos. Essa conjuntura fez com que a atividade extrativa mineral no município traçasse novos rumos, buscando regularização das atividades, novos mercados e melhoria das técnicas de extração.

A partir desse cenário, os trabalhos foram conduzidos de forma a demonstrar a atual situação da atividade no município, através de incursões nas empresas e coleta de dados em instituições atuantes na região e no mercado. Posteriormente foram sugeridas atividades que buscam a regularização das empresas, aliado a técnicas de extração e beneficiamento condizentes com a realidade econômica do setor. Por fim, alguns comentários serão tecidos para a adequação das extrações minerais às Normas Regulamentadoras de Mineração (NRM-DNPM).

2. Localização da área:

O Município de Santo Antônio de Pádua (fig. 1) localiza-se na confluência de 4 folhas topográficas (IBGE), escala 1:50.000: Recreio (SF-23-X-D-VI-1), Santo Antonio de Pádua (SF-23-X-D-VI-2), Miracema (SF-23-X-D-III-6) e Palmas (SF-23-X-D-III-3).

Os principais acessos à área, partindo-se do Rio de Janeiro, são (vide fig. 1): (i) BR-040 até desvio para Teresópolis, daí toma-se a BR-116 até Além Paraíba (MG), segue-se pela BR-393 até Pirapetinga (MG) e daí a RJ-188 até Santo Antônio de Pádua. Outra alternativa (ii) é seguir pela Br-040 até Três Rios (RJ) daí a BR-393 até Além Paraíba (MG), daí em diante conforme a opção anterior.

A infraestrutura para o escoamento da produção das lavras varia consoante sua localização. Aquelas localizadas nas partes altas da Serra do Bonfim, geralmente têm acessos abertos pelos próprios mineradores, muitos dos quais são não só muito íngremes como também precários. Em períodos de chuvas, como ocorrido no mês de novembro, o acesso a algumas lavras fica prejudicado devido à erosão profunda em trechos de suas estradas.

De uma maneira geral, as lavras localizadas ao longo da Falha de Santo Antônio de Pádua são topograficamente mais baixas (sopé da Serra do Catete) e seus percursos mais curtos, se comparadas àquelas da Serra do Bonfim.

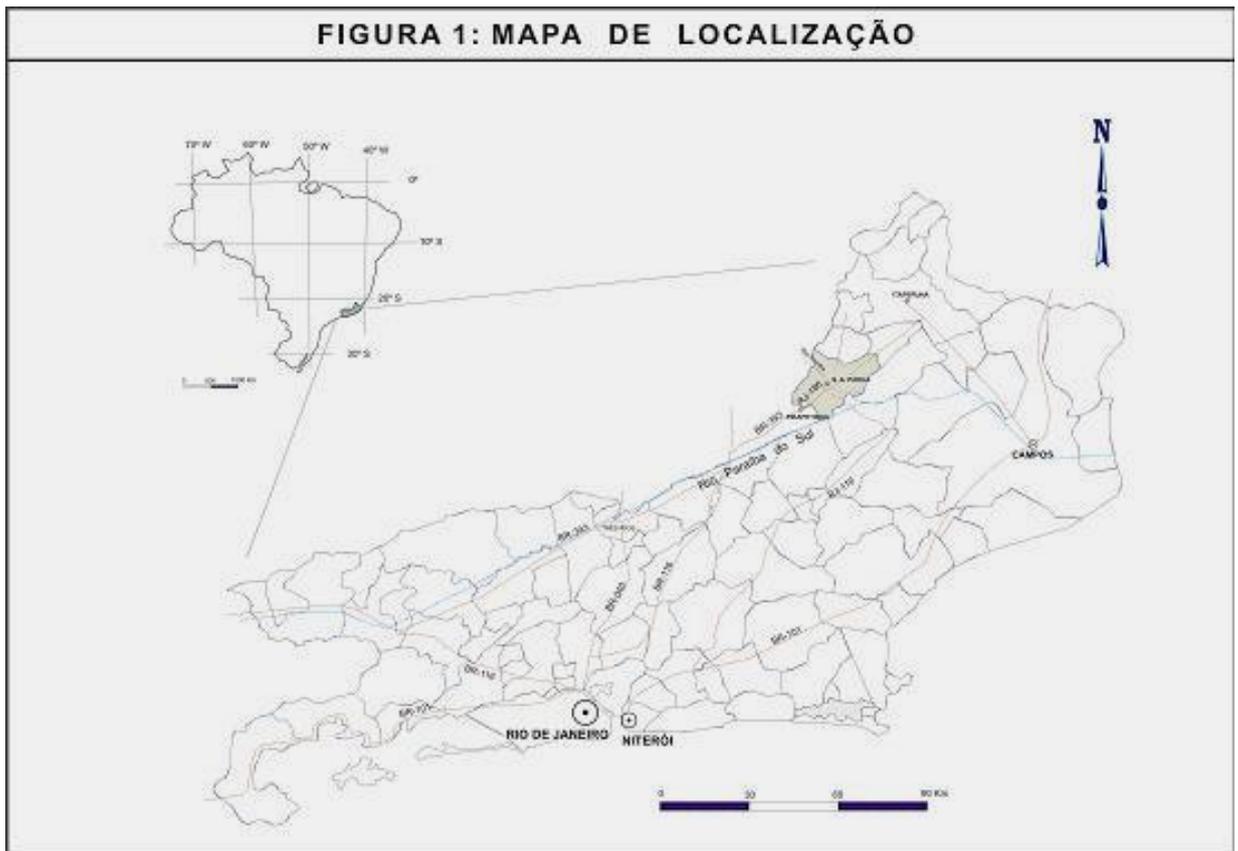


Figura 1: Mapa de localização do município de Santo Antônio de Pádua (sombreado).

3. Geologia regional e trabalhos anteriores:

As rochas presentes na região que são aproveitadas economicamente experimentaram uma evolução policíclica durante o Transamazônico e Brasiliano. Tectonicamente, é bem provável que estas rochas façam parte da chamada Faixa Móvel Ribeira e os afloramentos são, na maioria, orto e paragneisses com fácies granulito, passando localizadamente a anfibolito alto.

O mapeamento sistemático do Estado do Rio de Janeiro realizado pelo DRM-RJ em 1980, abrangeu as Folhas Santo Antônio de Pádua e Miracema, ficando ausente na Folha Recreio. As possíveis correlações estratigráficas com os Complexos Juiz de Fora e Paraíba do Sul não parecem claras, variando de autor para autor. A área (das 3 folhas acima) apresenta-se cortada por um feixe de falhas transcorrentes as quais ramificam assintoticamente a partir da Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul (vide fig. 2). Nominam-se 4 destas falhas (de W para E, fig. 2) como: **Miracema**, **Itajara**, **Santo Antônio de Pádua** e **Baltazar**. A transcorrência é o último evento a afetar tais rochas,

uma vez que, claramente, distorce, oblitera e re-orienta fabric pretérito, representado pelo bandamento gnaissico, que por sua vez encerra feições migmatíticas, dobras de fechamentos variados, lentes e bandas anfibolíticas (máficas) e/ou calcio-silicatadas. São reportadas nesta área as seguintes litologias: (i) gnaisses bandados contendo lentes anfibolíticas de espessuras centimétricas à decimétricas. Associam-se à esta unidade porções migmatíticas de caráter estromático e charnoquítico. Estas rochas podem ser leuco-meso à meso-melanocráticas. Em direção à Itaocara aparecem bandas cálcio-silicáticas. No mapeamento para o DRM (1980), estas litologias receberam a denominação de Unidade Santo Eduardo (gn-qtzo feldspáticos; gn-qtzo feldspáticos com granada; gn-granulítico contendo piroxênio, granada e hornblenda). Existem porções de cor verde escura à castanho, com foliação interna cujas composições variam: qz + feldspato + hiperstênio + anfibólio ou então feldspato + hiperstênio + anfibólio. Ao longo da Falha de Itajara (fig.1), afloram corpos lenticulares com até 50 m de espessura, de gnaisse de cor cinza, grã média à fina, contendo k-feldspato (ortoclásio e microclina), quartzo, biotita, hornblenda, plagioclásio e acessórios (apatita, allanita, titanita, zircão e opacos). Esta rocha é explorada em pedreiras e recebe o nome comercial "**olho-de-pombo**", em alusão ao formato dos feldspatos, ou "**pinta rosa**", quando os feldspatos possuem coloração rosada.

Ao longo da falha de Santo Antônio de Pádua (fig.2), aparece um outro tipo de gnaisse quartzo feldspático, com tonalidades que variam do branco, cinza-claro, esverdeado-claro à rosado. Estas rochas são classificadas como: (i) granada, biotita plagioclásio-gnaisse e (ii) biotita, plagioclásio, k-feldspato-gnaisse. As espessuras destas lentes não ultrapassam os 20m, e são intensamente explorada em pedreiras, recebendo o nome comercial de "**pedra madeira**".

Regionalmente as rochas desta área têm caimento para SE, concordante com o direcionamento daquele feixe de falhas, antes mencionado. O ângulo de mergulho destas foliações varia de 45° até 75-80° consoante o domínio. Em porções exteriores às zonas de falhas observam-se fabricados dados pela alternância (interdigitação) de bandas félsicas e máficas, ambas com espessuras centimétricas à métricas. No interior das bandas félsicas observam-se, por vezes, porções com aspecto pegmatóide onde feldspatos ou agregados destes, formam *augen* ou *boudins* de tamanhos deci a centimétricos. Existem dobras com eixos subhorizontais, vergência para WNW e mergulho de seus planos-axiais para SE.

No interior das zonas de falhas, as rochas são intensamente deformadas, com *fabric* gradando de proto a milonítico, estiramento de bandas, lentes, minerais e agregados

destes. Presença de fitas de quartzo, na verdade, seções de discos, dispostos concordantemente na foliação, a qual é planar, regular, penetrativa por toda extensão das zonas de falhas e com espaçamento muito fino (fração de milímetro).

Lineações são mais conspícuas nos gnaisses feldspáticos e geralmente são dadas pelo paralelismo e arranjo de minerais alongados e/ou alongamento de lentes máficas, ou mesmo, por *mullions* (decamétricos) em interfaces de litologias com contrastes de viscosidades relativas (charnoquito e gnaiss quartzo-feldspático). As atitudes destas estruturas são subhorizontais, paralelas aos *trends* das falhas. Dobras quando presentes, geralmente são transectadas exibindo charneiras (sem raiz) paralelas as lineações acima descritas.

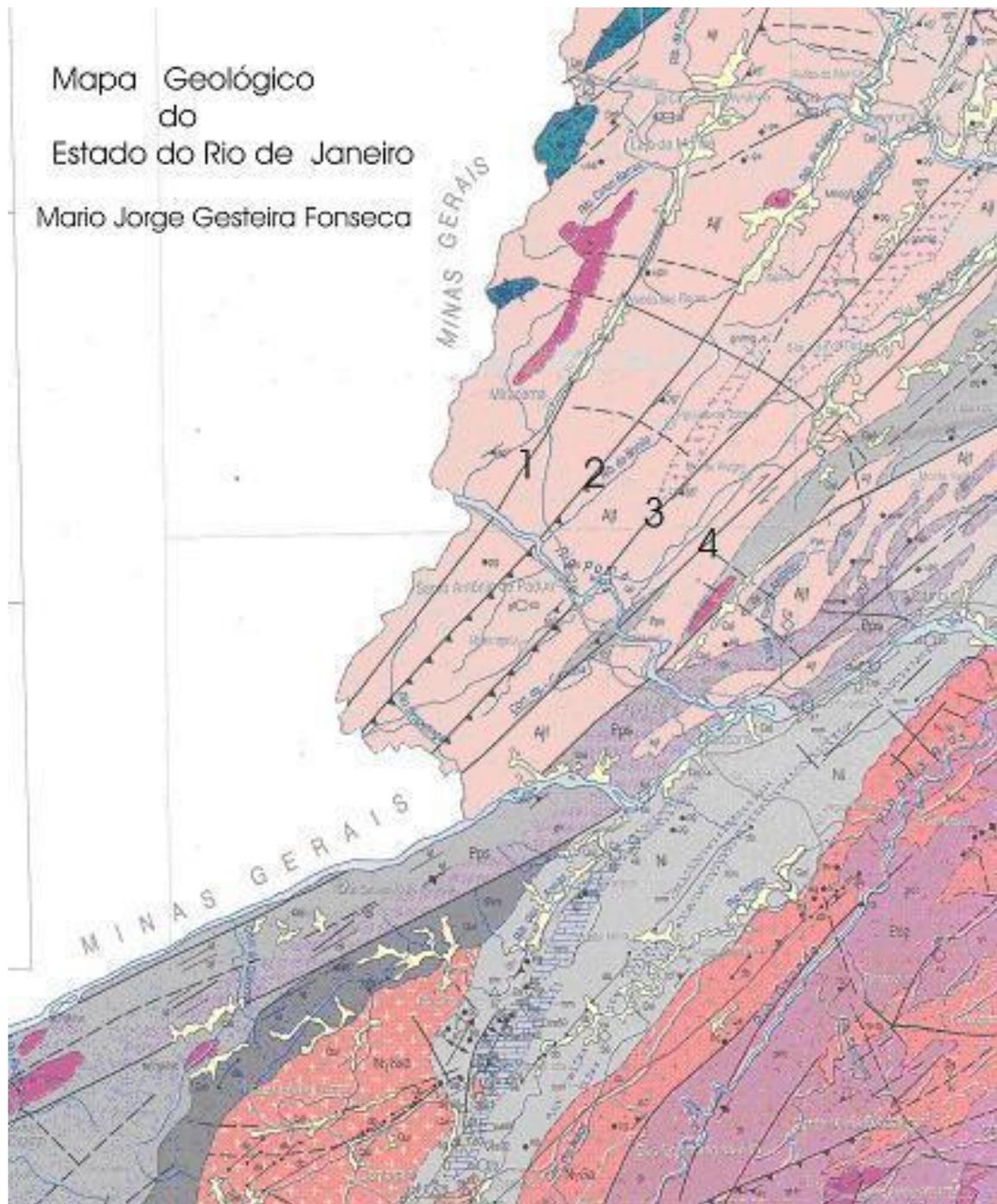


Figura 2: Mapa geológico (extraído de Fonseca – 1998) da porção NW do Estado do Rio de Janeiro, exibindo o feixe de falhas que ramificam a partir da Zona de Cisalhamento do Rio Paraíba do Sul. Falhas denominadas no texto: **1** – Miracema, **2** – Itajara (- Pirapetinga), **3** – Santo Antônio de Pádua e **4** – Baltazar

4. Atividade de exploração mineral no município – histórico e usos:

A extração de rochas na região de Santo Antônio de Pádua começou no início da década de 1950 em pequena escala e começou a crescer a partir de 1980 com a difusão do processo de cantaria entre os habitantes do município (Caniné, 1992). O primeiro registro mineral do município para exploração dos gnaisses miloníticos data de 1982 (DNPM), situado na porção SW da Serra do Bonfim no município de Santo Antônio de Pádua, inserida na Falha de Itajara. A produção cresceu substancialmente nos últimos dez anos devido ao aumento de possibilidades de uso das rochas, inicialmente usadas para piso de currais.

