

ASPECTOS TÉCNICOS E ECONÔMICOS DO SETOR DE ROCHAS ORNAMENTAIS

Cid Chiodi Filho

SED 28

MCT

CNPq

CETEM

CE
Ex. 1

PRESIDENTE DA REPÚBLICA: Fernando Henrique Cardoso
MINISTRO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA: José Israel Vargas

PRESIDENTE DO CNPq: José Galizia Tundisi
DIRETOR DE DESENV. CIENT. E TECNOLÓGICO: Marisa Cassin
DIRETOR DE PROGRAMAS: Eduardo Moreira da Costa
DIRETOR DE UNIDADES DE PESQUISA: José Ubyrajara Alves

CETEM - CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

CONSELHO TÉCNICO-CIENTÍFICO (CTC)

Presidente: Roberto C. Villas Bôas

Vice-presidente: Juliano Peres Barbosa

Membros Internos: Luiz Gonzaga S. Sobral; Ronaldo Luiz Correa dos Santos e Fernando Freitas Lins (suplente)

Membros Externos: Antonio Dias Leite Junior; Arthur Pinto Chaves; Octávio Elísio Alves de Brito; Saul Barisnik Suslick e Luiz Alberto C. Teixeira (suplente)

DIRETOR: Roberto C. Villas Bôas

DIRETOR ADJUNTO: Juliano Peres Barbosa

DEPTº DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS (DTM): Adão Benvindo da Luz

DEPTº DE METALURGIA EXTRATIVA (DME): Ronaldo Luiz C. dos Santos

DEPTº DE QUÍMICA INSTRUMENTAL (DQI): Luiz Gonzaga dos S. Sobral

DEPTº DE ESTUDOS E DESENVOLVIMENTO (DES): Carlos César Peiter

DEPTº DE ADMINISTRAÇÃO (DAD): Antônio Gonçalves Dias



ISSN - 0103-6319

Cid Chiodi Filho

Geólogo (Instituto de Geociências da USP, 1976), trabalhou na Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais - CPRM (1976/1985) e na Rio Doce Geologia e Mineração - DOCEGEO (1985/1991). Atua no setor de rochas ornamentais desde 1988. Foi pesquisador bolsista do Programa RHAE/CNPq (1992/1994). Atualmente trabalha como consultor para empresas do setor de rochas ornamentais.

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia



CETEM - Centro de Tecnologia Mineral

1995

CT-00006412-7

SED 22
DE
EX-1
Tomb: 00 6231

Editor

Ronaldo Luiz C. dos Santos

Conselheiros Internos

Maria Laura T. M.G. C. Barreto, Irene C. de M. H. de Medeiros Portela, Francisco E. de Vries Lapido Loufeyro, Francisco R. C. Fernandes.

Conselheiros Externos

Luís Henrique Sanchez (USP), J. R. Andrade Ramos (UFRJ), Eduardo C. Damasceno (USP), Saul Barisnik Suslick (UNICAMP), Abraham Benzaquem Sicsu (Fundação Joaquim Nabuco), Helena Maria Lastres (IBICT), Hildebrando Hermann (UNICAMP), Rupen Adamian (COPPE/UFRJ)

A **Série Estudos e Documentos** publica trabalhos que busquem divulgar estudos econômicos, sociais, jurídicos e de gestão e planejamento em C&T, envolvendo aspectos tecnológicos e/ou científicos relacionados à área minero-metalúrgica.

CETEM

F. 17-B - 6580

COL. DE VOL VOL N°

DATA Dayse Lúcia M. Lima

REG. N° 07/12/95 Vera Lúcia Ribeiro e Fatima Engel EDITORAÇÃO ELETRÔNICA

Jacinto Frangella ILUSTRAÇÃO

BMB

Chiodi Filho, Cid

Aspectos técnicos e econômicos do setor de rochas ornamentais. Cid Chiodi Filho. - Rio de Janeiro: CNPq/CETEM, 1995.

75p.: il. - (Série Estudos e Documentos, 28)

1. Rochas ornamentais - aspectos econômicos - Brasil.
I. Centro de Tecnologia Mineral. II. Título. III. Série

ISBN 85-7227-066-3

ISSN 0103-6319

CDD 552.081

APRESENTAÇÃO

O mercado das rochas ornamentais é extremamente ativo, dinâmico e diversificado, tendo em vista que elementos e tendências de moda são costumeiramente nele injetados e ditam os perfis de consumo.

Pela própria tradição na utilização de pedras para fins decorativos e construtivos, a Europa, em primeiro lugar, seguida dos Estados Unidos e Japão, pelos seus poderes de compra, determinam os rumos do mercado.

Os itens 5 e 6 desta monografia apresentam de forma clara e concisa todo o panorama do mercado das rochas ornamentais e o papel do Brasil.

Ações de incentivo e fomento ao setor no País são encontradas, em especial, nos estados do Espírito Santo, Bahia, Ceará, São Paulo, Pernambuco e Goiás, sendo que no Espírito Santo foi fundado o Centro de Tecnologia do Mármore e Granito - CETEMAG, cuja finalidade é a promoção da atividade, lastreada nos necessários aparatos e cuidados técnicos.

O autor desta monografia é por demais conhecido na área das rochas ornamentais para necessitar de apresentação.

Na certeza de que as informações aqui contidas serão de ampla utilidade aos interessados é que se apresenta à discussão este trabalho.

Rio de Janeiro, outubro de 1995.

Roberto C. Villas Bôas
Diretor

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
1.1 Rochas Ornamentais e de Revestimento: Tópicos Gerais	4
2. GEOLOGIA E TECNOLOGIA.....	9
2.1 Programas Exploratórios Regionais	9
2.2 Pesquisa de Detalhe	12
2.3 Bases para Amostragem e Elaboração de Mostruário.....	15
2.4 Caracterização Tecnológica.....	18
2.5 Alterabilidade dos Materiais	20
3. LAVRA	24
3.1 Lavra de Matacões.....	25
3.2 Lavra de Maciços Rochosos.....	27
3.3 Técnicas de Corte para Desmonte	35
4. BENEFICIAMENTO.....	45
4.1 Teares.....	45
4.2 Talha-Blocos.....	48
4.3 Acabamento de Superfícies	49
5. MERCADO	53
6. SITUAÇÃO BRASILEIRA.....	57
7. AÇÕES INSTITUCIONAIS.....	61
8. DESENVOLVIMENTO REGIONAL	66
9. CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74

1. INTRODUÇÃO

A elaboração deste documento baseou-se em diversas publicações e trabalhos apresentados pelo autor em revistas especializadas e eventos do setor de rochas ornamentais e de revestimento. Informações divulgadas pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, foram utilizadas para os itens de caracterização tecnológica e alterabilidade dos materiais rochosos, compilando-se para a abordagem da lavra de matacões e maciços, anotações do curso ministrado pelo Prof. Raimondo Ciccu, da Universidade de Cagliari - Sardenha, na Escola de Engenharia de Minas da Universidade de São Paulo.

O texto apresenta dados técnicos e econômicos referentes às rochas ornamentais e de revestimento, destacando conceitos básicos e definições sobre o tema, bem como aspectos da pesquisa geológica, caracterização tecnológica, lavra, beneficiamento e comercialização. São também avaliadas a situação brasileira no setor e as perspectivas de evolução dos mercados interno e externo, discutindo-se ações institucionais de interesse e bases para o desenvolvimento de programas regionais.

O objetivo do texto é fornecer elementos de análise que auxiliem a compreensão dos diversos segmentos de atividade afetos ao setor no Brasil, como suporte a novos e necessários estudos específicos por parte de universidades, empresas, instituições de pesquisa, entidades de classe e órgãos de fomento mineral.

Como principal conclusão, destaca-se que o futuro do setor brasileiro de rochas ornamentais exclui esforços no sentido de ampliar a produção e comercialização de blocos no mercado externo. As melhores perspectivas sinalizam para o fortalecimento do mercado interno e maior participação de produtos acabados e semi-acabados nas exportações.

Salienta-se, finalmente, que o Brasil mostra uma notável vantagem competitiva relacionada à sua espetacular "geodiversidade", referindo-se que esta vantagem só poderá ser efetivada através da modernização do parque industrial brasileiro e de uma melhor articulação entre governo e empresários.

1.1 Rochas Ornamentais e de Revestimento: Tópicos Gerais

Blocos rochosos intertravados ou rejuntados através de argamassa foram historicamente utilizados na estruturação de edificações. Modernamente, os agregados de cimento com armações metálicas desempenham esse tipo de função estrutural, apesar de registrar-se um consumo significativo de materiais rochosos naturais nas obras de engenharia.

As rochas ornamentais e de revestimento, também designadas pedras naturais, rochas lapídeas, rochas dimensionais e materiais de cantaria, abrangem os tipos litológicos que podem ser extraídos em blocos ou placas, cortados em formas variadas e beneficiados através de esquadrejamento, polimento, lustro etc. Seus principais campos de aplicação incluem peças isoladas, (esculturas, tampos e pés de mesa, balcões, lápides e arte funerária em geral) e edificações, destacando-se os revestimentos internos e externos de paredes, pisos, pilares, colunas, soleiras etc.