Segundo Campos, Albuquerque et al. 1999, a rocha regional existente e comercializada é classificada geologicamente como milonito gnaisse, com variedades locais conhecidas como:

Pedra madeira – nas cores rosa, amarela e branca, com reservas localizadas na Serra do Catete;

Gnaisse “olho de pombo” – a mais comum e comercializada, cujas reservas encontram-se ao longo da Serra do Bonfim. Possui esse nome devido ao formato e cor dos feldspatos presentes;

Gnaisse “pinta rosa”, com reservas similares às da “olho de pombo”, com mesma localização e cujo nome também se caracteriza pelos feldspatos presentes;

Granito fino, na cor cinza e semelhante ao gnaisse “olho de pombo”, mas com feldspatos mais angulosos.

As três últimas variedades são conhecidas como ‘pedra Miracema’ ou, mais recentemente, como ‘pedra Paduana’. Atualmente, segundo o Sr. João Batista Fernandes Lopes (mais conhecido como “Patinho”), presidente do Sindgnaisses, sindicato da categoria criado em 1998 para defender os interesses do setor, o mercado já absorveu o nome “pedra Paduana”. O nome “pedra Miracema” surgiu através de caminhoneiros da cidade de Miracema, a 15 km a noroeste de Santo Antônio de Pádua, que transportavam o gnaisse para cidades do Estado de São Paulo, maior consumidor desse material. Ao serem perguntados pelo nome do material, eles apenas citavam a origem, ou seja, era a “pedra de Miracema”, que acabou sendo absorvida pelo mercado paulista como “pedra Miracema” até os dias atuais. Mas, para os produtores da região noroeste do Estado do

Rio de Janeiro, a maior concentração da produção deste material encontra-se no município de Santo Antônio de Pádua, daí o nome “pedra Paduana”.

Os principais usos da pedra paduana e da pedra madeira são revestimentos externos de paredes e muros; pisos; paisagismo, paralelepípedos e diferentes classes de brita (ver foto 1).

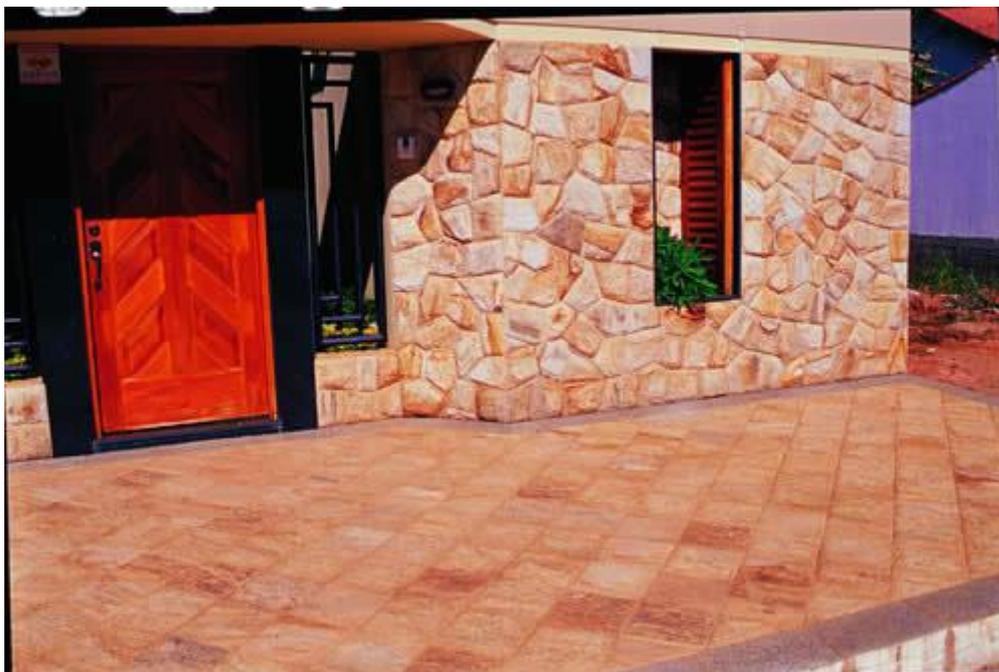


Foto 1: Exemplo de uso de pedra madeira em fachada e calçada de residência, em Santo Antônio de Pádua.

A ‘pedra almofadada’ e a ‘pedra chanfrada’ são variedades no formato final do produto que têm grande aceitação no mercado. Ao invés de apresentarem as superfícies de maior dimensão planas, apresentam uma das superfícies abauladas, sendo que tal formato é dado por entalhes feitos manualmente no assentamento.

As rochas da região de Santo Antônio de Pádua são de clivagem fácil e, como resultado, são usadas ferramentas manuais, algumas vezes explosivos e mais recentemente os *jet flames* ou maçaricos a óleo diesel e equipamentos a fio diamantado para abrir a frente de extração nas pedreiras. Os blocos extraídos são fracionados em blocos menores, de dimensões aproximadas de 47 cm x 47 cm x 4 cm, passíveis de serem carregados manualmente já que a maioria das pedreiras não possui equipamentos para isso. Estes materiais extraídos seguem para as indústrias de beneficiamento mineral, onde são desdobradas em pequenas placas de dimensões 11,5 cm x 23 cm x 1 cm, popularmente denominadas de “lajinhas”, cuja aplicação principal se dá em ambientes externos

(paisagismo, praças públicas, jardinagem, etc.). Esse desdobramento é facilitado pela foliação evidente do gnaisse, que cria um plano de deslocamento das camadas bem definido, e facilitado pelo uso de ferramentas como pixotes e cunhas.

Segundo Erthal, Mansur et al. 1999, o setor de rochas ornamentais de Santo Antônio de Pádua cresceu desordenada e informalmente até 1996, quando a intervenção do Batalhão de Polícia Florestal e Meio Ambiente - BPFMA na região tornou inadiável o posicionamento governamental. O DRM-RJ iniciou juntamente com a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente - FEEMA, o processo de regularização da atividade. As primeiras licenças ambientais foram emitidas em 1998. Existem, porém, entraves burocráticos que dificultam o processo.

Segundo informações do DRM-RJ, a legalização da atividade de extração mineral na região pode ser feita por um processo de licenciamento simples em que a solicitação da permissão de exploração mineral é feita junto à Prefeitura Municipal e encaminhada ao Departamento Nacional de Recursos Minerais – DNPM que verifica se a área demandada não foi cedida a outro demandante enquanto fornece uma licença provisória. Caso haja superposição de áreas de concessão, a licença provisória é cassada. O maior entrave ao bom andamento do processo é o longo período de tempo para avaliação das solicitações pelo DNPM (em torno de 2 anos).

Devido à dificuldade dos órgãos licenciadores, e face ao baixo investimento inicial para abertura de novos empreendimentos, o município de Santo Antônio de Pádua sofreu um brusco aumento de frentes de lavra, o que ocasionou problemas graves como:

Abertura de novas frentes de lavra sem planejamento mineral e ambiental;

Surgimento de novos postos de trabalho informais;

Aumento das estatísticas de acidentes de trabalho informais;

Abandono de frentes de lavra (cavas) devido à falta de estudos geológicos e de mineração, além da falta de capacidade de investimentos em novas tecnologias para aproveitamento mineral;

Redução abrupta do preço de comercialização do minério devido ao caráter informal da atividade – falta de recolhimento de impostos e outros compromissos legais.

Isso fez com que o mercado de pedras decorativas tivesse uma queda na arrecadação e,

consequentemente, colaborasse com a queda do PIB do município. Para se ter uma idéia do montante de redução, apesar da produção ser alta, o metro quadrado da lajinha “olho de pombo” (gnaisse milonítico extraído e beneficiado – pedra paduana) reduziu de R\$ 8,00 para R\$ 4,00 em apenas seis anos, causando o fechamento de algumas atividades que, anteriormente a esse fato, eram legalizadas e geravam recursos para o município.

Apesar dos esforços que vêm sendo realizados pelos órgãos licenciadores e de fomento para formalizar o segmento, estima que apenas em torno de 50% dos negócios existam como empresas, os outros 50% estando completamente na informalidade. É preciso ressaltar que falhas no processo de fiscalização são decisivas para a manutenção dessa situação. A quase totalidade dos empresários visitados quando dos trabalhos de campo para reconhecimento e localização das atividades de exploração mineral dentro do município de Santo Antônio de Pádua mostraram indignação quanto a esse fato: somente as empresas cadastradas na receita federal são fiscalizadas, uma vez que apenas estas existem formalmente para o fisco, sendo, portanto, alvos das fiscalizações. Imaginem uma empresa que não exista formalmente para o fisco sendo fiscalizada? Para quem seguirá a multa? Para onde? Essa falha de fiscalização pode ser corrigida desde que os órgãos fiscalizadores efetuem cadastro de todas as atividades, formalizadas ou não, repassando as informações à Procuradoria (estadual ou federal) acerca das atividades informais para que providências legais sejam tomadas. Da forma que vêm acontecendo, negócios clandestinos que existem ao lado de empresas cadastradas não são visitados por qualquer órgão fiscalizador o que estimula a abertura deste tipo de negócio paralelo pelos próprios empresários.

Mesmo assim, os empresários da região, demonstrando um princípio de organização coletiva, associaram-se em 1996, fundando a AEPD – Associação dos Empresários de Pedras Decorativas, com sede no município de Santo Antônio de Pádua, evoluindo, a partir de novembro de 1998, para o SINDGNAISSES – Sindicato das Indústrias de Extração e Aparelhamento de Gnaises do Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. A estrutura de sindicato deu maior mobilidade político-administrativa aos empresários, principalmente com o apoio da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN), dando maior poder de intervenção e negociação junto aos órgãos governamentais para regularizar a atividade e combater a informalidade, além de buscar novos recursos e empreendimentos para a região, tida como a mais pobre do Estado do Rio de Janeiro.

Toda essa organização, e face ao volume de material extraído na região noroeste e ao número de empregos representativo na região (são cerca de 6.000 empregos diretos na

atividade de exploração e beneficiamento mineral), a região noroeste, tendo Santo Antônio de Pádua como principal município, foi configurada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia como “Arranjo Produtivo Local – APL – de rochas ornamentais”. A configuração de APL para a região se deve ao fato de se concentrar, numa mesma região, toda a cadeia produtiva das rochas ornamentais, desde a extração até o produto final. Isso faz com que o setor receba maior atenção pelos órgãos financiadores e de pesquisa, uma vez que a atividade passa a ser o principal segmento econômico do município, superando os tradicionais agricultura e pecuária leiteira.

Baseado nestes acontecimentos, a partir de 2001, órgãos e entidades, governamentais ou sindicais, firmaram compromisso conjunto de buscar mecanismos legais para a regularização das atividades de exploração e beneficiamento mineral. Como solução para essa regularização na região, surgiu o Termo de Ajustamento de Conduta Ambiental que, em sua primeira versão, seria celebrado entre a FEEMA (órgão licenciador ambiental do Estado do Rio de Janeiro) e as empresas da região que já tenham processo de licenciamento ambiental em curso. Porém, entraves políticos no decorrer do ano de 2002 “engavetaram” a idéia.

Com o passar do tempo, a morosidade da máquina governamental quanto ao andamento do processo de licenciamento das atividades, e através de denúncias de Organizações Não-Governamentais (ONG’s) voltadas para o meio ambiente, a Procuradoria Federal da República, através de sua sede localizada em Itaperuna, resolveu apurar as denúncias e, após levantamento na região, detectou que todas as atividades encontram-se irregulares perante a legislação ambiental federal e estadual (lei 9.605/1998 – Lei de Crimes Ambientais).

Face a tamanha irregularidade, a Procuradoria intimou os empresários, representados pelo Sindgnaises, e os órgãos de licenciamento e fomento à atividade mineral do Estado – FEEMA e DRM-RJ, a fim de discutirem e executarem a adequação ambiental ideal para o licenciamento das atividades, através do Termo de Ajustamento de Conduta Ambiental, sendo a Procuradoria da República responsável pelo encerramento das atividades irregulares pelo seu poder de polícia junto à Polícia Federal. Este procedimento encontra-se bastante adiantado, onde a estrutura final ficou definida na forma abaixo:

Pedreiras:

Assinatura do Termo de Ajustamento de Conduta Ambiental (TAC) pelos empresários, FEEMA e Procuradoria Federal da República;

Para as empresas que optarem por não participar do TAC, suas atividades serão encerradas através da intervenção da Polícia Federal por comunicação da Procuradoria Federal da República;

As empresas participantes do TAC terão 90 dias para apresentar à FEEMA toda a documentação relativa ao licenciamento ambiental;

O TAC terá a duração de 18 meses, divididos da seguinte forma:

12 meses, a contar da assinatura do TAC, para executar o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) nas duas cadeias montanhosas que concentram as atividades de exploração mineral – Serra do Bonfim e Serra do Catete

6 meses finais para a análise do EIA/RIMA pela FEEMA

Recebimento da Licença de Operação (L.O.) pelas empresas de mineração que estiverem de acordo com as normas e leis ambientais, após análise do EIA/RIMA;

Assinatura de um novo TAC para adequação das atividades de exploração mineral, para as empresas que não se encontrarem adequadas conforme as normas e leis em vigor.

A previsão de início desse acordo entre o Sindgnaises, FEEMA e Procuradoria Federal da República é em maio de 2004, uma vez que a Câmara Técnica Especializada da Procuradoria Federal da República analisará o modelo proposto para legalização.

5. Características geológicas e petrográficas dos litotipos explorados comercialmente:

Litozona I: Frentes de lavra localizadas no entorno da Serra do Bonfim – “Pedra paduana” e seus equivalentes (olho-de-pombo, pinta rosa e granito fino)

O litotipo dominante ao longo da Falha de Itajara (geograficamente, Serra do Bonfim e sua continuação na Folha Miracema), é o já denominado gnaiss bandado, de cor cinza

escuro contendo quartzo, feldspatos (predomina plagioclásio), hornblenda, hiperstênio e biotita, ± granada. Dentre os acessórios: apatita, zircão, allanita e opacos não identificados. Em alguns domínios verificou-se, além do piroxênio e plagioclásio, também a presença de k-feldspato e granada. Esta rocha é porfiroclástica, aonde os feldspatos ou agregados destes, formam *boudins* com cerca de 15 cm de comprimentos medidos ao longo do eixo maior. A foliação da rocha é dada pelo paralelismo de máficos exibindo mergulhos de 60-80° para a direção 130°.

Milonito-gnaisses – No interior das franjas de deformação localizadas, *shear zones*, a granulometria dos litotipos é reduzida conferindo à estas rochas texturas proto- à miloníticas. A grã da porção recristalizada é muito fina, orientada contendo porfiroclastos. Constatou-se que as lavras (i.e. pedreiras) ao longo da Falha de Itajara (Pirapetinga) exploram, um litotipo o qual recebe, também, denominações comerciais de: “**pedra Miracema**” ou “**pedra Paduana**”. Estas rochas corresponderiam às variedades de gnaiss homogêneo de cor cinza, grã média à fina, porfiroclástico, composto de quartzo, biotita, feldspatos (ortoclásio, microclina, plagioclásio), anfibólio e piroxênio.

Localmente encontramos as seguintes variações:

“Olho-de-pombo”, que corresponderiam à gnaiss de grã média contendo porfiroclastos brancos (ortoclásio) e agregados cristaloblásticos róseos de ortoclásio, microclina.

“Pinta-rosa”, também uma variedade de gnaiss de grã média aonde os agregados cristaloblásticos são de microclina.

“Granito-fino”, corresponde à gnaiss de grã fina contendo algum ortoclásio. Estas rochas são monotonamente homogêneas, exibem foliação com mergulho de 70-80° para 130°, finamente espaçados, o que confere à rocha a característica (excelente) fissilidade tão explorada nas pedreiras. As espessuras destes corpos não ultrapassam 50 m, caracterizando domínios anastomóticos tanto na direção horizontal bem como na vertical.

Hiperstênio-granulito – Rocha de cor verde escuro, aparece tanto nos domínios do gnaiss bandado bem como interdigitados no gnaiss “olho-de-pombo” (k-feldspato-biotita-gnaiss).

Variedades:

tipo ácido, composta de quartzo, granada, feldspato, piroxênio e anfibólio (ricos em quartzo e pobres em hiperstênio), provavelmente são oriundos de intrusões ígneas

(charno-enderbitos).

Tipo básico, são rochas contendo feldspato, piroxênio e anfibólio (ricos em hiperstênio e pobres em quartzo), originalmente gabros e noritos, daí hiperstênio-granulitos.

Estas rochas têm textura granoblástica, foliada, com grã na matriz variando de 0,1-0,5 mm, enquanto os porfiroclastos chegam a marca dos 3 cm. É possível encontramos rochas ainda com *fabric* interno, não obliterado pelos efeitos da deformação.

Outros – Existem ainda porções de gnaisses as quais têm feições migmáticas e estromáticas. Estes domínios também fazem parte dos gnaisses bandados e comumente constituem as chamadas “encaixantes” dos gnaisses “olho-de-pombo”

Estrutura – Como afirmado, o traço da falha que passa por Pirapetinga (MG) e Itajara (RJ), prolonga-se para NE e contém somente lavras de gnaisse do tipo “olho-de-pombo”. O traçado levemente curvo – Folhas do IBGE (1:50.000) Recreio, S.A. Pádua e Miracema – tem trend 045° e mergulho entre 60-80°. O movimento é transcorrente, as lineações de estiramento máximo não são muito conspícuas, mas quando presentes têm atitude sub-horizontal. Os indicadores cinemáticos, na grande maioria dados pelos vórtices de porfiroclastos (agregados ou não, de feldspatos) atestam giros dextrais. Dobras apresentam planos-axiais com vergência para WNW e eixos subhorizontais, corroborando com as atitudes das lineações acima descritas. Quando o domínio é protomilonítico observam-se que é grande o número de estruturas encontradas nas rochas. Entretanto, à medida que a intensidade da deformação aumenta, obliteram-se os vestígios das estruturas pretéritas e diminui o tamanho da grã das fases minerais e aumentam as fitas de quartzo. Boudinagem é estrutura freqüente, com segmentação dos domínios competentes, sempre na direção do estiramento. Isto atesta a existência de encurtamento ortogonal à foliação, milonítica ou não.

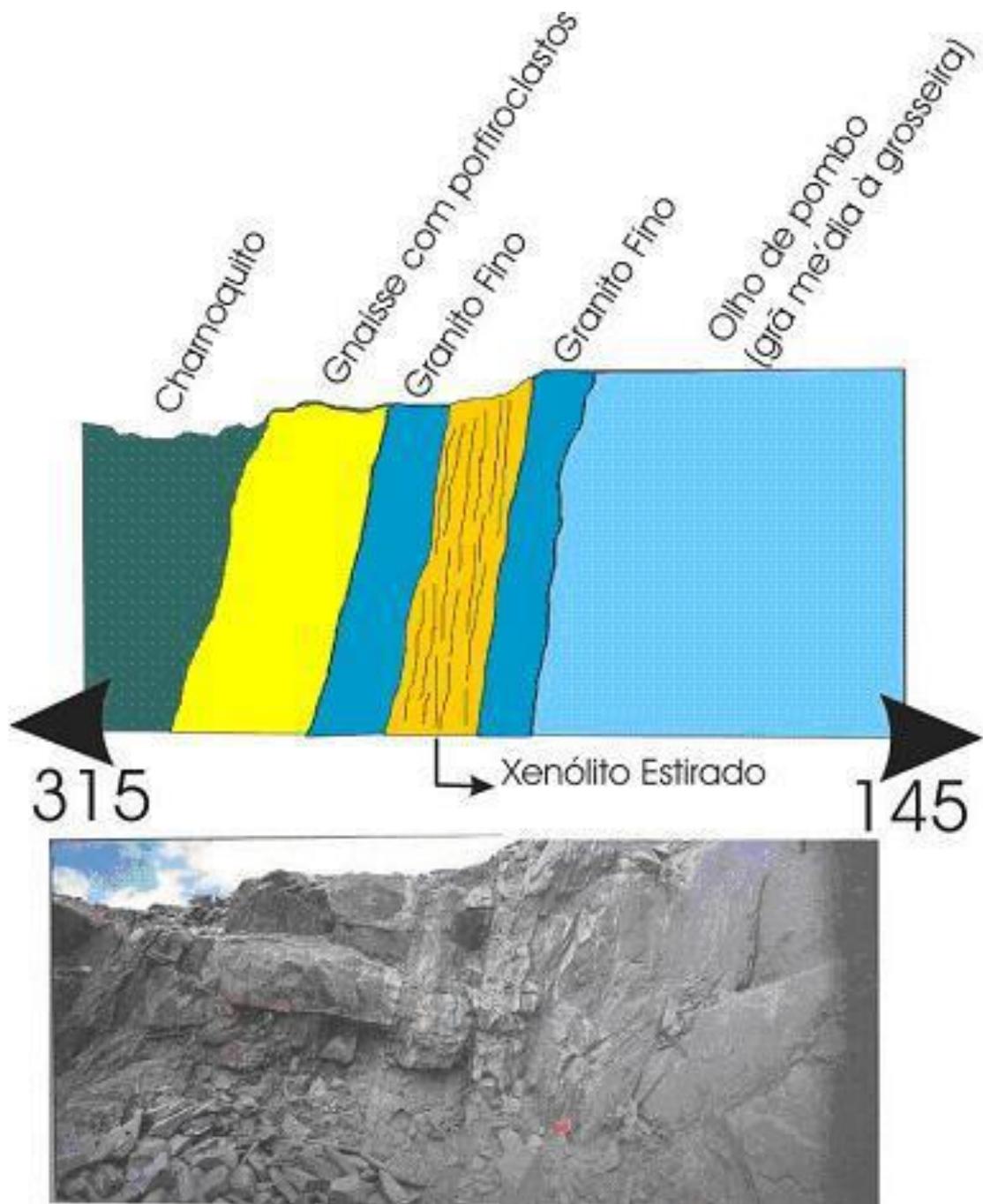


Figura 3: Foto de perfil de uma lavra de gnaíse “olho-de-pombo” localizado na Serra dos Blancs (Serra do Bonfim). Esquema acima ilustra a gradação litológica na Serra do Bonfim, área de concentração de jazidas de pedra paduana. Granito fino (acima) é a denominação comercial e refere-se à uma rocha de grã fina, oriunda de resfriamento de borda (*chilled margin*). As porções exploradas comercialmente são as compreendidas pelas faixas de granito fino e “olho-de-pombo” (Dayan, 2003 – Relatório Final RETECMIN).

Litozona II: Frentes de lavra localizadas no entorno da Serra do Catete – “pedra madeira” (considerando todas as suas variações texturais)

Ao longo da falha de Santo Antônio de Pádua (geograficamente Serra do Catete), aparece um outro tipo de gnaiss, quartzo feldspático, com tonalidades que variam do branco, cinza-claro, esverdeado-claro à rosado, pouco ou não intemperizadas, que ocorrem intercaladas com granulitos. São rochas essencialmente quartzo-feldspáticas, constituindo estes minerais mais de 90% da rocha, em percentuais praticamente iguais de microclina, plagioclásio e quartzo. Os acessórios principais são biotita, anfibólios, alanita, apatita, opacos e, mais raramente, titanita e zircão.

A rocha exibe uma trama milonítica, sendo em alguns casos ultramilonítica denotando zonas de maior deformação. Essa milonitização confere à rocha uma foliação propiciando um excelente plano de clivagem, o que permite sua exploração tal qual é realizada nos dias de hoje.

Estrutura: Ao longo da falha de Santo Antônio de Pádua pode se dividir a região em dois domínios estruturais, sendo um composto por estruturas regionais e outro com predomínio de zonas de cisalhamento, delimitando a zona de falha. Essa zona de falha é composta por rochas que se encontram fortemente milonitizadas, sendo formadas por lentes anastomóticas muito estiradas, às vezes ultramiloníticas, separando núcleos com grau menor de deformação. Esta zona apresenta uma espessura média em torno de 300 metros, tendo como característica uma foliação milonítica bem desenvolvida não verticalizada, apresentando um mergulho de alto ângulo para SE (em média 64°).

6. Utilização dos materiais na construção civil - relação dos ensaios tecnológicos;

Os materiais citados anteriormente são extraídos de forma artesanal, gerando um material de acabamento rústico, geralmente utilizado em ambientes externos e paisagismo. Quando a rocha é extraída na forma de blocos maiores, para beneficiamento tal qual é dispensado aos mármore e granitos, seu acabamento polido permite utilização também em ambientes internos, como pisos, escadas, bancadas de pias, lavatórios, etc.

Porém, para que se possa utilizar o material corretamente em construção civil, os ensaios tecnológicos abaixo relacionados devem ser considerados, uma vez que uma rocha

ornamental especificada de forma errônea poderá acarretar em patologias¹ que reduzirão o valor agregado do material rochoso.

Os ensaios realizados pela RETECMIN para as rochas extraídas na região de Santo Antônio de Pádua traduzem resultados explicitados na tabela abaixo:

Rocha	Massa específica aparente seca (g/cm ³)	Massa específica aparente saturada (g/cm ³)	Porosidade (%)	Absorção de água (%)	Resistência compressão simples (MPa)	Resistência compressão diametral (MPa)	Resistência a abrasão (mm/1000m)
Pedra paduana	2,6690	2,7053	1,3232	0,4948	125,05	12,12	2,20
Pedra madeira	2,5921	2,6293	1,4128	0,5436	141,50	10,19	0,94
Valor referência (ASTM C615)	>2,560	-	-	<0,40	>131	-	1,41 *

Comparando os resultados acima com os encontrados em granitos e mármore produzidos em diversas regiões do país, temos que:

Tanto a “pedra paduana” quanto a “pedra madeira” possuem índices de porosidade e absorção de água altos, o que prejudica sua utilização em ambientes com exposição constante à água;

A resistência à abrasão da pedra paduana impede sua utilização em ambientes de alto tráfego de pessoas e/ou veículos, por apresentar um desgaste alto comparado às demais rochas ornamentais;

A foliação característica desses materiais também resulta em um fator impeditivo para aplicação em bancadas e pias, pois causam redução na resistência à flexão.

7. Exploração mineral:

7.1. Procedimentos legais para a atividade de exploração mineral

A legislação mineral brasileira separa solo de subsolo:

¹ Patologias: Toda e qualquer alteração na rocha ornamental decorrente da ação de agentes externos. Pode ser de origem física (ex.: atrito) ou química (ex.: produtos de limpeza).

“As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta do solo, para efeito de exploração e aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra” (art.176 Constituição Federal).

Portanto, a Constituição Federal estabelece que o subsolo pertence à União, que concede o direito de exploração de acordo com o Código de Mineração (Decreto-Lei nº 227/67 - alterado pela Lei nº 9.314/96), seu Regulamento (Decreto nº 62.934/68) e legislação complementar.

É preciso ter em mente que a propriedade do solo não resulta em propriedade do subsolo e que todas as substâncias minerais estão no subsolo, seja embaixo da terra ou aflorando à superfície, o que, para muitos na região, era de total desconhecimento. Muitos utilizaram as rochas presentes em suas propriedades rurais como objeto de negociação, o que, pela legislação vigente, é crime.

Quem primeiro requerer a área passa a deter sua prioridade, impedindo o acesso de qualquer outro interessado em pesquisar aquela área, mesmo em se tratando de outra substância mineral.

Para os chamados minerais de uso na construção civil, existe a alternativa do Regime de Licenciamento, em que o aproveitamento pode ser feito pelo proprietário ou por quem dele tenha autorização, procedimento simplificado, no qual as Prefeituras passam a ser o poder concedente, o que não dispensa o registro da área no DNPM, para verificar se existe algum outro requerente com processo já formado na mesma área.

Na fase de lavra, o proprietário do solo tem direito à participação nos resultados da lavra, definida no acordo entre as partes, o que garante ao proprietário a remuneração adequada pela ocorrência do minério em suas terras.

7.2 Técnicas para identificação de novos jazimentos;

Tecnicamente, para a identificação de novas jazidas minerais, os procedimentos abaixo se fazem necessários:

Pesquisa geológica: Ao identificar o corpo mineralizado, procede-se de pesquisa geológica para avaliação das características do mineral, extensão do corpo mineralizado

e demais características morfológicas determinantes para a implantação do empreendimento como, por exemplo, proximidade de córregos ou rios, presença de vegetação nativa, localização em APA's (Áreas de Proteção Ambiental), etc.

Requerimento de pesquisa mineral junto ao D.N.P.M.: Após análise das informações coletadas no campo, e havendo o interesse no minério, procede-se o requerimento de pesquisa mineral junto ao Departamento Nacional de produção Mineral. Havendo prioridade sobre a área de interesse (i.e., que não tenha nenhum outro pedido preexistente), o D.N.P.M. publicará o alvará de pesquisa para melhor detalhamento geológico do corpo mineralizado.

Pesquisa mineral: Com o alvará de pesquisa, procede os estudos geológicos e de mina da área requerida. Os estudos geológicos envolverão fatores técnicos e econômicos do corpo mineralizado, a fim de demonstrar a viabilidade técnica e econômica da instalação do novo empreendimento mineiro.