Essas rochas definem uma das mais promissoras oportunidades de negócio do setor mineral, com um crescimento médio da produção mundial estimado em 6% a.a. nos últimos cinco anos. A década de 90 é considerada a nova "idade da pedra", assumindo-se que a comercialização de materiais brutos e produtos acabados/semi-acabados representa US\$ 6 bilhões/ano no mercado internacional. A avangagem desse mercado pode ser observada ao referir-se

que a produção mundial evoluiu de 1,5 milhões de t/ano, na década de 20, para um patamar atual de 40 milhões de t/ano.

Tal incremento foi determinado tanto por novos tipos de utilização das rochas ornamentais nas paisagens urbanas, principalmente no que se refere a obras de revestimento, quanto por novas tecnologias de extração, manuseio, transporte e beneficiamento de blocos. Os avanços tecnológicos permitiram o aproveitamento e a difusão de diversas rochas anteriormente não comercializadas, enquanto as novas utilizações viabilizaram soluções estéticas e funcionais muito interessantes e confiáveis na construção civil.

Rochas isotropas, designadas homogêneas, são as mais utilizadas em obras de revestimento. Já as rochas com desenhos e orientações, chamadas movimentadas ou fantasia, são mais utilizadas em peças isoladas, pois sua aplicação em revestimentos demanda apuro estético e caracteriza uma nova tendência, ainda não totalmente assimilada pela maioria dos consumidores tradicionais.

No tocante à classificação comercial, as rochas ornamentais e de revestimento são basicamente subdivididas em granitos e mármore. Como granitos, enquadram-se genericamente às rochas silicatadas, enquanto os mármore englobam "lato sensu" as rochas carbonatadas. Alguns outros tipos litológicos também incluídos no campo das rochas ornamentais são os quartzitos, serpentinitos, travertinos e ardósias.

O comércio de rochas ornamentais envolve transações com materiais brutos e produtos acabados ou semi-acabados. A agregação de valor nas transações com acabados e semi-acabados pode ser mais de cinco vezes superior ao custo de produção da matéria-prima, garantindo assim margens de lucratividade bastante atrativas.

A qualificação comercial é estabelecida através das características estéticas do material, destacando-se o padrão

cromático, desenho, textura e granulação. Se a variabilidade desses parâmetros for muito acentuada em uma jazida, a tipificação e a categorização comercial ficam comprometidas.

O padrão cromático é o principal atributo considerado para a qualificação de uma rocha. Em função das características cromáticas, os materiais são enquadrados como clássicos, comuns ou excepcionais. Os materiais clássicos não sofrem influência de modismos, incluindo mármore vermelhos, brancos, amarelos e negros, bem como granitos negros e vermelhos. Os materiais comuns, ou de "batalha", de largo emprego em obras de revestimento, incluem mármore bege e acinzentados, além de granitos acinzentados, rosados e amarronzados. Os materiais excepcionais são, normalmente, utilizados para peças isoladas e pequenos revestimentos, abrangendo mármore azuis, violetas e verdes, além de granitos azuis, amarelos e multicores.

Os blocos extraídos nas pedreiras têm volume variável entre 5 m³ e 8 m³, podendo atingir, excepcionalmente, 12 m³. Materiais com alto valor comercial permitem, no entanto, o aproveitamento de blocos a partir de 1 m³. As dimensões padrão especificadas variam de 2,4 x 1,2 x 0,6 m (1,73 m³) a 3,3 x 1,8 x 1,5 m (8,9 m³).

As designações comerciais aplicadas são muitas vezes exóticas e enganosas, não espelhando os parâmetros de cor e procedência dos materiais. As formas tradicionais de nomenclatura refletem tais parâmetros (por exemplo, Verde Candeias, Vermelho Capão Bonito, Rosa Sardo etc.), devendo serem adotadas como base para identificação de novos materiais comercialmente tipificados.

As cotações de preço médio e máximo dos mármore atingem valores superiores aos dos granitos. Os mármore mais categorizados são os de massa fina, tanto brancos quanto desenhados coloridos, muito apreciados para arte estatária e outras peças isoladas de acabamento e mobiliário. Entre os

granitos, verifica-se, atualmente, melhor aceitação para os amarelos movimentados (tipo Juparaná), brancos (tipo *Bianco Cardinale*, *Cotton* e *Cashemere*) e os movimentados multicores (tipo oeste de Minas e Bahia), além, é claro, dos azuis (Azul Bahia e Azul Macaúbas).

Os mármore representam na atualidade cerca de 50% da produção mundial das rochas ornamentais, sendo o restante atribuído aos granitos. A participação dos granitos elevou-se de um patamar de 15%, no princípio dos anos 50, para 22% nos anos 70; 38%, em meados dos anos 80, até os atuais 50%, incrementando a demanda global sem restringir a utilização dos mármore.

O custo de transporte não inviabiliza a comercialização de materiais excepcionais, qualquer que seja a distância entre a jazida e os pólos de transformação ou centros consumidores. A maior parte do mercado abrange, no entanto, materiais comuns e de largo emprego que, pelo menor valor agregado, exigem um controle rigoroso de custos operacionais, tanto para o transporte quanto para lavra e beneficiamento.

Para um país de dimensões continentais como o Brasil, que pretende elevar sua participação no mercado internacional, a movimentação adequada de cargas brutas (blocos) e produtos acabados/semi-acabados (principalmente chapas) depende da otimização do transporte intermodal. As questões mais importantes relativas à intermodalidade envolvem: especificação de cargas e veículos rodoviários; maior e melhor utilização de ferrovias; melhoria das condições de infra-estrutura e operação portuárias e o disciplinamento dos fretes marítimos.

Os navios mais apropriados para transporte de blocos são os do tipo "box-shaped"/"open-hat" (porões quadrados de boca integral), dotados de pórticos e/ou guindastes ("hand-size") para 40-60 t, compatíveis em tonelagem máxima aos da classe "Panamax" (até 70.000 - 75.000 t). Esses navios permitem acessar, por exemplo, a costa oeste norte-americana (EUA e

Canadá) e os territórios pacífico/asiáticos (Japão, Coréia do Sul, Hong Kong e Taiwan), viabilizando mercados muito pouco explorados pelo Brasil.

O custo do frete marítimo de blocos a partir dos portos brasileiros corresponde a cerca de 35-40% do valor de comercialização do material transportado, enquanto que no de chapas em *containers* o custo do frete é 4 a 5 vezes menor que o valor dos produtos transportados. Ilustra-se, assim, a necessidade e conveniência de negócios envolvendo exportação de acabados/semi-acabados, para que se obtenham margens atraentes de lucratividade, pois os materiais brutos sempre sofrerão submissão de preços e restrições de mercados.

2. GEOLOGIA E TECNOLOGIA

A realização de negócios com rochas ornamentais pressupõe o conhecimento integrado de todos os segmentos de atividade afetos ao setor, tanto de pesquisa geológica, caracterização tecnológica e lavra, quanto de transporte, beneficiamento, marketing e comercialização. Fatores geológicos condicionam as características de ocorrência dos materiais, devendo-se identificar e avaliar tais fatores, em bases técnicas adequadas, como suporte para a tomada de decisões.

As faixas potenciais e a forma de distribuição das rochas, a vocação dos terrenos para ocorrência dos materiais comuns, clássicos ou excepcionais, as feições estéticas esperadas, o quadro aproximado de reservas, as perspectivas de alteração físico-química dos produtos aplicados, a dimensão dos blocos lavráveis e o próprio método mais recomendado de lavra, entre outros parâmetros de interesse, podem ser inferidos através de condicionantes geológicas regionais e locais.

Tanto em programas exploratórios regionais quanto na pesquisa de detalhe, os levantamentos geológicos são orientados para a definição de bons materiais, em condições físicas e quantidades apropriadas para exploração. Nestes termos, todos os fatores interferentes negativos para a qualificação dos materiais devem ser cuidadosamente avaliados antes de se atribuir favorabilidade a uma região ou área específica.

2.1 Programas Exploratórios Regionais

Em âmbito regional, a simples distinção dos ambientes geológicos permite fixar bases previsionais de ocorrência para diferentes tipos de rochas. A coloração azul, por exemplo, muito valorizada comercialmente, é devida à presença de minerais

como sodalita (em sienitos), dumortierita (em quartzitos), cordierita (em gnaisses) e quartzo azulado (em rochas vulcânicas e subvulcânicas ácidas). As rochas portadoras desses minerais estão, via de regra, associadas a ambientes específicos, caracterizáveis em mapas geológicos para efeito de prospecção.

Da mesma forma, os granitos movimentados e desenhados, com padrão fantasia, representam expressão de rochas gnáissico-migmatíticas, devendo ser assim procurados nas faixas antigas de embasamento cristalino. Os granitos homogêneos, não movimentados, associam-se a corpos intrusivos com formas elípticas ou arredondadas, rastreáveis em fotos aéreas convencionais e imagens de satélite através de estruturas circulares/semicirculares.