Nesse estudo técnico, há necessidade de identificação dos corpos mineralizados aflorantes e seu detalhamento geológico, através de mapeamento e sondagens. Para as porções mineralizadas em subsolo, geralmente são efetuados furos com trado e/ou abertura de trincheiras.

Cubagem da jazida: com o detalhamento geológico do corpo mineralizado, há a necessidade de se mensurar a quantidade de minério útil existente. Para tanto, e com os dados dimensionais e de sondagem do corpo mineralizado, são calculados os três tipos de reserva mineral:

Reserva medida: quando se conhece as três dimensões do corpo mineralizado (comprimento, largura e altura);

Reserva indicada: quando se conhece duas das três dimensões do corpo mineralizado;

Reserva inferida: quando se conhece apenas uma das dimensões do corpo mineralizado.

Planejamento de lavra: Concluídas as etapas de estudos, é realizado o planejamento de lavra para aproveitamento da substância mineral, de acordo com a disposição do corpo mineralizado e do tipo de minério a ser explorado, identificando as áreas de servidão da mina, tecnologias para extração mineral, praça de trabalho, bota-fora, acessos, etc.

Nas extrações minerais identificadas em Santo Antônio de Pádua não se observam os passos acima identificados. Geralmente, e até mesmo pela cultura da região, o corpo

mineralizado é identificado pelas extrações vizinhas. Seguindo-se o trend das frentes de lavra em atividade, consegue-se identificar novos corpos mineralizados.

Porém nenhum planejamento de lavra e cubagem de minério é realizado. Resultado, podem ser observadas na região muitas frentes de lavra desativadas, onde o empresário investe na abertura de acessos, criação de praça de trabalho, limpeza do corpo mineralizado para exploração e acaba lavrando por um curto espaço de tempo, uma vez que, pela característica lenticular e fraturada da formação geológica propícia à exploração, em determinados pontos a extração mineral torna-se inviável técnica e economicamente. Se houvesse um estudo geológico preliminar muitos investimentos não teriam se perdido (foto 2).



Foto 2: Aspectos de uma pedreira abandonada. A falta de estudos geológicos e planejamento de lavra acabam ocasionando nessas frentes paralisadas, onde muitos recursos foram mal aproveitados e, além disso, não há compromisso de recuperação do passivo ambiental.

7.3 Técnicas de exploração mineral utilizadas atualmente;

Para a extração de rochas ornamentais (e similares) são utilizadas, geralmente, as seguintes técnicas de exploração mineral. Todas as técnicas serão descritas conforme

observações feitas em campo nas extrações em atividade em Santo Antônio de Pádua:

Extração por uso de perfuração e explosivos:

Técnica mais comumente utilizada na região, consiste na perfuração da rocha e posterior detonação segundo um rumo definido pela foliação. São feitos três cortes principais, chamados popularmente de *corrida* (corte subvertical paralelo à foliação da rocha), *contra* (corte vertical perpendicular ao plano de foliação da rocha) e *levante* (corte subhorizontal, perpendicular à foliação da rocha).

Esses cortes são feitos segundo os passos abaixo:

Perfuração da rocha segundo os planos citados: A perfuração é feita utilizando-se de martelletes pneumáticos com brocas em diversas escalas de comprimento, de acordo com a profundidade dos furos a serem realizados. Os martelletes funcionam a ar comprimido, daí necessita a utilização de compressores, a óleo diesel ou elétricos.

Preenchimento de alguns furos com explosivos de baixo poder de detonação: Após executados os furos na rocha, alguns deles são preenchidos por explosivos de baixo poder de detonação (pólvora confinada ou mistura de nitrato de amônia com óleo diesel), ou, em alguns raros casos, com explosivos de alto poder de detonação (TNT e dinamite). Carregados os furos com explosivos, os mesmos são iniciados com uso de cordel detonante NP 10 (10g de nitropenta – explosivo com alto poder de detonação) onde os cordéis são iniciados pelo uso de espoleta e estopim.

Essa técnica é a mais comumente utilizada nas pedreiras situadas em Santo Antônio de Pádua. Porém, como há uma fácil acessibilidade a essa técnica, com custo baixo de produção, muitos fazem uso sem qualquer orientação técnica. O resultado disso é um alto índice de perda de material, devido ao uso inadequado de explosivos em excesso, não havendo plano de fogo para a extração. Além desse erro grave, não se observa nesse tipo de extração as normas básicas de segurança, por vezes ocasionando acidentes fatais (foto 3).

Então, conclui-se que esta técnica, da forma tal qual é utilizada, é economicamente inviável pelo fato de gerar enormes perdas de minério. Havendo-se um plano de fogo para toda a detonação necessária nas pedreiras, o custo de produção seria muito menor, além de não provocar tantas perdas de material.



Foto 3: Uso de explosivos em pedreira de pedra madeira. Observar o operário manuseando cordel detonante (abaixo, na foto), sem qualquer orientação técnica. Ainda, como risco da operação, o operário (parte superior da foto), realiza a colocação e compactação do explosivo utilizando-se de haste metálica, o que pode causar detonação pelo atrito da mesma com a rocha.

Jet-flame

A extração com o uso do *jet-flame* (ou maçarico, como também é conhecido), reduz o uso de explosivos nas pedreiras e, conseqüentemente, as perdas no processo produtivo.

Essa técnica é utilizada principalmente para a realização do corte *contra* (corte vertical perpendicular ao plano da foliação). Consiste no uso de uma haste principal com bico injetor em uma ponta e, na outra, válvulas para controle de entrada de óleo diesel, ar comprimido e oxigênio. O oxigênio é usado para iniciar a chama do equipamento, o óleo diesel alimenta a chama e o ar comprimido serve para pressionar a chama na rocha e, concomitantemente, efetuar a limpeza da superfície que está sendo cortada.

Apesar de também ser uma técnica onde o investimento inicial é baixo, o custo final de

produção torna-se alto, principalmente na “pedra paduana”, uma vez que o funcionamento do *jet-flame* é sobre os últimos minerais formados na rocha devido à temperatura que o equipamento alcança (500°C – 600°C). Nessa temperatura, a chama aquece o quartzo presente na rocha e, pela pressão do ar comprimido, acaba por “expulsar” o quartzo e, conseqüentemente, pelo fraturamento que ele causa nos minerais à sua volta, acaba por desagregar a rocha, gerando um pó fino.

Devido a largura da haste principal do equipamento, a técnica gera cortes com aproximadamente 15 cm de largura e, pelo funcionamento do equipamento (incidência da chama na rocha), cerca de 30 cm de cada lado do corte acaba tornando-se rejeito, uma vez que altera as características originais da rocha, não sendo, portanto, aceita pelo mercado (fotos 4 e 5, abaixo).



Foto 4: Operação do jet flame. O equipamento consiste em uma haste principal, que conduz o ar comprimido e o óleo diesel (entrada na parte superior) para o bico queimador (foto 5). O operador conduz a haste no plano desejado para corte.



Foto 5: Jet flame em ação – notar a chama em tom claro saindo do bico queimador devido à pressão do ar comprimido, que, além de forçar a quebra da rocha, serve para limpeza do canal de corte. Observar, também, a largura do corte – aproximadamente 15 cm.

Essa técnica, no caso da pedra paduana, possui um rendimento muito baixo (algo em torno de 0,4 m²/h), e custo de produção alto (cerca de 60 litros de óleo diesel / hora). Com isso, para se realizar um corte com 6 m de altura e 10 m de profundidade, temos, como dados:

Tempo de realização do corte: $60 \text{ m}^2 / 0,4 \text{ m}^2/\text{h} = 150 \text{ horas}$

Aluguel de compressor: R\$ 60,00/h = R\$ 9.000,00

Óleo diesel: 60 l/h = 9.000 litros = R\$ 10.800,00

Operador: R\$ 500,00

Custo total: R\$ 20.300,00

Custo por m² = R\$ 338,33

Apesar do custo alto, essa técnica só é utilizada para a realização de cortes maiores, verticais, para isolamento de quadrantes para extração do minério.

Fio diamantado

O fio diamantado, tecnologia já bastante difundida na extração de mármore e granitos em todo o mundo, é usado em pedreira de pedra paduana, com resultados bastante expressivos, mesmo com o custo alto inicial do equipamento e do fio diamantado.

A técnica consiste na realização de dois furos, um vertical e outro horizontal, com maior diâmetro que o usualmente utilizado para a extração com uso de explosivos, através de um equipamento chamado de “martelo fundo-furo”, para a passagem do fio.

O fio é composto por um cabo de aço onde são inseridos vários anéis compostos por diamante encrustados em uma massa de vídia (chamados de “pérolas”), e borracha injetada, a fim de proteger o cabo de aço e espaçar as “pérolas”. Os diamantes presentes nas “pérolas” possuem um indicador de sentido de corte para o fio.

Esse fio é passado por dentro dos furos e, depois, é inserido no equipamento motor do fio, que o faz girar por dentro da rocha. Água é utilizada para resfriamento do diamante presente no fio, evitando um desgaste prematuro.

O rendimento do corte é excepcional, comparado ao *jet-flame*. Sua produção atinge cerca de 12 m²/h e o fio rende cerca de 50 m²/m², além de gerar perdas mínimas. A largura do corte não ultrapassa os 1,5 cm, além de não danificar a rocha (ver fotos 6 a 8).

Apesar do custo inicial ser alto (o fio custa, em média, US\$ 180/m), seu rendimento permite sua utilização na pedra paduana.

No caso da pedra madeira, ainda não se utiliza esta técnica de exploração, mas admite-se que seu rendimento e velocidade de corte serão inferiores devido à maior presença de quartzo e feldspato nessa rocha, tornando-a mais abrasiva. Além disso, pelo maior grau de fraturamento encontrado na pedra madeira, o uso do fio diamantado pode ser prejudicado pois, uma vez executando-se o corte e atingindo uma fratura, o bloco a ser cortado poderá ceder, prender o fio e, conseqüentemente, perder o fio, que é o item mais custoso da técnica.

O equipamento para o corte com fio diamantado custa cerca de US\$ 30.000.

² O rendimento do fio diamantado é calculado em metros quadrados de corte realizados a cada metro linear de fio. O rendimento citado foi calculado pela realização de aproximadamente 1.500 m² de corte na pedreira utilizando-se de 30 metros lineares de fio diamantado.

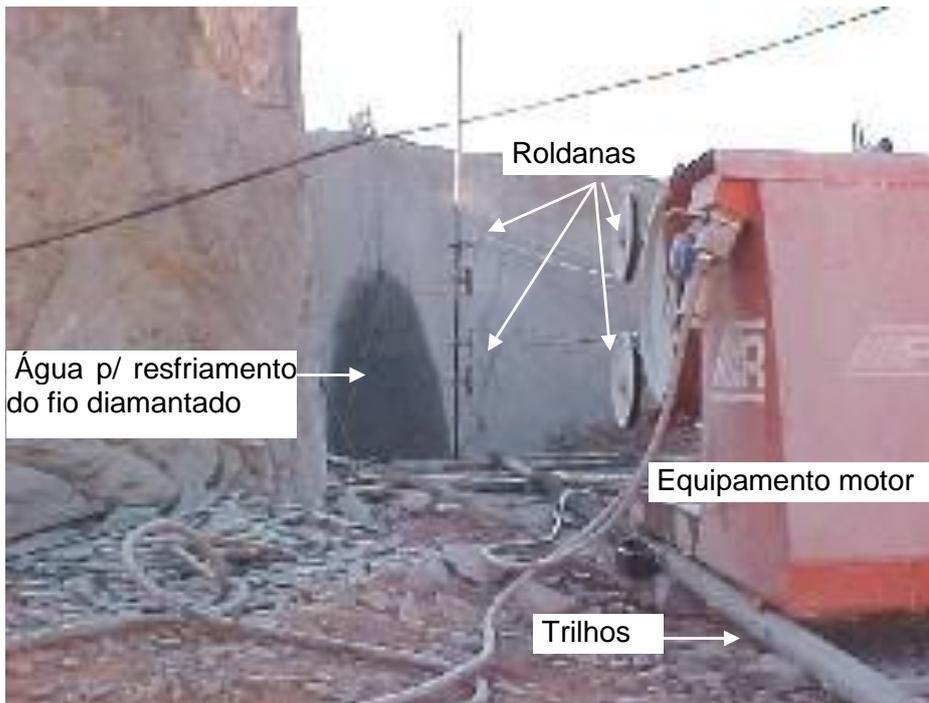


Foto 6: Equipamento para corte com fio diamantado em operação. O equipamento que conduz o fio (em vermelho na foto) atua movimentando o fio diamantado através das roldanas, além de puxar o fio de encontro à rocha através de movimento sobre trilhos. A mancha na rocha refere-se à água utilizada para resfriamento do fio diamantado durante o corte.



Foto 7: Detalhe mostrando largura do corte com fio diamantado e diâmetro da perfuração para uso de explosivos.



Foto 8: Superfície plana resultante do corte com fio diamantado.

Outras técnicas disponíveis

Argamassa expansiva

Técnica muito utilizada na extração de granitos e mármore, que substitui o uso de explosivos. Consiste no preenchimento de furos na rocha, previamente executados com o uso de martelinhos pneumáticos, com uma argamassa especial misturada com água. Essa argamassa, com o decorrer do tempo, começa a se expandir segundo o plano de fraqueza da rocha, indicado pela seqüência de furos executados. Em aproximadamente 8 horas, a partir do preenchimento dos furos com a argamassa, o corte é realizado.

Receia-se que, pela foliação bastante evidente na pedra paduana, e pelo grau de fraturamento da pedra madeira, o uso desta técnica possa resultar em um alto grau de perda de material pois, pelo seu princípio de funcionamento, ela poderá se expandir segundo tais planos preferenciais, e não pelos furos realizados, resultando na perda de material ou até na perda da frente de lavra.

Talho contínuo

Técnica raramente utilizada no país; consiste na execução de furos contínuos na rocha, onde o equipamento, ao realizar a primeira seqüência de furos, retorna para perfurar por entre os furos principais, destacando o bloco rochoso do maciço.

Sua utilização só se compensa em materiais com altíssimo valor agregado, devido ao seu alto custo de produção.

8. Mercado de pedras decorativas:

8.1 Histórico

O negócio das pedras decorativas no município de Santo Antônio de Pádua caracteriza-se pelo comércio de pedra bruta em lajes. Ao longo da década de 1990 pode-se observar que ele apresentou crescimento quanto ao número de empregados e volume de produção até 1994-1995, após o que passou a decrescer chegando ao final da década com valores inferiores aos do seu início. O faturamento bruto das empresas caiu na segunda metade da década, não tendo sido possível averiguar seus valores para o período anterior já que nenhum dos entrevistados foi capaz de fazer estimativas do preço da pedra ou do faturamento do negócio na época anterior ao Plano Real.