Outra condicionante geológica importante pode ser mencionada para os granitos negros absolutos, que representam rochas máficas de textura vulcânica/subvulcânica, ocorrentes apenas em faixas de reativação de plataforma com enxames de diques, ou em bacias intracratônicas com "sills" e derrames. Rochas máficas de caráter gabróide, portanto mais grosseiras, associadas a corpos de complexos plutônicos intrusivos, também definem ocorrência de granitos negros, porém nunca de negros absolutos.

Para os mármore, que constituem expressão de rochas sedimentares carbonáticas, metamorfozadas e recristalizadas, algumas condicionantes geológicas importantes podem ser também, mencionadas:

- estruturas organógenas, do tipo estromatolíticas, que são geneticamente associadas a paleoambientes específicos rastreáveis nas atuais faixas de dobramento portadoras de seqüências carbonáticas, definem padrões estéticos movimentados e muito apreciados no mercado;

- concentrações de matéria orgânica e outras impurezas nos sedimentos carbonáticos podem originar mármore negros ou com padrões cromáticos também muito valorizados comercialmente;
- a massa fina de alguns mármore, por exemplo, daqueles explorados na região de Carrara, parece ser mais característica dos mármore dolomíticos que dos mármore calcíticos, pois estes últimos desenvolvem tendência à recristalização grosseira durante o metamorfismo; e
- as rochas carbonáticas de caráter dolomítico são mais competentes que as calcíticas durante a deformação que acompanha o metamorfismo, isto é, os mármore dolomíticos comportam-se como materiais rúpteis, e os calcíticos como materiais dúcteis. Essas características físicas implicam em quebraimento e formação de veios nos mármore dolomíticos e em dobramento nos mármore calcíticos; portanto, dois diferentes tipos de desenho e padrão estético resultantes.

Todos os parâmetros mencionados para os mármore, assim como para os granitos, podem ser geologicamente discriminados e perseguidos nas campanhas de avaliação regional, representando guias prospectivos para materiais com algumas características estéticas desejáveis.

Em termos de técnicas exploratórias, pode-se utilizar recursos de sensoriamento remoto. A análise morfo-estrutural em imagens de satélite e fotos aéreas convencionais, por exemplo, permite discriminação de zonas homólogas representativas dos principais domínios litológicos aflorantes, destacando áreas de rochas maciças e/ou isotropas, faixas estruturalmente mais preservadas e campos de matações. A análise geomorfológica, por sua vez, permite a discriminação das formas de relevo, sua evolução e paisagens geradas, principalmente quanto à existência de áreas denudadas (sem capeamento de solo).

Programas exploratórios regionais constituem, assim, uma importante ferramenta para o desenvolvimento do setor de rochas ornamentais. Seus objetivos e execução revestem-se de caráter institucional, sendo, por isso recomendados como ação governamental.

2.2 Pesquisa de Detalhe

Os objetivos da pesquisa de detalhe estão relacionados à qualificação dos materiais e viabilização da lavra, sobretudo em maciços rochosos. Os trabalhos envolvem reconhecimento e amostragem das variedades litológicas aflorantes, caracterização petrográfica de rochas selecionadas, tipificação e caracterização comercial dos materiais priorizados, cálculo de reservas, definição de métodos de lavra, testes de serragem e polimento, bem como *marketing* e avaliação de mercado dos produtos.

As variedades litológicas aflorantes devem ter sua área de distribuição mapeada em base plani-altimétrica de escala adequada, observando-se principalmente feições estruturais, composicionais e fisiográficas.

Zonas foliadas (xistificadas) ou fraturadas podem determinar perdas na lavra e menor dimensão dos blocos lavráveis, bem como acarretar problemas de resistência físico-mecânica em chapas. Concentrações de minerais máficos (sobretudo biotita grosseira) e sulfetos geram problemas de polimento nas chapas e alterabilidade mais acentuada nos produtos aplicados. Cristais grosseiros de fluorita e granada com diâmetro superior a 3 mm são muito quebradiços, causando "arranque" na superfície das chapas durante o polimento e após aplicação dos produtos.

Nódulos, encraves, pequenos diques e veios, sobretudo em rochas homogêneas, ocasionam problemas de padrão estético e perdas no esquadrejamento de chapas. Texturas porfiróides ou granulares grosseiras, com cristais maiores que 1 cm,

desaconselham o uso da rocha para lajotas de pequena espessura, por questões de resistência físico-mecânica.

Diferenciações litológicas implicam problemas na tipificação comercial dos materiais, dificultando a garantia de suprimento de padrões estéticos homogêneos. A capa de intemperismo produz alterações cromáticas principalmente nos granitos, sendo responsável pela coloração amarelada das rochas tipo Juparaná e merecendo, por isso, uma avaliação de espessura no terreno. A dimensão dos blocos e matacões em superfície fornece uma noção preliminar sobre o grau de fraturamento do maciço, permitindo assim inferências a respeito da lavra.

Levantamentos geofísicos podem discriminar feições de interesse na avaliação dos maciços rochosos, destacando-se como aplicáveis os métodos sísmicos, elétricos, magnetométricos e gravimétricos. A sísmica avalia o estado de fraturamento em profundidade, revelando principalmente as fraturas concêntricas (acebolamento) paralelas/subparalelas ao contorno morfológico do maciço. A gravimetria permite detectar a existência de estruturas cársticas subterrâneas (cavernamento) em rochas carbonatadas. Diques de rochas máficas podem ser pesquisados através da magnetometria, com indicação de sua geometria em profundidade. Os métodos elétricos são sensíveis à presença de água, normalmente contida em fratura e cavernas.

Métodos sísmicos podem ser também utilizados com ótimos resultados no estudo de blocos e matacões, para detecção de fraturas e outras heterogeneidades litológicas. A técnica de aplicação, designada como tomografia de blocos, permite avaliar a integridade física e promover uma seleção de matacões para lavra, bem como qualificar os blocos esquadrejados para efeito de comercialização.

Para determinação preliminar de reservas, efetua-se o cálculo do volume da frente considerada, através da simulação de figuras geométricas (em relevos alongados) ou de seções

transversais com bancadas hipotéticas (em relevos abobadados). Do volume calculado, subtraem-se 20%, correspondentes a capeamento de solos e imperfeições do relevo; do restante, subtraem-se 50%, relativos a perdas presumíveis na lavra, estimando-se assim a reserva potencial teoricamente explotável.

Sondagens rasas (até 20-30 m) e com grande diâmetro, em furos verticais e horizontais, são exigidas tanto para a definição de reservas medidas quanto para observação de aspectos estruturais e estéticos, sobretudo em rochas movimentadas. Os testemunhos de sondagem podem ser cortados longitudinalmente e polidos, ilustrando assim seções verticais ou horizontais da porção explotável do maciço.

Amostras de pequeno volume coletadas em superfície, selecionadas e representativas, sem restrições estruturais e composicionais, devem ser submetidas a serragem e testes de polimento, para elaboração de placas de mostruário. Materiais que apresentam bons resultados (fechamento, brilho, espelhamento, padrão cromático e desenho) podem ser submetidos a ensaios de caracterização tecnológica, a fim de definir a aplicabilidade segundo padrões normatizados (normas ABNT, ASTM, DIN, AFNOR etc).

Testes de serragem e polimento devem ser efetuados com blocos de dimensões exigidas para o beneficiamento industrial (serragem em teares ou talha-blocos e lustro das chapas em politrizes padrão). Esses testes dependem de uma lavra piloto e são efetuados mediante a caracterização efetiva de materiais com boa qualidade que mostrem quantidade adequada para desenvolvimento de uma lavra.

O desenvolvimento da lavra piloto ou experimental é de fundamental importância para a conclusão da pesquisa de detalhe e caracterização de uma jazida. No Brasil, tal importância foi considerada pelos órgãos de proteção ambiental e também pelo Departamento Nacional da Produção Mineral -

DNPM, que tornaram legal a exploração e comercialização de rochas ornamentais durante a fase de pesquisa, mediante "guia de utilização".

Este dispositivo legal, recentemente aprovado, foi muito favorável para os produtores, pois apenas através da lavra experimental determinam-se os índices de recuperação do material aproveitável e define-se a viabilidade econômica do empreendimento mineiro. Muitas vezes a recuperação próxima ao capeamento não reflete a realidade do corpo rochoso subjacente, sendo necessária a abertura de bancadas que mergulhem para o interior do maciço e, portanto, a remoção de um volume considerável de estéril. Além disso, não é imediata a resposta dos consumidores em relação a materiais produzidos em uma nova frente de lavra, definindo-se a expectativa dos vários segmentos potenciais de mercado com a produção de blocos, corte, polimento e distribuição de chapas.

Sendo assim, as inversões de capital na compra de equipamentos e montagem da infra-estrutura para lavra sistemática devem ser sempre precedidas por uma lavra piloto, objetivando-se definir a possibilidade efetiva de extração de rochas com padronagem conhecida, em blocos com dimensões adequadas. A implantação do empreendimento mineiro também pressupõe estudos de mercado e a garantia firmada de comercialização dos materiais explotáveis.

2.3 Bases para Amostragem e Elaboração de Mostruário

A amostragem de rochas e a elaboração de peças de mostruário constituem itens muito importantes em trabalhos de pesquisa regional e local. O material amostrado deve ser representativo da área enfocada e revelar as principais características do tipo litológico pesquisado, quanto ao padrão cromático, textura, movimento e desenho esperados para a ocorrência.