Os motivos para a diminuição do negócio podem ser a diminuição da quantidade de minério a ser explorado, a presença de inúmeras atividades informais que aviltam o preço através de concorrência desleal com empresas formalmente instaladas, e a queda do faturamento devido à desvalorização da moeda nacional frente ao dólar. Cabe ressaltar, porém, que os empresários desse negócio não levam em conta a queda de preço de sua mercadoria, devido à sua estabilidade em moeda nacional.

A necessidade de capital para extração e beneficiamento da rocha é muito pequena comparada àquela necessária para a extração de mármore e granitos onde são indispensáveis caminhões, serras, teares e outros equipamentos de maior porte. Além disso, a qualificação requerida da mão-de-obra é muito pequena. Esses fatores somados à facilidade de identificação dos locais onde há ocorrência das rochas tornam muito reduzidas (praticamente nulas) as barreiras de entrada na indústria.

Como resultado, constituiu-se na região de Santo Antônio de Pádua um negócio produtivo de rochas ornamentais de baixo valor agregado, de aspecto rústico, pertencente ao grupo dos materiais sucedâneos que, em geral, não recebem polimento de face. Sua utilização limita-se aos pisos e revestimentos externos. Há indicação da existência na região de mármore ou granitos; rochas ornamentais de grande relevância no mercado internacional (95% do mercado mundial de rochas ornamentais corresponde aos mármore e granitos e 5% aos materiais sucedâneos) que, no entanto, não estão

sendo explorados. Comparativamente aos mármore e granitos o preço dos sucedâneos é significativamente inferior. Apenas como ilustração, no mercado de Vitória, Espírito Santo, Estado com forte tradição em extração de mármore e granitos, o granito cinza andorinha, proveniente de Cachoeiro de Itapemirim, com menor preço entre os granitos, custa em torno de R\$ 40,00/m² e a 'pedra paduana' de 11,5 X 23 cm (lajinha) custa até R\$ 4,00/m².

A aviltação dos preços é evidente, onde o preço da lajinha de pedra paduana (ou miracema) reduziu de R\$ 8,00/m² para R\$ 4,00/m² nos últimos 6 anos, e este valor baixo para o material vem reduzindo a capacidade de investimentos das empresas, já que o custo de produção para estas lajinhas chega, às vezes, a R\$ 3,80/m².

Em conjunto, as empresas do negócio de pedra paduana são as mais acomodadas sendo comum a perspectiva de fechamento da empresa. No caso do negócio misto de pedra madeira e pedra paduana as empresas extraem e aparelham os dois tipos de pedra comercializando tanto pedra madeira bruta quanto aparelhada e pedra paduana aparelhada. Porém são raras as empresas que praticam o negócio misto.

Quanto ao negócio único de pedra paduana ou pedra madeira, um maior número de empresas tem buscado alternativas de agregação de valor que vem dando bons resultados. Portanto, quanto a estratégias competitivas, a grande maioria das empresas do negócio de rochas ornamentais não tem qualquer iniciativa. O que tem garantido sua permanência no negócio tem sido a exclusividade do material, existente apenas naquela região, e que possui valor de mercado superior à pedra paduana (cerca de três vezes maior), incorrendo os mesmos custos operacionais de extração.

Um fator que deve ser levado em consideração com muita atenção é o pequeno tamanho das reservas na região. A par dos levantamentos geológicos realizados pelo Departamento de Geologia da UFRJ dentro da RETECMIN, as estimativas feitas pelos geólogos do DRM-RJ apontam para uma perspectiva de 15 a 20 anos de exploração das reservas medidas atuais.

Quanto aos mercados desse negócio, eles estiveram nos últimos 10 anos no âmbito nacional concentrando-se nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo. Esporadicamente há comercialização para outros Estados, como Minas Gerais, Paraná e Mato Grosso do Sul.

As empresas de pedra paduana contrariamente ao de pedra madeira, não comercializam pedra bruta e sim a pedra aparelhada, em geral, em lajinhas de 11,5 X 23,0 cm. Ao longo

de toda a década de 1990, esse negócio experimentou um aumento do número de empregados e volume de produção enquanto seu faturamento passou a declinar no início da segunda metade da década. No caso da pedra paduana, além da desvalorização da moeda nacional frente ao dólar, o preço da pedra, em reais, sofreu queda significativa. Entre os empresários desse negócio é unânime a idéia de que a queda do preço deve-se a um excesso de oferta no mercado. No entanto, o que se observa é que toda a produção é vendida, porém, todas as empresas disputam o mesmo mercado, os Estados de São Paulo e Rio de Janeiro (~ 80% das vendas). Além disso, os produtos oferecidos por todas as empresas são exatamente os mesmos e, em geral, na mesma proporção, sendo a lajinha de 11,5 X 23,0 cm o produto que responde por mais de 80% do faturamento de todas as empresas neste negócio. A principal causa da queda de preço do material se deve a competição predatória que ocorre entre estas empresas, onde as barreiras de entradas são pequenas para a demanda dos produtos oferecidos. No entanto, a queda de faturamento do negócio tem levado algumas poucas empresas a buscarem alternativas.

Embora não haja uma pesquisa sistemática, estima-se que a perda total no processo produtivo seja aproximadamente 80%, sendo que 50% ou mais são perdas na lavra e o restante no beneficiamento (que consiste basicamente no fatiamento do bloco em placas, lajotas, lajotinhas e bloquinhos). Não são utilizados critérios técnicos e econômicos para a escolha de uma nova jazida nem para o desenvolvimento da lavra, conforme já citado em capítulos específicos, acima.

8.2 Mercados principais; Canais de Distribuição, Atacado, Varejo e Mercado Nacional e Internacional.

Nos idos da década de 50, a extração dos gnaisse miloníticos no município de Santo Antônio de Pádua destinava-se a consumo local, com aplicação em substrato de solo em currais de gado.

Com o passar do tempo e a evolução da atividade, intensificou-se a extração dos blocos maiores, ainda nas dimensões das utilizadas como pedra de curral, as quais passam por uma etapa de desdobramento onde tais blocos, com dimensões de 47 x 47 x 4 cm são desdobrados em 8 pequenos blocos de dimensões 11,5 x 23 x 4 cm, os quais são desdobrados em pequenas lajotas de 1 cm de espessura, obedecendo as demais dimensões. Comercialmente essas lajotas são conhecidas como “lajinhas” (ver foto).

O processo de desdobramento é o mesmo tanto para a Pedra Paduana (ou Miracema) quanto para a Pedra Madeira, ou seja, ambas possuem o mesmo formato para comercialização, e são amplamente utilizadas em ambientes externos de edificações e espaços urbanos (paisagismo), pela sua rusticidade e facilidade de aplicação.

O quantitativo de empresas atuando no município de Santo Antônio de Pádua nas etapas de extração e desdobramento são, segundo o Sindgnais:es:

Empresas de extração – pedreiras (*): 90

Empresas de desdobramento – serrarias (**): 101

(*): Quantidade de frentes de lavra em atividade. Existem frentes de lavra da mesma empresa no quantitativo. Levantamento realizado pelo DNPM em parceria com a FIRJAN (ainda não publicado).

(**): Quantidade de empresas de desdobramento em atividade, conforme levantamento realizado pelo DRM-RJ e CETEM em outubro de 2003 (dados ainda não publicados).

Esse quantitativo de empresas produz, hoje, cerca de 350.000 m² de “lajinhas” por mês com dimensões 11,5 x 23 x 1 cm, sem considerar os materiais que são produzidos através dos rejeitos das pedreiras e serrarias, como pedras almofadadas, seixos rolados e paralelepípedos.

Considerando um preço médio de venda das “lajinhas” de Pedra Paduana e Pedra Madeira como sendo R\$ 11,00/m² (R\$ 4,00/m² para a Pedra Paduana e R\$ 18,00/m² para o valor médio da Pedra Madeira, considerando suas variações – branca, rosa, amarela e verde, sendo a amarela a mais rentável por atingir preços de até R\$ 25,00/m²), o município arrecada cerca de R\$ 46 milhões/ano, sendo esta atividade a principal responsável pela movimentação financeira do município.

O mercado principal para os produtores da região é compreendido principalmente pelo Estado de São Paulo. Cerca de 70% da produção era escoada para esse Estado até meados da década de 90, onde os 30% restantes eram divididos entre os Estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais e demais Estados das regiões Sul e Centro-oeste. Atualmente, e face ao ineditismo dos materiais explorados na região (não há indícios de materiais similares em outro Estado com o preço aplicado), a produção já está melhor distribuída. O mercado paulistano ainda é o principal, mas estima-se, segundo o Sindgnais:es, que esse mercado responda hoje por cerca de 50% do volume comercializado. Os outros 50% são divididos pelo restante do país, sendo, pela ordem de

consumo, Rio de Janeiro, Paraná, Brasília, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Minas Gerais, Espírito Santo e um percentual mínimo já sendo enviado para os Estados da Região Nordeste.

Uma curiosidade quanto ao destinatário final das pedras produzidas na região é que são predominantemente grandes atacados de materiais de construção que, por sua vez, redistribuem ao mercado consumidor. Essa prática também está presente no mercado externo.

Atualmente algumas iniciativas dos produtores buscam estreitar o relacionamento com o público especificador de materiais para obras de construção civil, formado por arquitetos, paisagistas e decoradores, atingindo o mercado conhecido como “obras prontas” (para o mercado externo é denominado de “cut-to-size”). Esse nicho de mercado criou uma perspectiva positiva para os produtores de pedras decorativas, onde o principal entrave à busca de melhores preços de venda passa a ser eliminado, que são os depósitos e atacados de materiais de construção.

Outro produto da região, que ainda possui uma produção incipiente, mas com valor agregado maior, é a extração de blocos maiores de gnaiss milonítico (pedra Paduana) para tratamento industrial semelhante ao dispensado pelos mármore e granitos. Esse produto é resultado de um projeto realizado entre a UFRJ, através do Departamento de Geologia, SENAI – RJ e empresários da região, com recursos da FINEP/PADCT (projeto 314.0022/97) onde foram feitos testes industriais e de mercado com o novo material, similarmente ao que é realizado com o gnaiss Serizzo, extraído na região noroeste da Itália, material semelhante ao encontrado na região de Santo Antônio de Pádua e que, dentre suas mais nobres aplicações, destaca-se o aeroporto de Turim.

Os novos materiais, batizados no mercado como “Granito Floral Pádua Prata”, para os materiais associados à “Pedra olho de pombo” na jazida, e “Granito Floral Pádua Rosa”, para os materiais associados à “Pedra pinta rosa” na jazida, já estão no mercado. Apenas em uma pedreira foi observado este tipo de extração, onde o material possui uma taxa de retorno financeiro muito mais interessante que o retorno dado pela “lajinha”. O responsável pela empresa afirma que, como ainda possui muitos clientes solicitando a “lajinha”, ainda não dedicou uma fatia maior da produção para os “Granitos Florais Pádua”, mas que efetuará a alteração assim que o mercado aquecer.

Essa iniciativa mais significativa identificada para a busca de produtos com maior valor agregado visa a retirada de blocos de 3,0 X 2,4 X 1,8 m, para serragem em teares e polimento das chapas para a fabricação de pisos e revestimentos polidos para interiores,

bancadas, mesas, enfim, as mesmas aplicações de granitos. Constatou-se até o presente momento que essa iniciativa encontra-se apenas na pedra paduana. O material resultante tem aproximadamente as mesmas propriedades dos granitos tendo, porém, porosidade e índice de absorção de água e desgaste Amsler muito superiores e inadequação para pisos em locais de alta circulação devido ao seu alto desgaste.

A empresa que vem tomando essa iniciativa já fez alguns testes de mercado com o material obtido e declarou ter obtido preços compensadores, em torno de R\$ 40,00/m²; valor significativo comparado com o da lajinha (11,5 X 23,0 cm), atual carro-chefe da empresa, responsável por mais de 80% de seu faturamento, comercializada por R\$ 4,00/m². É preciso considerar os custos de produção nos dois casos, os quais serão vistos em capítulo específico, adiante.

8.3. Custos de Produção

8.3.1. “Lajinhas”

O processo produtivo das pedras decorativas em seu formato final denominado de “lajinha” é puramente artesanal. Os blocos maiores são extraídos através de perfuração, uso de explosivos e utilização de ferramentas manuais, onde o afloramento rochoso é desdobrado em blocos de dimensões aproximadas de 47 cm x 47 cm x 60 cm, e este bloco, por sua vez, é fatiado em placas de 47 cm x 47 cm x 4 cm, os quais são carregados manualmente em caminhões, destinados às serrarias.

As serrarias são pequenas unidades industriais compostas por um equipamento de corte denominado “serra” (ou cortadeira manual de mesa), onde as placas são colocadas sobre uma mesa sobre trilhos e o operador efetua o desdobramento das placas em peças de 11,5 cm x 23 cm x 4 cm, ou seja, só é cortada em dois sentidos.

As peças menores são desdobradas em lajes com dimensões de 11,5 cm x 23 cm x 1 cm, que é o formato final do produto a ser comercializado.

Para se apurar os custos de produção, durante a realização do presente trabalho foi observado que nenhuma empresa possui um controle dos custos de produção. Sendo assim, será feita uma estimativa dos custos de produção das “lajinhas” conforme informações coletadas em campo.

Na pedreira:

As pedreiras usualmente pagam os funcionários pela produção, fornecendo aos mesmos os equipamentos e insumos necessários para a produção, além do veículo para o transporte das placas rochosas até as serrarias.

Nesta etapa, de acordo com o apurado em campo, temos:

Custo com funcionários: R\$ 1,20 / m² de placas (nas dimensões citadas)

Custo com equipamentos para produção: R\$ 2.500,00/mês

Custo com insumos (óleo diesel, explosivos, etc.): R\$ 2.000,00/mês

Custo com limpeza na frente de lavra: R\$ 3.500,00/mês

Outros custos (impostos, extras, etc.): R\$ 3.000,00/mês

Admitindo uma produção média de uma pedreira, temos que:

Produção média mensal: 4400 m² de placas 47 cm x 47 cm x 4 cm

Custo mensal total: R\$ 16.280,00

Custo por m² de placa: R\$ 3,70

Na serraria:

Nas serrarias as placas são desdobradas em blocos menores (11,5 cm x 23 cm x 4 cm) através do uso de discos diamantados nos equipamentos de corte manuais (serras). Após essa etapa, os blocos são desdobrados manualmente nas "lajinhas". Com isso temos os seguintes fatores incorrendo nos custos de produção:

Disco diamantado: R\$ 400,00 / unidade

Rendimento do disco diamantado: aproximadamente 500 lajes (125 m²)

Custo com mão-de-obra: R\$ 0,40/m² de "lajinha" para os desdobradores, além de R\$ 700,00 (salário + encargos) para os serradores

Energia elétrica: R\$ 3.000,00 / mês

Admitindo a produção advinda da pedreira, em uma serraria de porte adequado (4

equipamentos de corte), temos que:

Matéria-prima: 4400 m² de placas

1 placa = 8 blocos = 32 “lajinhas”

1 m² “lajinha” = 35 “lajinhas”

Perda na produção: 30%

Custos envolvidos na produção:

Serradores: 4 serradores x R\$ 700,00 = R\$ 2.800,00

Disco diamantado: 35 discos = R\$ 14.000,00

Produção: 4400 x 4 x 32 – 20% = 450.560 “lajinhas” = 12.870 m² de “lajinhas”

Desdobradores: 12.870 x R\$ 0,40 = R\$ 5.148,00

Energia elétrica: R\$ 3.000,00

Manutenção dos equipamentos: R\$ 2.000,00

Custo com matéria-prima: R\$ 16.280,00

Custo total da produção: R\$ 43.228,00

Custo por m²: R\$ 3,36

Conforme observado acima, apesar dos valores serem estimados, vemos que os custos de produção estão próximos do preço final das “lajinhas”, uma vez que o valor por m² não está com os impostos inclusos. Para o caso da pedra Paduana, que possui um valor de venda de R\$ 4,00, a margem de lucro das empresas é muito baixa (19%, sem inclusão de impostos).

Até o início do ano de 1994, a pedra Paduana possuía um valor de venda mais atrativo aos empresários (cerca de US\$ 7/m²); daí iniciou-se a abertura de novas frentes de lavra, muitas clandestinas. Essas empresas, que aviltaram o mercado, acabaram por trazer o preço final do produto ao patamar atual, o que impede a realização de novos investimentos, ampliação das empresas e, conseqüentemente, geração de emprego e renda.

8.3.2. Extração de blocos maiores

A viabilidade da extração de pedra Miracema na forma de blocos, com seus respectivos beneficiamentos, assumindo-se que os equipamentos sejam alugados, e os blocos tenham dimensões aproximadas de 2,80 m x 2,30 m x 1,70 m, segue abaixo:

- Quantidade de funcionários mínima necessária para a produção e carregamento de 20 blocos/mês: 3 – Valor mensal: R\$ 2.100,00
- Compra de marteleiros pneumáticos: 5 marteleiros = R\$ 20.000,00 – Estes marteleiros serão amortizados durante um ano de trabalho, perfazendo R\$ 7,61 por metro cúbico.

- Quantidade de insumos necessários por mês:

Óleo diesel (uso no jet-flame e compressor): 2.400 litros = R\$ 1.920,00

Pólvora: 10 kg = R\$ 150,00

Acessórios para detonação (espoleta, cordel e estopim): R\$ 500,00

Óleo lubrificante: R\$ 100,00

Acessórios para utilização do marteleiro (mangueiras e peças de manutenção):
R\$ 1.200,00

Brocas para perfuração e conebits: 1 jogo/mês = R\$ 600,00

- Aluguel dos equipamentos: R\$ 5.000,00 – inclui compressor, jet-flame, guincho e pá carregadeira, sendo que esta última será necessária apenas para limpeza da frente de lavra);
- Frete dos blocos até a serraria em Cachoeiro de Itapemirim, com retorno com as chapas polidas: R\$ 500,00/viagem (ida e volta).
- Custo de serrada por bloco: R\$ 2.800,00
- Custo do polimento das chapas: R\$ 8,00/m²

A partir destes dados, calculemos o custo de 1 m² de chapa polida:

- Produção dos blocos:

Custo de produção por mês: R\$ 11.136,67 (incluída a amortização dos marteletes)

Produção mensal: 20 blocos, com aproximadamente 10,9 m³ cada

Custo de produção por bloco: R\$ 556,83

Custo de produção por m³: R\$ 51,09 / m³

- Produção das chapas:

Serrada de um bloco: R\$ 2.800,00

Frete: R\$ 250,00 / bloco

Valor da serrada por m³: R\$ 279,82 / m³

1 m³ = 33 m²

Valor da serrada por m²: R\$ 8,48 / m²

- Polimento das chapas:

Valor do polimento: R\$ 8,00 / m²

Frete: R\$ 250,00 / 350 m² = R\$ 0,71 / m²

- Custo total de 1 m² polido:

Bloco: R\$ 51,09 / m³ = R\$ 1,55 / m²

Chapa: R\$ 8,48 / m²

Polimento: R\$ 8,71 / m²

Valor total: R\$ 18,74 / m²

Como este material, *granito floral Pádua prata e rosa*, é um material de valor agregado maior que os granitos cinzas tradicionais, os quais possuem um valor médio de venda no mercado de aproximadamente R\$ 28,00 / m², e incluindo os impostos incidentes na operação do beneficiamento dos blocos da pedra Miracema, concluímos que:

- Valor total (com impostos – ICMS, PIS, COFINS): R\$ 22,03 / m²

- Valor sugerido para venda no mercado (preço FOB): R\$ 32,00 / m²

- Percentual de lucro na operação: 45,3%
- Valor de venda atual no mercado interno (conforme empresário) R\$ 40,00 / m²
- Percentual de lucro na operação: 81,6%

Como podemos observar acima, a inserção dessa nova atividade no segmento mineral da região de Santo Antônio de Pádua é altamente rentável comparado às atuais lajinhas (11,5 cm x 23 cm), as quais possuem uma atual margem de lucro de, no máximo, 19 %.

Um dos fatores que também permite a extração e beneficiamento dos blocos desse novo granito ornamental é a aceitação do mercado, onde alguns clientes, habituados a trabalharem com pedras decorativas, começaram a comercializar algumas peças de granito floral Pádua prata e rosa, para divulgação e teste, tanto na cidade de Santo Antônio de Pádua quanto em outras cidades do estado do Rio de Janeiro e do Estado de São Paulo. Tímida no começo, o mercado absorveu bem esta novidade, apesar de que os grandes mercados estão preferindo materiais com tons amarelados no momento. Como o mercado de rochas ornamentais oscila freqüentemente no que tange à coloração dos materiais, cabe aos empresários envolvidos decidirem sobre investirem, a primeiro momento, neste segmento, ou aguardar o aquecimento por demandas de materiais mais escuros.

Apesar disto, a inserção desse novo segmento no setor de pedras decorativas é altamente viável, tanto pelo novo material quanto pela rentabilidade, e que permitirá o crescimento do mercado pela inserção desse novo produto com maior valor agregado.

Porém, para a “pedra Madeira”, tal atividade não se considera viável tecnicamente pois, devido às características da lavra com uso de explosivos, e pela geologia das jazidas, onde foram observadas inúmeras pequenas falhas transversais ao plano principal da foliação, a extração de blocos maiores torna-se inviável. As pequenas falhas impedem a extração de blocos com tamanhos comerciais (mínimo de 2,50 m x 1,80 m x 1,50 m), além da grande variação textural que ocorrem nas jazidas, ou seja, o material, após extraído e beneficiado, não refletiria padrões estéticos adequados ao mercado consumidor.

8.4. Exportação

A exportação já vem sendo realizada pelo setor desde o ano de 1999, através de um consórcio formado, inicialmente, por 6 empresários, e que objetivava atingir uma produção em larga escala, através do uso de tecnologia de ponta para o desdobramento, criando uma nova empresa de médio porte, a fim de alcançar o mercado externo. Essa empresa, atualmente, possui apenas 3 dos seus 6 originais sócios. Essa redução na sua estrutura deve-se a uma inobservância a um fator primordial em se tratando de consórcio: a administração do negócio. Como a deficiência empresarial era evidente entre os sócios, uma vez que suas empresas não conseguiam se alavancar por falhas administrativas, acabaram por congregando todas as falhas em uma empresa só. Resultado, a empresa não consegue atingir seu potencial máximo de produção até os dias atuais, mesmo triplicando a capacidade de produção através da aquisição de novos equipamentos.

Mas o progresso vem animando os empresários do setor. Após sua organização em torno de um Sindicato patronal, 22 empresários, com apoio do Sebrae/RJ, iniciaram um trabalho de associativismo para buscarem redução de custos de produção e, principalmente, novos mercados, objetivando ampliar a exportação das pedras decorativas. Esse grupo de empresários, unidos desde junho de 2002, fundou a Rede Associativa Pedras Pádua Brasil. O apoio do Sebrae foi fundamental no início da atividade para buscar novos mercados. Através de consultores de mercado, uma primeira sondagem foi realizada na Europa, o que refletiu na primeira exportação do grupo. Foram 13 containers de pedras decorativas que seguiram, durante 4 meses consecutivos, para a Espanha. O cliente, ao constatar a qualidade do material, efetuou novo contrato para o envio de mais 10 containers, o que animou ainda mais as iniciativas da Rede Associativa.

Hoje novos mercados estão sendo prospectados, havendo perspectivas de negócios em outros países, como Portugal, Bélgica, Alemanha, Estados Unidos e Canadá, além de estarem realizando investidas no Oriente Médio.

Para a divulgação da Rede Associativista Pedra Pádua Brasil, os empresários investiram na participação em diversas feiras, nacionais e internacionais como, por exemplo, Construir (Rio de Janeiro, edições de 2002 e 2003), Coverings (Orlando, Flórida, USA, edição de 2002) e Marmomacchine (Verona, Itália, edição de 2003), além de criarem um site específico da Rede, onde pedidos dos produtos também podem ser feitos.

Mas, para atingirem a primeira exportação de seus produtos, adequações do processo produtivo foram necessárias. O primeiro pedido de exportação foi efetuado com dois

materiais específicos da região (pedra Paduana e pedra Madeira rosada), porém, com dimensões de 15 cm x 15 cm x 1,5 cm. Apesar das medidas diferentes, onde foram necessários ajustes no processo produtivo para minimizar as perdas, as empresas se adaptaram à nova realidade e conseguiram realizar sua exportação, que vem se repetindo constantemente até os dias atuais.

O resultado dessas iniciativas reflete-se nos números. Em 2002 foram exportados US\$ 83.000, ao passo que, dados coletados até junho de 2003 traduzem exportações da ordem de US\$ 259.000, com previsão de fechar o ano com cerca de US\$ 800.000 exportados. Ainda é pequeno comparado ao potencial produtor da região, mas pode ser considerado como um marco importante.

9. Meio ambiente

9.1. Degradação do meio ambiente

A questão ambiental é fundamental para a sobrevivência do arranjo a curto e médio prazo da economia da região.

O noroeste fluminense é região de clima semi-árido, que depende fortemente do sistema fluvial para sua sobrevivência ao longo de mais de seis meses de seca durante o ano. No entanto, o que se observa atualmente é o total descaso do empresariado no que diz respeito à preservação ambiental. Apesar dos esforços do DRM no sentido de conscientização local, são raríssimos os empresários que tem qualquer tipo de preocupação real nesse sentido. Esse fato é demonstrado pelo total descrédito dado ao projeto 'Unidade de Tratamento de Efluentes', desenvolvido pelo CETEM no âmbito da RETECMIN. Cada unidade de tratamento, segundo o projeto cujo desenvolvimento não custou nada aos empresários locais, tem um custo de implantação de R\$ 3.000,00. Os benefícios desse projeto foram demonstrados através da construção de uma unidade-piloto. Com isso, aliado ao baixo custo de implantação, 47 serrarias já implementaram a Unidade de Tratamento de Efluentes, das 101 existentes na região. Isso demonstrou ser um grande passo para o atendimento das exigências ambientais da FEEMA/DRM e a redução do consumo de água e de energia no seu bombeamento a partir do Rio Pomba e seus afluentes (fotos 9 e 10).



Foto 9: Despejo dos efluentes de serrarias no ambiente. Esses canais levam os efluentes líquidos para os córregos e rios próximos, assoreando-os (extraído do Relatório RETECMIN – fevereiro/2003).



Foto 10: Tanque para recepção e decantação de efluentes líquidos das serrarias. Os tanques instalados, além de reterem os resíduos gerados pelo corte das pedras, impedindo o despejo nos córregos e rios locais, permite a recirculação da água utilizada no processo de corte, ocasionando economia de água (extraído do Relatório RETECMIN – fevereiro/2003).

A instalação das unidades de tratamento de efluentes provocou uma forte redução da contaminação do Rio Pomba e seus afluentes. As 47 serrarias que apresentam unidades de tratamento de efluentes apresentam um total de 142 unidades operacionais de serras, gerando cerca de 720 t/mês de produto fino. Cerca de 95% da água presente nos efluentes das serrarias passou a ser reciclada, enquanto o resíduo sólido é removido dos tanques de decantação, através do uso de bombas auto-escovante, até uma área próxima aos tanques onde é realizado a pré-secagem do mesmo. O resíduo sólido após um período de secagem de cerca de 15 dias, apresenta cerca de 40% de umidade. Devido a falta de locais adequados para o depósito desse resíduo sólido, o mesmo passou a ser um novo problema.

Segundo Rocha (1999) esse resíduo proveniente do corte das pedras decorativas é constituído basicamente de partículas com tamanho inferior a 100 µm, apresentando um d_{50} (tamanho, no qual 50% das partículas são passantes) em torno de 26 µm. Os resíduos oriundos do corte da pedra paduana apresentam composição de fases sempre com a presença de mica (biotita, moscovita), o que confere a cor escura a sua textura, sendo o seu feldspato do tipo plagioclásio, ao passo que a mesma não é observada nos resíduos da pedra madeira, sendo constituída de feldspato plagioclásio e feldspato K (microclina).

O resíduo apresenta uma densidade aparente de 1,43 g/cm³. A Tabela 1 apresenta a composição química típica tanto do resíduo oriundo do corte da pedra “paduana”, quanto da pedra madeira. Os teores de SiO₂ e Al₂O₃ se mostram maiores na pedra madeira, enquanto os teores de CaO e Fe₂O₃ são relativamente menores. As diferenças explicam a diferença de resistência a abrasão entre as duas rochas ornamentais (Tabela 2).

TABELA 1 – Composição química típica dos resíduos oriundos do corte da pedra “paduana” quanto da pedra madeira, de Santo Antônio de Pádua.

Elementos	Pedra “paduana” (%)	Pedra madeira (%)
SiO ₂	70-75	70-75
Al ₂ O ₃	10-20	10-20
K ₂ O	1-10	1-10
Na ₂ O	1-10	1-10
Fe ₂ O ₃	0,1-5	1-10
CaO	0,1-5	1-10

TABELA 2 – Resistência ao desgaste Amsler das rochas de pedra madeira e pedra “paduana”.

Amostra	Resistência à abrasão (D500m / D1000m)
Pedra madeira	0,43 mm / 0,94 mm
Pedra “paduana”	1,20 mm / 2,2 mm

9.2. Passivos ambientais – Soluções para os rejeitos de pedreiras e serrarias.

O resíduo sólido, principalmente da pedra “paduana”, vem sendo utilizado na formulação de tijolos para fins estruturais e de bloquetes para calçamento de ruas e calçadas. Até o momento, essa é a única alternativa tecnológica para os resíduos sólidos, mas de impacto limitado, já que a produção de tais produtos em Santo Antônio de Pádua é bastante reduzida. Nessas formulações, a quantidade de resíduos é bastante reduzida, já que um uso maior desse implicaria em um uso maior de cimento na composição, para a correção do fator água-cimento, elevando dessa forma o custo do produto.