Na amostragem de pequeno volume, para rochas destinadas à elaboração de mostruários, deve-se evitar impactos diretos que possam promover trincas e microfraturas. O uso de marretas, ou explosivos inadequados e mal dimensionados, é desaconselhável, recomendando-se a coleta através de cunhas ou massas expansivas. Tal procedimento garante a integridade da amostra, permitindo assegurar que eventuais trincas e outras pequenas descontinuidades, normalmente observadas apenas após o polimento, não são devidas ao método de coleta.

A coleta de amostras efetuadas em caráter pioneiro na pesquisa regional implica grande quantidade de fragmentos irregulares com pequenas dimensões. A amostragem não deve ser dirigida para afloramentos artificiais, de estradas ou outros tipos de obra civil, pois esses locais encontram-se quase que invariavelmente afetados pelas detonações causadoras do corte dos taludes. Taludes artificiais prestam-se, portanto, apenas à observação de rochas de um maciço e sua faixa de distribuição no terreno.

Para se inferir o padrão cromático e desenho esperados para uma rocha granítica polida, deve-se molhar uma superfície fresca (não intemperizada) da amostra bruta. A fim de avaliar o comportamento dos materiais, deve-se deixar ao relento as amostras coletadas, pois determinados tipos de alteração podem se manifestar e reproduzir, o que seria esperado em condições reais de utilização.

Para a exposição da rocha fresca em um lageado natural, deve-se efetuar furação rasa e detonação. Apenas um furo carregado, com 50-60 cm de profundidade e inclinado no mesmo sentido da vertente, é suficiente para produzir uma boa exposição de superfície côncava, desde que a capa de alteração intempérica não exceda o limite do furo.

A pólvora negra causa menores danos, devido à baixa onda de choque. Sendo assim, é o explosivo mais recomendado para coleta de amostras e desmonte de rochas. O martelete à

gasolina é, por sua vez, o melhor equipamento para furação na amostragem, pois dispensa o deslocamento de compressores - o que determina maior mobilidade e rapidez. Os marteletes à gasolina disponíveis pesam cerca de 25 kg e custam aproximadamente US\$ 10.000, efetuando desde furos verticais até furos com inclinação de 45°.

Placas de mostruário podem ser obtidas a partir de amostras irregulares de pequenas dimensões, utilizando-se serra do ripo "clipper" com discos diamantados. O equipamento deve permitir profundidade de corte para até 15 cm, demandando adaptações para fixação da amostra no cursor (morsa) e movimentação lateral (rosca milimetrada) que permitam obter melhor planicidade e paralelismo das superfícies.

As placas de mostruário podem ter dimensões variáveis desde 7,5 cm até 30 cm de lado, com espessura de 1 ou 2 cm, observando-se a necessidade de reprodução do desenho e tamanho dos cristais da rocha. É interessante a elaboração de placas polidas, apicoadas e flameadas, no sentido de reproduzir o padrão estético do material nas diferentes formas de acabamento das chapas de revestimento. Diferentes planos de corte determinam a obtenção de diferentes padrões estéticos para um mesmo material, sobretudo em rochas anisótropas, o que também recomenda a confecção de pequenos paralelepípedos que reproduzam, em escala, as superfícies dos blocos-padrão derivados da lavra.

O desbaste/desengrossamento (levigamento), polimento e lustro de pequenas superfícies podem ser obtidos através de politrizes manuais com rebolos abrasivos. Algumas politrizes demandam adaptador para acoplamento dos rebolos, enquanto outras dispensam tal adaptação.

O rejuntamento de pequenas placas de mesma espessura, através de gesso ou massa plástica, sobre uma superfície plana, permite a composição de um mosaico que pode ser lustrado em politrizes industriais. Independentemente da maior

ou menor trabalhabilidade dos materiais, o resultado final obtido para essas pequenas placas, lustradas tanto individualmente quanto em mosaico, será sempre 20 a 30% inferior ao das chapas normais adequadamente serradas e lustradas.

2.4 Caracterização Tecnológica

Amostras provenientes de setores pré-qualificados para lavra, que sejam representativas da frente explotável e apresentem bons resultados em testes de polimento (fechamento, brilho, espelhamento, padrão cromático e desenho), devem ser submetidas a ensaios de caracterização tecnológica.

Os ensaios objetivam balizar os campos de aplicação dos materiais segundo padrões normatizados, sendo exigidos pelos grandes compradores, constando como itens obrigatórios em catálogos fotográficos promocionais.

Os seis ensaios mais importantes, designados como "Índices de qualidade", incluem:

- Análise petrográfica em seções delgadas e polidas, para definição da composição em minerais transparentes (silicatos e carbonatos) e opacos (óxidos e sulfetos), classificação da rocha, observação de alterações metassomáticas e intempéricas, bem como anotação de microfissurações.
- Índices físicos, que determinam a massa específica (densidade), a porosidade aparente e a absorção d'água.
- Teste de Desgaste Amsler, que mede a resistência do material à solicitação abrasiva.
- Compressão Uniaxial ao Natural ou Simples, que determina a resistência ao cisalhamento.

- Resistência à Tração na Flexão, que avalia a resistência do material à ruptura por flexão.
- Coeficiente de Dilatação Térmica Linear, que mede a dilatação do material em condições de temperatura crescente.

Outros ensaios, também muito importantes, são exigidos a partir da qualificação preliminar dos materiais, principalmente para aqueles destinados ao mercado de exportação. Tais ensaios avaliam a resistência ao impacto (impacto de corpo duro), a alterabilidade por imersão em líquidos reativos e o módulo de deformabilidade estática.

O comportamento dos diferentes tipos de rochas ornamentais frente às solicitações pode ser avaliado através dos diversos testes e ensaios de caracterização tecnológica anteriormente referidos. Os procedimentos e padrões de avaliação dos resultados são determinados por normas técnicas. Os principais conjuntos de normas técnicas seguidos pelas instituições que realizam os ensaios para rochas ornamentais são os da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), ASTM (American Society for Testing and Materials), DIN (Deustch Institut fur Normung) e AFNOR (Association Française de Normalization). No Brasil, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, de São Paulo, realiza toda a bateria de testes exigidos para a qualificação dos materiais, fornecendo certificados reconhecidos internacionalmente.

A metodologia seguida pelo IPT para os principais ensaios é sumarizada a seguir:

- Índices Físicos (Physical Indexes) - determinação das massas específicas aparentes seca e saturada, porosidade aparente e absorção d'água, executadas em 10 corpos de prova, segundo diretrizes da NORMA C97-ASTM.

- Compressão Uniaxial (Compression Strenight) - executada em 5 corpos de prova de formato retangular, no estado seco, segundo diretrizes da NORMA C170-ASTM.
- Flexão (Modulus of Rupture-Bending Strenght) - executada em 3 corpos de prova de formato retangular, no estado seco, segundo diretrizes da NORMA C99-ASTM.
- Desgaste AMSLER (Frictional New-Amsler Test) - executado em 2 corpos de prova, seguindo diretrizes da NORMA 6481-ABNT.
- Dilatação Térmica (Coefficient of Linear Thermal Expansion) - executada em 2 corpos de prova de formato cilíndrico, obtidos em direções ortogonais, segundo diretrizes da NORMA E228-ASTM.

2.5 Alterabilidade dos Materiais

As rochas utilizadas para fins ornamentais e/ou revestimento sofrem solicitações naturais e artificiais que provocam sua alteração físico-química. Os agentes naturais estão relacionados ao intemperismo, deformação (tectônica e atectônica) e erosão; enquanto os artificiais, à lavra, beneficiamento, manuseio e uso/aplicações. As alterações provocadas são definidas por desgaste, perda de resistência mecânica, fissuração e mudança de coloração.

A alteração dos materiais aplicados ocorre em função do ataque físico-químico aos minerais constituintes da rocha, podendo-se destacar alguns parâmetros de degradação conhecidos:

- Os álcalis, por exemplo, na forma de soda cáustica, atacam os minerais silicatados, presentes nas rochas graníticas e granitóides em geral.

- Calcita e dolomita, que são carbonatos e principais constituintes dos mármore, sofrem ataque de todos os ácidos, traduzindo-se assim o maior problema da aplicação dos mármore na atualidade (poluição atmosférica e chuvas ácidas), notadamente em revestimentos externos.
- O oligoclásio, mineral silicatado da família dos feldspatos cálcio-alcálicos, e a nefelina, também um mineral silicatado do tipo feldspatóide, são sensíveis ao ácido clorídrico.
- Os minerais máficos (escuros) são mais alteráveis que os minerais félsicos (claros), salientando-se que o hiperstênio, mineral máfico da família dos piroxênios e constituinte dos charnockitos (granitos verdes), pode degradar-se em climas tropicais/subtropicais.
- Os sulfetos, minerais metálicos que ocorrem como acessórios comuns tanto em mármore quanto em granitos, oxidam-se rapidamente quando expostos ao ar, formando manchas e constituindo, assim, um dos principais deletérios das rochas ornamentais.

Em revestimentos, os processos de alteração dos materiais aplicados são decorrentes da ação de agentes físicos, químicos e biológicos, conforme sumarizado no Quadro 2 a seguir:

Quadro 1 - Alteração em revestimentos

Agente	Fenômeno	Ação	Consequência
Físicos	Cristalização de Sais	Tensão de Vazios	Fissuração
	Variação de Temperatura	Dilatação/Contração	Fissuração + Descolamento
	Absorção d'água	Formação de manchas	Modificação características estéticas
	Saturação/Secagem	Lixiviação	Desagregação/ Corrosão
Químicos	Reação a $\left\{ \begin{array}{l} \text{Ácidos} \\ \text{Alcalis} \\ \text{Prod. doméstico} \end{array} \right.$	Dissol. CO_3 /Recrist. Dissol. SiO_4 /Recrist. Dissol./Absorção	Corrosão Fissuração Manchas
Biológicos	Fixação de vegetais inferiores	Tensão de vazios	Fissuração
	Metabolismo	Dissol. CO_3 e SiO_4	Corrosão e Manchas

INTERAÇÃO DOS AGENTES BIOLÓGICOS

↕ ↘

FÍSICOS QUÍMICOS

O IPT também executa testes de simulação de alterabilidade para rochas ornamentais, cujos fundamentos são apresentados no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 - Testes de alterabilidade

Simulação	Efeito	Acompanhamento
Congelamento/Degelo	Tensão/Tração	Fissuração
Cristalização de Sais	Tensão/Tração	Perda de massa
Saturação de H_2O /Secagem	Dilatação/ Contração	Aumento da absorção
Lixiviação	Remoção Iônica	Perda de resistência
Saturação com produtos de limpeza (com ou sem secagem)	Reação Química Absorção	Mudança de coloração Perda de brilho

A conservação ou reparação das rochas ornamentais aplicadas deve ser efetuada mediante análise específica do problema observado. Os procedimentos mais comuns, para remoção de manchas e outras imperfeições nas superfícies, incluem repolimento das placas, aplicação de ácido oxálico (solução de 10% em volume), aplicação de água oxigenada (20 volumes), jateamento de areia (não para superfícies polidas) e aplicação de água quente sob pressão. Para trincas abertas ou cavidades, presentes nos mármore e comuns nos travertinos (por exemplo Bege-Bahia), costuma-se efetuar preenchimento com massa plástica, cimento branco ou gesso, misturados ao próprio pó da rocha em questão.

3. LAVRA

Uma das principais vantagens competitivas do Brasil no setor de rochas ornamentais, frente aos seus mais diretos concorrentes no mercado mundial, refere-se ao enorme potencial geológico para mármore e, sobretudo, granitos, de variados padrões estéticos homogêneos, e movimentados.

Essa vantagem competitiva só poderá ser materializada, mediante aprimoramento das bases de trabalho e profissionalização em todos os segmentos da atividade afetos ao setor, destacando-se o *know-how* adequado para lavra.

A lavra de matacões tem menor custo de produção (US\$ 50 a US\$ 80/m³), mas determina fortes restrições quantitativas e qualitativas de suprimento, resultando, ainda, em grande impacto paisagístico e danos consideráveis ao meio ambiente.

Na lavra de maciços rochosos, o custo de produção é superior (US\$ 120 a US\$ 180/m³), mas sua prática proporciona melhor controle de qualidade e melhores taxas de recuperação dos materiais, garantindo suprimento do mercado, firmando a comercialização e causando menor degradação ambiental.

Observa-se que a maior parte da produção brasileira de granitos é ainda derivada da lavra de matacões e que a lavra de maciços é praticada sem o rigor técnico desejável.

Os resultados mais visíveis do problema são traduzidos pela baixa categorização comercial, submissão de preços e dificuldade de abertura de novos mercados para as exportações brasileiras, tanto de materiais brutos quanto de produtos acabados e semi-acabados.

Os principais tipos de lavra, com suas diversas configurações, são sumarizados na Figura 1, discutindo-se no

texto os aspectos técnicos e econômicos mais relevantes para as diversas configurações apresentadas.

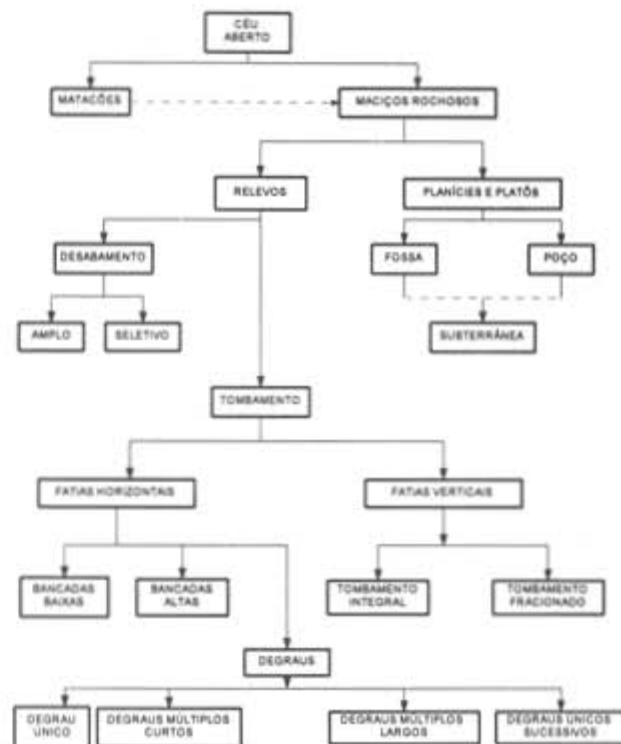


Figura 1 - Tipos de Lavra para Rochas Ornamentais

3.1 Lavra de Matacões

Matacões constituem porções específicas de um maciço rochoso, individualizados a partir da atuação de agentes intempéricos nas fraturas e destacados por erosão. Sua forma, normalmente arredondada, é devida à esfoliação esferoidal

concêntrica (acebolamento), encontrando-se deslocados, através de rolamento, da sua posição original.

Os matacões representam, em superfície, a fragmentação do maciço rochoso subjacente. Sendo derivados de diferentes porções desse maciço e ainda deslocados em superfície, os padrões estéticos das rochas nunca se repetem fielmente entre matacões de uma mesma área. É importante referir que apenas rochas silicatadas, comercialmente enquadradas como granitos, formam matacões.

Do ponto de vista da lavra, os matacões devem ter dimensões apropriadas e quantidade suficiente para desdobrar um número razoável de blocos. Na Itália, por exemplo, regula-se que os matacões lavráveis tenham pelo menos 100 m³. Para implantação de lavra, o retorno financeiro esperado deve ser no mínimo o dobro dos investimentos. Os custos com acessos, equipamentos e pessoal são baixos, o mesmo não ocorrendo com as operações de esquadreamento de blocos.

Matacões de até 100 m³ podem ser esquadreados através de cunhas manuais, tendo-se que para o corte de uma superfície com 4 a 5 m de extensão, são necessárias cinco a seis cunhas em furos coplanares e paralelos. Para matacões com mais de 100 m³, o rompimento é efetuado através de explosivos, normalmente pólvora negra, carregada em apenas um ou dois furos tamponados.

Um aspecto a salientar é que os depósitos sob forma de matacões têm vida útil bastante limitada, salvo algumas raras exceções. Em muitos casos, grande parte dos matacões não são aflorantes, sendo detectados e expostos somente após grande remoção de solo. Isto dificulta a previsão de produção da lavra, trazendo como consequência o planejamento com horizonte de curto prazo e freqüente constrangimento na área comercial para a empresa.

3.2 Lavra de Maciços Rochosos

Os componentes funcionais da operação de lavra de maciços rochosos incluem degraus, praça principal, praças secundárias, pistas, rampas e frentes. Os degraus representam a figura elementar da exploração, definida pela altura e topo da bancada que sofrerá desmonte. A praça principal é o espaço onde se efetua o esquadreamento final dos blocos e as operações necessárias para seu transporte, localizando-se normalmente na base da pedreira. As praças secundárias destinam-se às operações funcionais de apoio ao desmonte. As pistas e as rampas constituem as vias de ligação entre as praças, sendo as pistas trafegadas por veículos de rodas pneumáticas, e as rampas apenas por veículos de esteiras. A frente geral é definida como o limite amplo da lavra, enquanto a frente de exploração é aquela atacada num determinado momento.

Os principais elementos geométricos da lavra, que definem itens de interesse econômico para o aproveitamento de uma jazida, são as bancadas e os níveis. As bancadas constituem unidades primárias, que caracterizam os volumes elementares destacados no maciço, antes do esquadreamento dos blocos. Os níveis representam partes ou porções do jazimento delimitados por planos horizontais/sub-horizontais, com autonomia funcional para todas as operações de lavra e autonomia econômica frente à infra-estrutura instalada.

Para qualquer configuração de lavra em maciços, o material estéril pode compor coberturas e/ou intercalações. As coberturas são removíveis integralmente ou por lotes, para posterior reposição, enquanto as intercalações devem ser eliminadas durante os trabalhos de lavra.