Um estudo recente realizado pelo Instituto Nacional de Tecnologia (INT), para o projeto RETECMIN-RJ, avaliou novas alternativas tecnológicas para a utilização desses resíduos, além das mencionadas acima. Foi verificada a utilização dos mesmos na formulação de argamassas, na fabricação de cerâmica vermelha e na formulação de borracha.

Na fabricação da cerâmica vermelha, os resíduos sólidos do corte da pedra paduana podem substituir a argila “magra” utilizada nessa formulação. Foram realizados ensaios com uma argila de Rio Bonito, município próximo a Niterói, RJ, utilizando 10%, 20% e 30% de uma mistura do resíduo sólido com feldspato, sendo realizada a queima dos tijolos produzidos em temperatura de 1050°C a 1200°C. As Figuras 3, 4 e 5 apresentam, respectivamente, os resultados de perda ao fogo, de retração linear e de absorção de água para diferentes teores da mistura do resíduo sólido com feldspato na formulação da cerâmica vermelha em diferentes temperaturas de queima.

A adição dos finos de serraria permitiu a redução de cerca de 25% da perda ao fogo da cerâmica vermelha, além de diminuir a retração linear da mesma. Essa menor retração linear pode ser explicada pela redução do teor dos óxidos fundentes da mistura.

FIGURA 3 - Resultados obtidos para a temperatura de 1050°C.

Composição (% em peso de adição de resíduo e feldspato)	Perda ao fogo (%)	Retração linear (%)	Absorção de água (%)
0	11.7	7.5	14.8
10	10.5	6.7	14.6
20	9.1	5.3	14.8
30	8.2	4.4	15.6
10F	10.5	5.6	16.4
20F	9.4	4.4	16.2
30F	8.3	3.0	17.1

FIGURA 4 - Resultados obtidos para a temperatura de 1150°C.

Composição (% em peso de adição de resíduo e feldspato)	Perda ao fogo (%)	Retração linear (%)	Absorção de água (%)
0	12.3	11.3	6.7
10	11.1	9.3	8.7
20	9.9	8.2	8.5
30	8.8	7.5	8.9
10F	10.5	9.6	8.9
20F	9.4	7.2	10.8
30F	8.5	5.5	12.7

FIGURA 5 - Resultados obtidos para a temperatura de 1200°C.

Composição (% em peso de adição de resíduo e feldspato)	Perda ao fogo (%)	Retração linear (%)	Absorção de água (%)
0	11.9	12.1	7.0
10	10.8	10.6	7.4
20	9.6	8.8	8.8
30	8.4	8.5	8.3
10F	10.8	9.7	8.9
20F	9.8	8.3	9.4
30F	8.6	6.2	11.7

A utilização dos resíduos como carga em formulações de borracha foi avaliada comparativamente a outras cargas normalmente utilizadas. Verificou-se a possibilidade do uso do resíduo em até 40% em volume nas formulações elastoméricas. No entanto, a utilização do resíduo provocou uma forte redução da resistência a tração da borracha. Essa redução pode ser explicada pelo problema de acoplamento entre a cadeia polimérica e o resíduo.

A aplicação dos resíduos na formulação da argamassa industrial substituindo o calcário, matéria-prima normalmente utilizada nas formulações, apresentou excelentes resultados (Figura 6). A resistência à compressão da argamassa produzida com os resíduos do corte das serrarias após o terceiro dia de cura foi cerca de 2% superior a da argamassa existente no mercado. Após o sétimo dia e também após o vigésimo oitavo dia, a resistência à compressão foi cerca de 5% superior a argamassa de mercado.

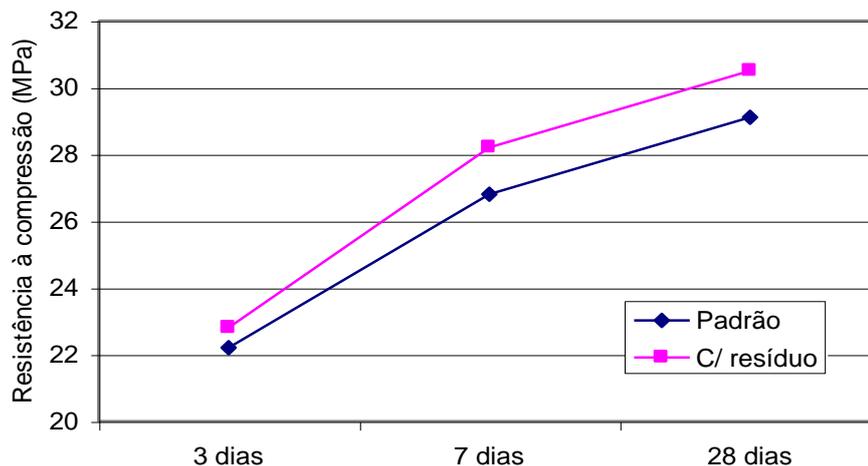


FIGURA 6 – Resistência à compressão da argamassa padrão e da argamassa produzida com os resíduos do corte das rochas ornamentais produzidas em Santo Antônio de Pádua.

Solução para os rejeitos oriundos das pedreiras:

Estudos de britagem e peneiramento foram realizados com rejeitos de uma pedreira de Santo Antônio de Pádua – RJ, com a finalidade de produzir agregados para a construção civil. Foram amostradas cerca de 2 t de rejeitos de pedreiras e 2 t de sobras de serrarias do material “olho de pombo”, que é um tipo de pedra bem representativa da região.

Para estabelecer as características da matéria-prima, foram feitos estudos de caracterização mineralógica / tecnológica das duas amostras. Os resultados das análises química / mineralógica das amostras mostraram que as mesmas são iguais, constituídas principalmente por feldspato - 62%, quartzo - 25%, mica - 7% e hornblenda -5%.

Na caracterização tecnológica foram feitas determinações na rocha de: dureza “Knoop”, índices físicos (densidade, porosidade e absorção d’água), dilatação térmica, velocidade de propagação de ondas, resistência à compressão, resistência à flexão e desgaste “Amsler”. Pelos resultados obtidos verificou-se que a rocha apresentou índices satisfatórios, para aplicações comerciais, dentro dos limites de especificação da ASTM, exceção feita ao desgaste “Amsler”, que deu um valor um pouco acima do recomendado para piso de alto tráfego.

Foram realizados estudos de britagem com as duas amostras, onde os resultados foram comparados com agregados típicos utilizados nas obras de construção civil no Rio de Janeiro, apresentando resultados bastante semelhantes.

Foram realizados ensaios para caracterização da brita produzida, tais como índice de forma, abrasão “Los Angeles” e de resistência à compressão em corpo de prova de concreto feito com esta brita. Os resultados identificaram uma brita de formato cúbico, o que é uma ótima característica para a construção civil. Entretanto a resistência à compressão apresentou um valor de 23 MPa, que a limita para utilização em obras de pequeno e médio porte.

Um estudo realizado de pré-viabilidade econômica para a operação de uma usina de brita, com capacidade de produção de 30.000 m³/ano, projetou um investimento total de R\$ 675.000,00 com uma receita anual de R\$ 384.000,00 e gerando uma taxa de retorno de 12% a.a.

O projeto tem um apelo ambiental indiscutível visto que promoverá o aproveitamento de rejeitos que hoje são gerados em quantidades muito significativas, e são dispostos de maneira desordenada, gerando enorme impacto ambiental (Almeida - 2001).

Como se vê, muitas soluções estão sendo propostas para solucionar os passivos ambientais da atividade de extração e beneficiamento mineral em Santo Antônio de Pádua. Dessas iniciativas as que mais chamam a atenção são:

Processo de britagem dos rejeitos de pedreiras e agregados graúdos de serrarias;

Fabricação de argamassa utilizando-se os rejeitos finos oriundos do corte das pedras

decorativas nas serrarias;

Ambas iniciativas estão em fase adiantada de projeto, sendo que o Sindgnaises está buscando, através de parcerias com entidades governamentais e de fomento, recursos para a implantação dos dois projetos no município (estimados na ordem de R\$ 3 milhões), o que será de grande valia para minimização dos impactos ambientais e geração de emprego e renda, renda esta que, segundo o Sindgnaises, será revertida para a recuperação ambiental de áreas degradadas pela mineração e beneficiamento das pedras decorativas no município.

10. Conclusões e discussões

A região compreendida pelo município de Santo Antônio de Pádua é, atualmente, a mais importante do Estado do Rio de Janeiro no contexto da mineração de rochas ornamentais. Apesar de sua produção total ser baixa comparada a distritos mineiros similares, o fator econômico e social faz com que o município tenha atenções especiais dedicadas pelos órgãos públicos (DRM-RJ, DNPM, FEEMA-RJ, etc.) e de fomento e apoio (FIRJAN e SEBRAE/RJ). Gerar cerca de 6 mil empregos diretos, sendo responsável por mais de 40% da ocupação da população economicamente ativa, justifica todo o apoio que vem recebendo.

Porém, pela ânsia de alguns empresários na busca de maiores lucros, muitas frentes de lavra foram paralisadas pela pura falta de técnica para a abertura das frentes. Além disso, o baixo custo inicial que tais empresários tiveram, aliado ao alto preço de mercado das pedras no início da década de 90 fizeram com que eles utilizassem o método da tentativa-e-erro a fim de buscar novas reservas minerais.

Face ao panorama atual da mineração e beneficiamento no município de Santo Antônio de Pádua, conforme descrito no presente trabalho, e pela sua importância na economia local, sugere-se as seguintes ações pró-ativas para a melhoria das condições de trabalho, aumento da receita com o minério, geração de novos empregos e harmonização da atividade com o meio ambiente:

- A iniciativa do grupo de empresários que criou a Rede Associativa Pedra Pádua Brasil está surtindo um efeito benéfico para o setor, ampliando o mercado e, conseqüentemente, a receita com a venda dos produtos. Essa iniciativa, ampliada aos demais produtores, causaria um maior poder de compra de insumos para os

produtores, além de possibilitar a atuação em novos mercados.

- Esse grupo, organizado, deveria manter um quadro de profissionais especializados para orientações técnicas quanto à produção nas pedreiras (geólogos e engenheiros de minas), para conquista de novos mercados (profissionais especializados em comércio exterior), para implementação e especificação de novos produtos (arquitetos e designers), além de profissionais administrativos para gestão do negócio.
- Busca de novos produtos: a iniciativa observada em uma pedreira quanto a extração de blocos maiores, que são submetidos ao mesmo processo de industrialização dos mármore e granitos, possibilita um ganho operacional maior que, em larga escala e com divulgação do produto no mercado, aumentaria a margem de lucro das empresas.
- Planejamento de lavra: a falta de um planejamento de lavra nas pedreiras contribui para a geração de um enorme volume de rejeitos (estimados em 50% nas pedreiras) e para aumentar o impacto ambiental causado pela atividade, com a disposição inadequada dos rejeitos. O planejamento da atividade de extração mineral surtirá efeito de médio a longo prazo, com a minimização dos impactos ambientais e redução dos custos de produção. Essa iniciativa deverá ser aplicada também para a abertura de novas frentes de lavra.
- A iniciativa do Sindgnaises com a busca de recursos para implantação de uma central de britagem de rejeitos de grã grosseira, e da fábrica de argamassa utilizando-se dos resíduos finos oriundos do corte das pedras decorativas, é uma alternativa viável para a destinação final desses resíduos. Além de gerar emprego e renda, o alinhamento dos produtos finais com a redução dos impactos ambientais é muito bem visto pelas entidades governamentais associadas ao meio ambiente.
- Resíduos finos nas serrarias: mesmo com os tanques de decantação elaborados pelo CETEM servindo como depósito de finos e possibilitando a recirculação de água no processo produtivo, com o decorrer do processo industrial os tanques são completamente preenchidos por finos resultantes da produção em um curto espaço de tempo (cerca de 15 dias), de onde são retirados os resíduos finos e dispostos sem qualquer orientação técnica. A criação de leitos de secagem para o recebimento desse resíduo possibilitaria a limpeza dos tanques em tempo hábil, além da secagem dos resíduos pela estrutura do leito de secagem (área revestida por camada de brita e areia para percolação da água presente no resíduo), possibilitando seu posterior

carregamento para a fabricação de argamassa ou, como solução rápida, para envio à indústria de cerâmica vermelha.

- Capacitação dos profissionais: É de conhecimento de todos que os funcionários que atuam nas etapas de extração e beneficiamento não possuem um grau de instrução adequado. Iniciativas em parceria com o Governo (municipal ou estadual), como Programas de Erradicação do Analfabetismo, aumentaria o grau cultural dos trabalhadores. Conseqüentemente a segurança no trabalho seria mais intensificada e auto-fiscalizada, uma vez que a maior parte dos acidentes de trabalho que ocorrem na região não possuem registros por serem pequenos acidentes os quais poderiam ser evitados pelo simples uso de EPI's (Equipamentos de Proteção Individual). Atualmente os funcionários não utilizam EPI's pela simples falta de cultura do setor, onde empregados e empresários contribuem para a não utilização dos mesmos.

Acredita-se que, pelas ações acima citadas, o setor de pedras decorativas de Santo Antônio de Pádua poderá se desenvolver de forma sustentável, preservando os empregos e aumentando o PIB da região, enquanto durarem as reservas de pedras decorativas.

11. Acervo Fotográfico



Foto 11: Visão geral de lavra de pedra madeira. Notar a degradação ambiental causada pela atividade extrativa.



Foto 12: Vista geral de lavra de pedra madeira, localizada à beira da RJ 186, a 3 km da sede do município de Santo Antônio de Pádua (bairro Café Garoto). O impacto visual é notório.



Foto 13: Falta de planejamento na lavra – pedreira localizada no bairro Café Garoto. A utilização inadequada de explosivos ocasionou a queda dos blocos (soltos, na foto). Por sorte, não havia ninguém na área de trabalho quando ocorreu a queda dos blocos.



Foto 14: Visão geral de pedreira de pedra paduana, localizada no Distrito de Santo Cristo, Santo Antônio de Pádua. Como na maioria das pedreiras da região, nota-se uma enorme falta de planejamento de lavra, onde a mesma transcorre de forma manual.



Foto 15: Devido à falta de planejamento, muitas áreas apresentam instabilidade de solo (talude), onde, no período de chuvas, ocorre deslizamento de solo, cobrindo a frente de lavra.



Foto 16: Disposição inadequada de rejeitos de lavra. O bota-fora da pedreira avançou para uma área vegetada. Localidade: Serra dos Blanc.