Nas lavras de base ou pé de encosta dos relevos, o acesso é fácil e direto, sem necessidade de rampas. Pode haver interação desfavorável da cava com o lençol freático, além de problemas de estabilidade dos taludes. O impacto paisagístico é

reduzido e controlado por mascaramento da frente de trabalho. O mascaramento pode ser praticado com linhas de vegetação arbórea ou pequenos relevos artificiais, compostos por material da pedreira (rejeitos) e cobertos com solo e vegetação.

Nas lavras de meia encosta, o impacto paisagístico é significativo, devido à maior visualização da frente de trabalho. Os acessos são sinuosos, com rampas abertas na encosta. A recuperação da área é mais difícil e onerosa, como também mais complicado o bota-fora de rejeitos.

Nas lavras de topo são maiores os custos de implantação e os problemas técnicos da operação. O impacto paisagístico é, no entanto, geralmente menor que o das lavras de meia encosta, tendo-se melhores condições para a evolução descendente da cava.

A configuração da lavra de maciços rochosos é basicamente determinada pela inclinação do terreno. Para superfícies horizontais/sub-horizontais, características de planícies e de platôs elevados, a cava pode ser do tipo fossa ou do tipo poço. Para superfícies com grau de inclinação mais acentuado, definidas nos relevos de terrenos acidentados, a lavra pode evoluir por desabamento ou por tombamento do material da encosta.

3.2.1 Lavra Tipo Fossa e Poço

As lavras do tipo fossa e poço permitem aprofundamento máximo de até três/quatro bancadas com altura individual de 5-6 m, quando o desmonte é efetuado por explosivos. Para materiais cujo desmonte dispensa detonações, o aprofundamento das cavas pode ser sensivelmente superior.

Nas lavras do tipo fossa, o material é acessado por rampas inclinadas que compõem o talude da cava. O impacto visual é pequeno, pois a área de trabalho só pode ser observada de

pontos elevados. Sempre existe forte interferência com o aquífero e, portanto, necessidade constante de bombeamento. A recuperação da área pode prever o aproveitamento da cava como reservatório de água, para abastecimento e/ou lazer.

Nas lavras do tipo poço, as rampas laterais possuem forte inclinação. Essa configuração torna as operações mais onerosas e deve ser, portanto, a última opção. A pesquisa geológica é difícil e baseada, sobretudo, em sondagens. Os problemas de inundação da cava e estabilidade dos taludes são ainda maiores que os da lavra do tipo fossa. O trabalho é perigoso pelo exíguo espaço de manobras e pelas eventuais denotações, com acidentes sérios mais freqüentes associados a quedas e atropelamentos.

A evolução das cavas em fossa e poço pode dar origem a uma lavra subterrânea, através de galerias abertas a partir do nível do piso. Essa opção é praticada apenas para materiais excepcionais devido aos elevados custos de operação. Sua execução não admite desmonte com explosivos, restringindo-se, portanto, a rochas como mármore e granitos pobres em quartzo.

3.2.2 Lavra por Desabamento

Em terrenos acidentados com ocorrência de rochas muito valorizadas, mas afetados por sistemas complexos de fraturamento, a lavra pode ser praticada por desabamento. O método consiste no desabamento amplo ou seletivo dos maciços, para posterior seleção e corte dos fragmentos maiores, visando-se obter blocos (Figuras 2 e 3). Lavras por desabamento amplo são praticadas na Itália (Palma), tendo-se ainda exemplos de desabamento seletivo conhecidos na Finlândia.

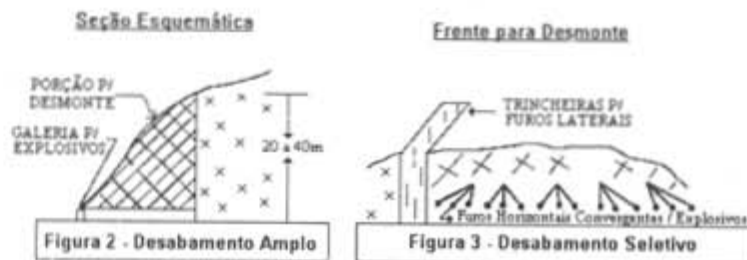
A lavra por desabamento amplo tem maior importância apenas histórica, pois o método foi extensivamente aplicado

para mármore antes do advento dos fios helicoidais na década de 20. Operacionalmente, grandes cargas de explosivos são colocadas em galerias de pequeno diâmetro, gerando-se pela detonação uma enorme quantidade de material fragmentado, bem como alguns blocos grandes e informes. O volume do bota-fora atinge até 150% do desmontado, com recuperação de apenas 10 a 15%.

A energia sísmica resultante é elevada, tornando grande o risco de desmoronamentos não controlados. A segurança é, portanto, bastante precária, a produção descontínua e o impacto ambiental enorme, observando-se tendência ao abandono do método. Nos granitos de Palma, os registros apontam desmontes de até 5000m³ de rocha a cada detonação. Também na Itália, anotava-se produção de 70.000t/ano de paralelepípedos para calçamento, por desabamento amplo.

Na lavra por desabamento seletivo, desmontam-se porções específicas de um maciço, com as mesmas restrições e problemas operacionais do desabamento amplo. A mecanização é, no entanto, bem mais elevada pela necessidade de perfuratrizes, máquinas para arraste dos blocos e equipamentos para instalação de praça sobre os rejeitos.

LAVRA POR DESABAMENTO

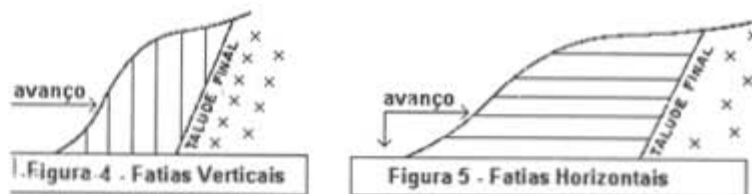


3.2.3 Lavra por Tombamento

Para terrenos menos fraturados, a lavra de maciços em relevos pode ser mais apropriadamente efetuada por tombamento, através de fatias verticais ou horizontais (Figuras 4 e 5), dependendo do gradiente topográfico da encosta. As fatias horizontais são recomendadas, quando o relevo tem baixa a média inclinação (até 40°); enquanto as fatias verticais são aplicadas onde a superfície de terreno é limitada e o relevo muito inclinado.

LAVRA POR TOMBAMENTO

seções esquemáticas



Método de Fatias Verticais - admite o tombamento integral de uma fatia individual e o tombamento fracionado de subníveis de cada fatia (Figuras 6 e 7). Em ambos os casos, exige-se um

ótimo controle da furação vertical, que pode sofrer desvios significativos para painéis que atingem altura superior a 10-12 m. A movimentação de equipamentos no topo das fatias é limitada, mencionando-se que o tombamento promove a eliminação do material de má qualidade, fisicamente, pelo impacto no solo.

FATIAS VERTICAIS
seções esquemáticas



Método de Fatias Horizontais - pode ser configurado através de bancadas baixas, bancadas altas e degraus. Neste último caso segundo degrau único, degraus múltiplos curtos, degraus múltiplos largos e degraus únicos sucessivos, conforme a seguir:

- Bancadas baixas - nesta configuração a altura da bancada corresponde a uma das dimensões do bloco final (3,0 m ou 1,5 m ou 1,8 m), que é diretamente recuperado do maciço (Figura 8). O fraturamento não pode ser intenso, e o material deve ser preferencialmente homogêneo, a fim de evitar processo de seleção. Visando-se a adequação às fraturas e outros defeitos existentes, as frentes de produção podem ser modificadas, sendo que o avanço paralelo às fraturas permite melhor recuperação na lavra. A mecanização é favorecida pelo maior espaço para operações, com menor índice de acidentes envolvendo quedas. As frentes são normalmente extensas e contínuas, não havendo paralisações na lavra. Os volumes de rejeitos não são elevados e o impacto visual pode ser minimizado, através de recuperação da área concomitantemente ao avanço da lavra. A maior extensão

horizontal possibilita desenvolvimento para lavra em fossa ou poço.

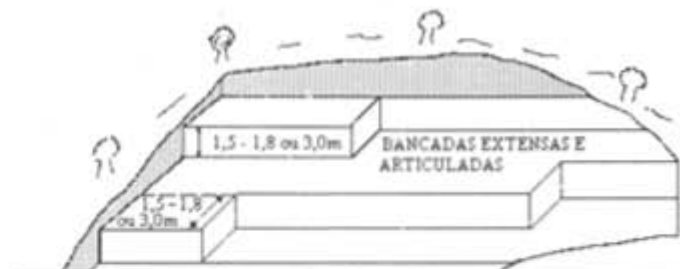


Figura 8 - Bancadas baixas

- Bancadas altas (método finlandês) - nesta configuração desdobram-se blocos primários, secundários e terciários (finais), através de diferentes técnicas de corte de rocha (Figura 9). O bloco primário tem altura de 6 a 8 m, ou mais amplamente de 4 a 16 m; sua espessura varia de 3 a 6 m e a largura de 15 a 40 m, atingindo assim um volume de 1.000 a 2.000 m³. A incidência de perfuração é elevada, situando-se entre 20-30 m/m³. O desacoplamento das faces traseira e basal dos blocos primários é efetuada por furação com explosivos; enquanto o das faces laterais, por fios, jato d'água ou chama. Os blocos secundários são tombados lateralmente através de cunhas mecânicas ou pneumáticas, com tombamento realizado sobre colchão de areia ou terra. A eventual quebra do bloco secundário, pelo impacto do tombamento, representa o primeiro desbaste do material de qualidade inferior. Os blocos finais são liberados com cunhas ou fios, e o seu esquadreamento observa a existência de defeitos, permitindo a eliminação efetiva de materiais não desejados.

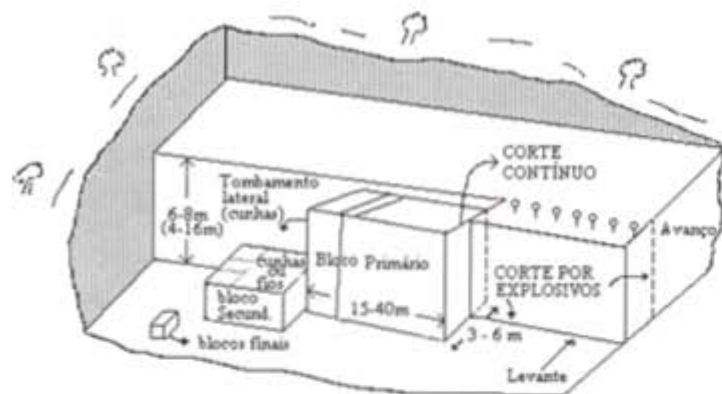


Figura 9 - Bancadas altas (Método Finlandês)

- Degrau Único - aplicável em relevos baixos, com preparação simples através de um acesso e uma praça (Figura 10A). A produtividade por m^2 de terreno é pequena, tendo-se flexibilidade de configuração e número de frentes, além de boa possibilidade de seleção de blocos. Existe grande ocupação de espaço, pois o avanço é sempre horizontal. O impacto visual é limitado, com facilidade para mascaramento. As obras de recuperação da área podem ser iniciadas durante o desenvolvimento da lavra.
- Degraus Múltiplos Curtos - aplicável para rochas coerentes, com expressão vertical em morfologia acidentada (Figura 10B). A configuração das frentes de trabalho é razoavelmente flexível, permitindo seleção do material. A produtividade por m^2 é média a alta, e a produção pode ser elevada. O impacto paisagístico é considerável e a recuperação do terreno problemática.
- Degraus Múltiplos Largos - aplicável em relevos pouco íngremes (moderados), permitindo a abertura de uma praça independente em cada bancada (Figura 10C). A configuração das frentes de trabalho é flexível, o que possibilita seleção de

materiais. A produtividade por m^2 de terreno é baixa a média, podendo ser grande a produção. O impacto paisagístico não é elevado e a recuperação da área pode ser antecipada durante a lavra.

- Degraus Únicos Sucessivos - aplicável em relevos fortes de topo achatados (Figura 10D). O avanço da lavra é descendente, e a praça principal desloca-se para baixo com o aprofundamento da cava. A configuração das frentes é variável e, portanto, muito flexível. A produtividade por m^2 de terreno é alta, podendo ser também elevada a produção.

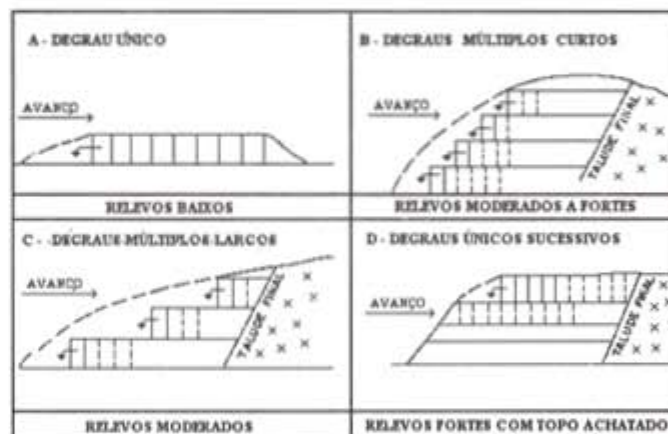


Figura 10 - Fatias horizontais/degraus: seções esquemáticas

3.3 Técnicas de Corte para Desmonte

O estabelecimento da técnica ou conjunto de técnicas para desmonte de rochas ornamentais depende das características morfológicas, litológicas, estruturais e geográficas da jazida.

Também depende dos parâmetros de economicidade da lavra, ligados principalmente à caracterização comercial do material objetivado, à escala de produção e à dimensão mínima dos blocos lavrados.

As técnicas de corte para desmonte de rochas podem ser, basicamente, enquadradas como de corte em costura e corte contínuo (Figura 11).

Regra geral, as rochas classificadas comercialmente como mármore admitem corte sem utilização de explosivos. A técnica mais utilizada é a de corte contínuo, envolvendo principalmente fios e correias. Os granitos são usualmente lavrados por corte em costura, tendo-se que variedades isentas ou pobres em quartzo admitem corte contínuo com fios.

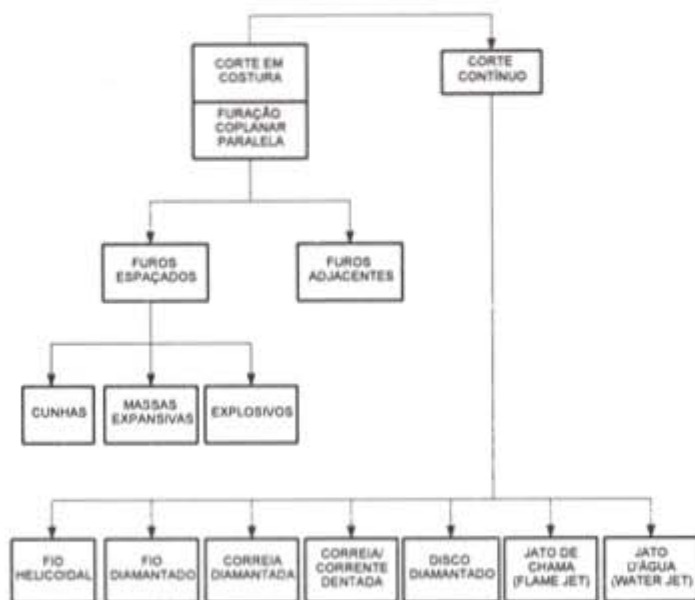


Figura 11 - Esquema das técnicas de corte para desmonte da rocha

3.3.1 Corte em costura

O corte em costura é efetuado através de furação, por meio de furos coplanares paralelos espaçados ou adjacentes. Com furos espaçados, efetua-se a ruptura física da rocha pela ação de cunhas, explosivos ou massas expansivas. Com furos adjacentes, libera-se diretamente toda a superfície desejada para desacoplamento.

a) Furos Espaçados - Explosivos

O corte em costura, efetuado por explosivos colocados em furos coplanares paralelos com pequeno espaçamento, é aplicável em planos horizontais (fogo de levante) e verticais (fogo de avanço e lateral), podendo-se realizar o desacoplamento simultâneo de superfícies ortogonais contíguas (Figura 12). O espaçamento entre os furos é de 20 a 40cm, correspondentes a 8-10 vezes o diâmetro do furo, com incidência média de furação de 4-5 m/m².

O tipo de explosivo é variável, utilizando-se frequentemente a pólvora negra, bem como nitrato de amônia (salitre, adubo), cordel detonante (NP-5 e NP-10) e cartuchos de explosivos lentos. O afastamento lateral produzido pela detonação, no desacoplamento de um bloco, deve ser de 10 a 50cm. Os explosivos, preferencialmente, não devem ter velocidade de denotação superior a 4.000 m/segundo. A carga específica para cordel e cartuchos pode variar de 2 a 10g/t de rocha, não devendo exceder 20g por metro de furo.

O plano de fogo, o tipo de explosivo e a sua carga devem ser cuidadosamente formulados, com vistas a evitar microfissuração e fraturamento da rocha. Não existe uma regra geral, e o melhor plano de fogo precisa ser definido empiricamente para cada local, pois a reação das rochas frente à detonação pode variar até em um mesmo maciço.

Em muitas pedreiras de granito aproveita-se o fraturamento horizontal ou sub-horizontal, decorrente do processo de "acebolamento" natural da rocha, como plano de base das bancadas. Quando tais descontinuidades naturais não se manifestam, pode-se executar furos horizontais de levante de longo alcance, detonando-se com pólvora negra numa razão de carregamento (até 50 g/m^3) suficiente apenas para o rompimento da rocha.

Deve-se, por fim, salientar que a detonação simultânea em três faces ortogonais contíguas (uma horizontal e duas verticais) impõe uma alta razão de carregamento que pontencializa o risco de surgimento de fissuras. Portanto, aplicam-se explosivos somente em duas faces ortogonais (horizontal de base e vertical de traseira), liberando-se a terceira face lateral através de trincheira aberta, por exemplo, com *flame jet*. Dessa forma, a rocha absorve melhor o impacto da detonação, e o resultado do fogo é mais preciso.