Foto 17: Instalações na pedreira: a cobertura acima é utilizada para armazenamento de ferramentas, refeitório e abrigo para operários. Localidade: Divisa S. A. Pádua – Pirapetinga (MG).



Foto 18: Paióis para armazenamento de explosivos. Além da localização inadequada (notar talude e pedreira abaixo), os mesmos estão abandonados.



Foto 19: Carregamento de furos para realização de corte horizontal com uso de explosivos. À esquerda visualiza-se corte com jet flame para isolamento do quadrante.



Foto 20: Operários realizando perfuração na rocha, com uso de martetele pneumático. Nota-se na foto a ausência de equipamentos de segurança, colocando em risco a integridade física dos trabalhadores.



Foto 21: Situação de risco – Operários extraem blocos maiores para desdobramento em lajes, que seguirão para a serraria. Na operação os operários lançam o bloco para a praça de trabalho, a uma altura de, aproximadamente, 12 m, sem qualquer proteção.



Foto 22: Desdobramento dos blocos em lajes. Enquanto um operário segura a talhadeira para a abertura das lajes, o outro aplica a força necessária usando de marreta de 10 kg.



Foto 23: Devido à forte incidência de sol na região, operários utilizam-se de folhas de coqueiro para proteção.



Foto 24: Operários desdobrando os blocos em lajes, que seguirão para as serrarias.



Foto 25: Lajes e paralelepípedos, prontos para carregamento.



Foto 26: As lajes, produzidas na pedreira, prontas para serem serradas em “cubos”, que, posteriormente, são desdobrados em lajinhas.



Foto 27: Lajes sendo desdobradas em “cubos”. Notar a posição da mão do operador, próxima ao disco de corte, em situação de risco de acidente.



Foto 28: Operação de desdobramento das lajinhas. O operário, através do uso de macetas e talhadeiras, aplica esforço na direção da foliação da rocha, deslocando-a.



Foto 29: Detalhe do desdobramento das lajinhas, realizado de forma manual.



Foto 30: Rejeitos sólidos oriundos do corte das lajes – aparas. Nesta etapa estima-se em 25% de perda de material, o qual é descartado no ambiente sem qualquer controle.



Foto 31

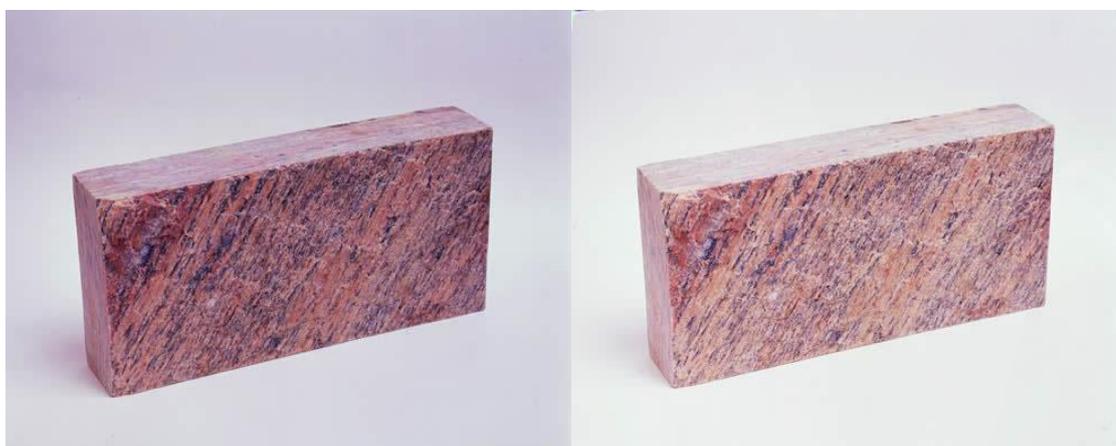


Foto 32

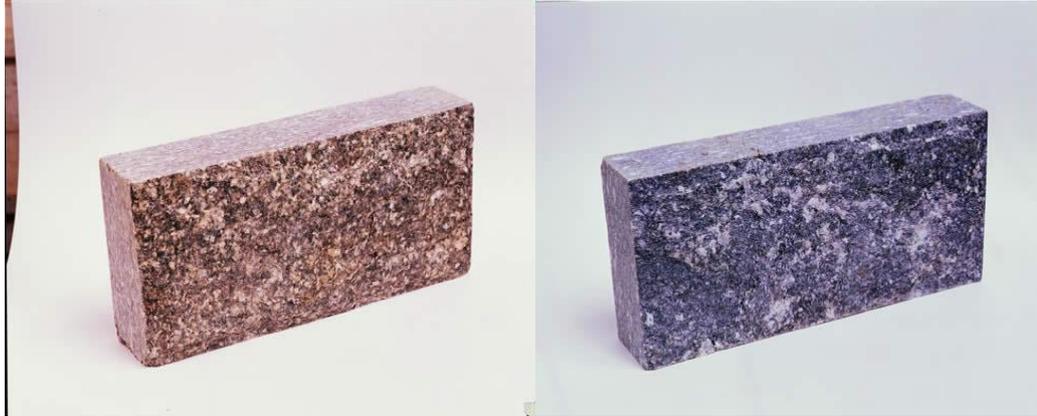
Fotos 31 e 32: Solução tecnológica para as aparas das serrarias. Coloca-se as aparas dentro de cilindros (foto 31) e, após 3 a 4 horas girando (através do uso de motor elétrico), obtém-se os seixos (foto 32), que são largamente utilizados em paisagismo. O mercado aumentou devido à proibição da extração de seixos de rios pelo órgão ambiental (FEEMA e IBAMA).



Foto 33: Solução prática para rejeitos sólidos de serrarias (aparas) – uso como substrato para cobertura de solo, como recuperação de áreas em risco de alagamento.



Fotos 34 e 35: Produto final – lajinhas de pedra madeira avermelhada (à esquerda) e amarelada (à direita).



Fotos 36 e 37: Produto final – lajinhas de pedra madeira envelhecida (amarela, à esquerda) e pedra paduana (cinza, à direita)

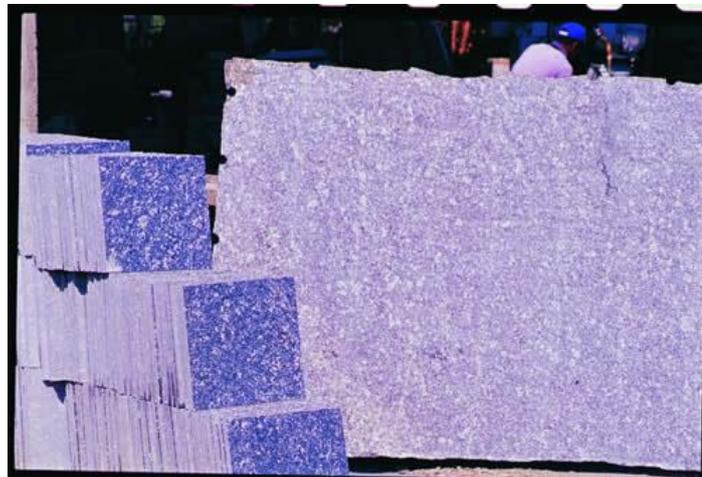
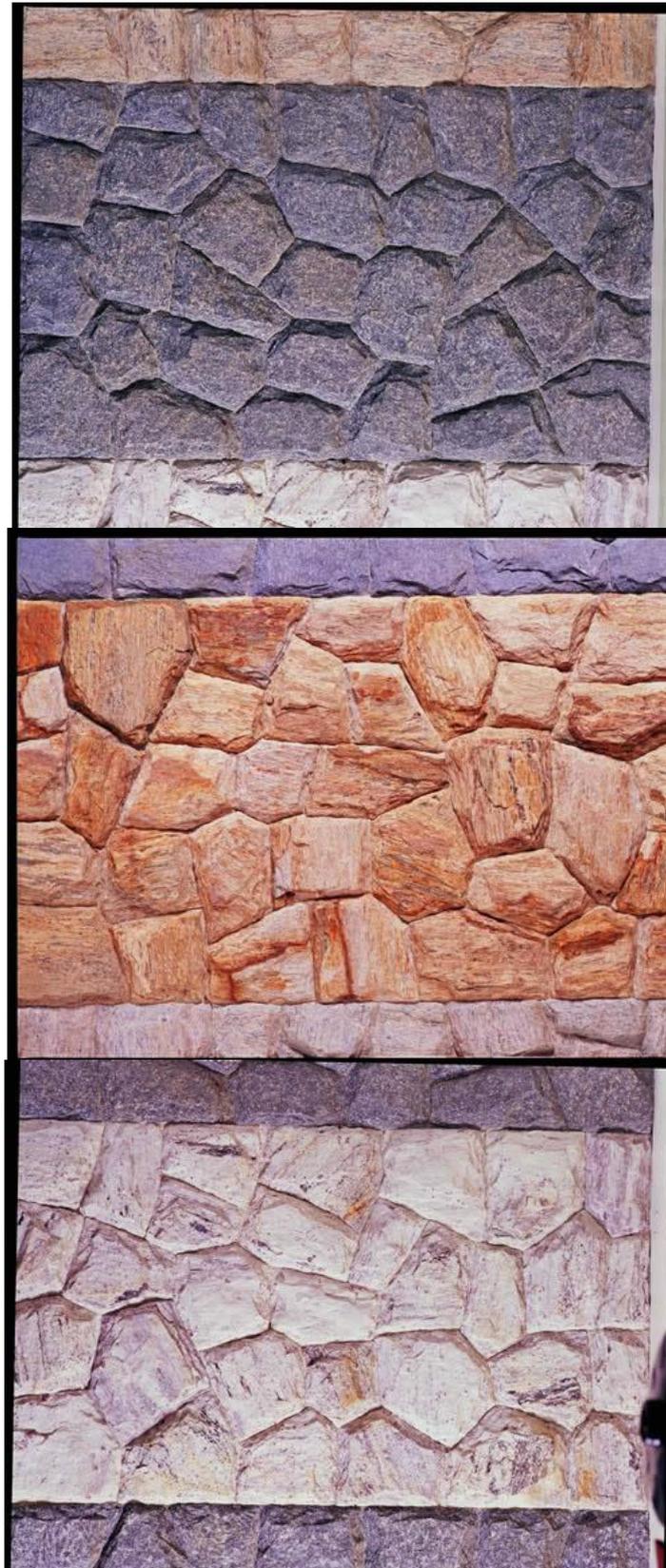


Foto 38: Chapas e ladrilhos 50 cm x 50 cm de pedra paduana.



Foto 39: Processo de flamagem de chapas – através do uso de um equipamento denominado “flameador” (gás GLP como combustível), a chapa é “queimada”, proferindo um aspecto rugoso, antiderrapante, ideal para ambientes externos.



Fotos 40, 41 e 42: Pedra paduana (foto superior) e pedra madeira amarela (foto central) e branca (foto inferior) aplicadas em parede sob a forma almofadada.



Foto 43: Exemplo da aplicação de pedra madeira – fachada e entrada de residência no bairro Centro, em Santo Antônio de Pádua.

12. Referências Bibliográficas:

Almeida, S. L. M. – Aproveitamento de Rejeitos de Pedreiras de Santo Antônio de Pádua – RJ, para Produção de Brita e Areia. CETEM. Resumo de tese de mestrado. Rio de Janeiro, 2001, 6 p.

Braga, M. V. C. – “Mapeamento Geológico-Estrutural de um Segmento da Falha de Santo Antônio de Pádua entre São Pedro de Alcântara e Marangatu, município de Santo Antônio de Pádua (RJ)”. UFRJ/CCMN/IGEO, Relatório Final de Campo IV, março/2001, 63 p.

Campos, A. R. & Silva, A. O. – Instalação das Unidades de Tratamento de Efluentes de Serrarias de Rochas Ornamentais, em Santo Antônio de Pádua. CETEM. Relatório Final RETECMIN, fev. 2003, p. 72 – 94

Calaes, G. D. - Estudo setorial de rochas ornamentais do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, CONDET/FIRJAN, 1999. v.2

Caniné, J. M. M. - Pedra Miracema, a rocha ornamental de Santo Antônio de Pádua - RJ. Niterói, Departamento de Recursos Minerais, 1992

Dayan, H., Valença, J. G.; Braga, M. V., Santos F. C., Leite, M. N. & Vitoriano, R. L. - Lavras de rochas ornamentais ao longo das falhas de Itajara-Pirapetinga e Santo Antônio de Pádua - geologia e estrutura. 7º Simpósio de Geologia do Sudeste. SBG-RJ, nov 2001, p.192.

Dayan, H. – Mapeamento Geológico-Estrutural de Santo Antônio de Pádua, Rio de Janeiro. IGEO/UFRJ. Relatório Final RETECMIN, fev. 2003, p. 8 – 44.

DRM-RJ – Mineração – Orientações aos Mineradores e Prefeituras. Governo do Estado do Rio de Janeiro, v. jan. 2003, 31 p.

Erthal, F. L. C., Rocha, R. L. S. & Mansur, K. L. – Legalização da Atividade Mineral em Santo Antônio de Pádua. DRM-RJ. Relatório Final RETECMIN, fev. 2003, p. 95 – 116.

Faria, V. C. & Barone, M. – Modernização do Setor de Pedras Decorativas da Região de Santo Antônio de Pádua. SENAI-RJ. Relatório Final PADCT 314.0022/99, dez. 2001.

Fonseca, M.J.G., - Texto explicativo do Mapa Geológico do Rio de Janeiro. Escala 1:400.000. 1998. pp.141. MME-SMM-DNPM.

Grossi Sad, J.H.; Moreira, M.D.; Figueiras, R.R. & Arantes, D. - Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro. Folha Santo Antônio de Pádua (texto explicativo). Departamento de Recursos Minerais - RJ, Niterói.

Leite, M. N. – “Estudo Geológico e Aspectos Econômicos-Ambientais de uma Porção da Falha de Itajara-Pirapetinga, Município de Santo Antônio de Pádua (RJ)”. UFRJ/CCMN/IGEO, Relatório Final de Campo IV, maio/2002, 73 p.

Oliveira, T. M. A. Avaliação técnica e econômica da extração de rochas ornamentais no município de Santo Antônio de Pádua-RJ. Rio de Janeiro, 1998, 157 p. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Peiter, C. C. - Abordagem participativa na gestão de recursos minerais. São Paulo, 2000. 135p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Minas.

Rocha, J. C., Chagas, S. R. P. & Reis, S. – Alternativas Tecnológicas ao Uso dos Resíduos de Corte da Pedra Miracema. INT. Relatório Final RETECMIN, fev. 2003, p. 54 – 71

Rocha, J. C., Chagas, S. R. P. & Reis, S. – Ensaio Tecnológico das Rochas de Santo Antônio de Pádua. INT. Relatório Final RETECMIN, fev. 2003, p. 45 – 53