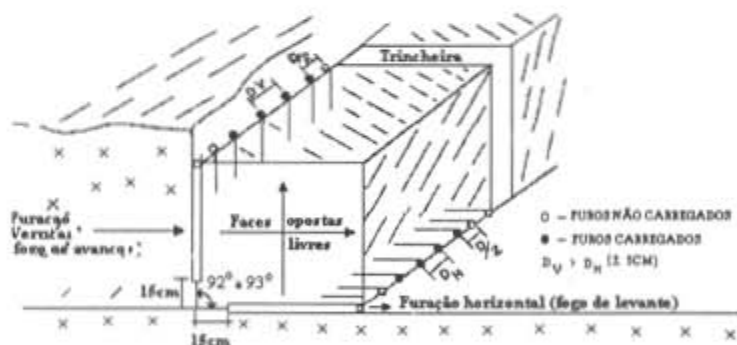


Figura 12 - Seções esquemáticas de um bloco para desmonte com explosivos (cordel detonante ou cartuchos)

b) Furos Adjacentes

O corte em costura por furação coplanar adjacente promove a liberação de planos verticais. Os furos são abertos com marteletes ou hastes rotativas, acoplados a máquinas pneumáticas de até três perfuratrizes, que executam operação simultânea, deslocando-se sobre cremalheiras.

Dependendo do equipamento, o diâmetro dos furos pode ser de até 60 mm. Brocas especiais permitem o aumento do diâmetro na base dos furos, para facilitar o tombamento do bloco. A velocidade de avanço da furação para os equipamentos pneumáticos é de 40 a 50 cm/minuto, com produtividade média de 1 a 1,2 m^2/hora .

Esse tipo de corte é recomendado para granitos movimentados sensíveis a impactos, mas exige um ótimo controle de furação e demanda técnicas complementares, para a liberação de planos horizontais.

3.3.2 Corte contínuo

O corte contínuo libera para desacoplamento, sem furação, toda a superfície desejada, através de equipamentos com fios helicoidais, fios diamantados, correias dentadas/diamantadas, discos diamantados, jato de chama e jato de água.

a) Fio Helicoidal

O fio helicoidal presta-se ao corte de mármore, promovido por três fios trançados que compõem o helicóide. O fio helicoidal, puxado por um motor, corre através de roldanas a uma velocidade de 10-15 m/segundo e sob tensão de 150 a 250 kg. O plano de corte é orientado através de poços, furos de grande diâmetro e trincheiras laterais, por onde se introduz o fio para início do corte.

Para maximização do avanço e resfriamento do fio, utiliza-se polpa abrasiva de água com areia. A areia deve ser essencialmente quartzosa e com grãos angulosos, de diâmetro entre 0,1 e 1,0 mm (90% entre 0,1 e 0,5 mm e 10% entre 0,5 e 1,0 mm). A mistura da polpa deve manter constante uma proporção em peso, de 70% de água e 30% de areia.

A trança helicoidal presta-se ao transporte da polpa abrasiva. A cada intervalo de 5-6 m do fio, o helicóide é invertido, visando-se homogeneizar a distribuição da areia, evitar desvios de plano de corte e minimizar o desgaste diferencial do próprio fio. No princípio do corte, utilizam-se de 6-8 litros de água/minuto e de 2-3 kg de areia/minuto, reduzindo-se progressivamente essa alimentação até 50% do inicial, no final do corte.

A velocidade do corte é de 1 a 2 m²/hora, observando-se o equilíbrio adequado entre velocidade e desgaste do fio. Em função da área de corte, seleciona-se o fio com diâmetro mais apropriado, tendo-se o de 3,5 mm para cortes pequenos, o de 4,5 mm para cortes médios e o de 6,0 mm para cortes maiores.

Os dados sobre peso e consumo dos fios são sumarizados no Quadro III, abaixo, ressaltando-se que a velocidade de corte (1-2 m²/hora) é equivalente para os três tipos grafados.

Quadro 3 - Dados sobre peso e consumo dos fios

Tipo de Fio	Peso	Consumo (m/m ²)	Consumo (kg/m ²)
3,5 mm	0,05	20	1,0
4,5 mm	0,09	11	0,99 (1)
6,0 mm	0,16	6,2	0,99 (1)

O critério de seleção leva em conta a metragem de fio necessária para uma determinada área de corte, pois o consumo em peso e a velocidade de corte são equivalentes para os três tipos de fios disponíveis. Como ilustração, é exemplificado no Quadro 4, a seguir, um corte de 100 m².

Quadro 4 - Exemplo de um corte de 100 m²

Tipo de Fio	Área de Corte (m ²)	Consumo de Fio (m)	Consumo de Fio (kg)	Tempo de Corte (h)
3,5 mm	100	2000 (20x100)	100 (1,0x100)	50-100
4,5mm	100	1100 (11x100)	100 (0,99x100)	50-100
6,0	100	620 (6,2x100)	100 (0,99x100)	50-100

b) Fio Diamantado

O fio diamantado presta-se ao corte de mármore e de rochas silicatadas (granitos) pobres em quartzo, para planos horizontais e verticais. A velocidade média de corte é de 2,5 m²/hora em granitos e de até 15 m²/hora em mármore, portanto bem mais elevada que a dos fios helicoidais.

O diâmetro das pérolas diamantadas corresponde ao diâmetro máximo dos fios, podendo variar entre 9 e 11 mm. Nos fios para granitos, as pérolas são colocadas com uma frequência de 40 por metro (2,5 em 2,5 cm); tendo-se uma frequência de 33 por metro (3,0 em 3,0 cm) nos fios para mármore.

O consumo dos fios depende da tensão aplicada e da velocidade de deslocamento, atingindo-se 1 m/30 m² em mármore e 1 m/4 m² em granitos. O custo operacional situa-se ao redor de US\$125/m² em granitos e US\$ 25-30/m² em mármore.

A utilização de fios diamantados mostra uma ótima produtividade, tanto pela velocidade de corte quanto pelo melhor esquadramento dos blocos, com menores perdas na lavra e no beneficiamento. Evidenciando-se a aplicabilidade do fio diamantado a uma rocha de interesse, recomenda-se a sua utilização, pois o custo dos equipamentos não é muito elevado e proporciona rápido retorno do investimento. Tal aplicação deve ser preferencialmente condicionada a pedreiras que já tenham certo desenvolvimento, nas quais os aspectos mercadológicos e

técnicos da rocha estejam suficientemente definidos, com configuração de bancadas planejadas e iniciadas.

c) Jato d'Água

A técnica de jato d'água, *water jet*, é aplicável para rochas com textura sacaróide, do tipo granular ou granoblástica, pois o corte se processa por arranque (escarificação) dos grãos. O corte por jato d'água tem sido utilizado notadamente para arenitos, considerando-se importante a definição de aplicabilidade para quartzitos e migmatitos (granitos movimentados), que são rochas muito sensíveis à detonação e normalmente refratárias ao uso de fios.

Para o corte da rocha, a pressão do jato d'água operada de 100 a 300 MPa, sendo a precisão e rendimento proporcionais à pressão. O jato pode funcionar com água pura ou com água e abrasivos (areia e outros), tendo-se que a distância do bico de jato até a rocha pode variar de 2 cm até no máximo 10 cm.

A velocidade de corte pode atingir 3,5 m²/hora em rochas silicosas e silicatadas, tendo-se na França uma produção de até 15 m²/hora em arenitos impuros. Jatos oscilantes permitem cortes profundos, devido à possibilidade de penetração da lança que suporta o bico de jato.

O corte por jato d'água ainda não é largamente difundido, mas deverá se consolidar em futuro próximo. Sua maior vantagem é a grande precisão, importante sobretudo para materiais excepcionalmente valorizados.

Existem equipamentos de jato d'água fabricados na França, Itália e USA. Por exemplo, o equipamento da empresa Italiana S.R.L. (Itália), apresentado na penúltima edição da Feira de Carrara (1994), tem peso de 100 t e preço na faixa dos US\$ 300.000, permitindo cortes de até 8 m de profundidade em planos verticais e horizontais.

d) Jato de Chama

O corte por jato de chama, *flame jet*, é muito utilizado para a iniciação de uma pedreira, ainda na fase de pesquisa. O investimento é dos mais baixos, sendo os equipamentos, de fácil manuseio e transporte, recomendados em terrenos muito irregulares.

Nas pedreiras mais modernas, o corte por jato de chama é utilizado apenas para cortes cegos de abertura lateral (trincheiras) das bancadas. A técnica só pode ser aplicada em rochas silicatadas e preferencialmente homogêneas, pois o corte é promovido através de dilatação térmica diferencial, por crepitação dos silicatos e, sobretudo, do quartzo. Concentrações de minerais máficos e vesículas de quartzo, que caracterizam heterogeneidades texturais, podem sofrer vitrificação e prejudicar o corte.

Através da lança que suporta o bico de chama, executam - se cortes com até 8 m de profundidade, sendo de 8 a 10 cm a espessura do corte. Pela ação do calor, ficam prejudicadas as duas bandas laterais ao corte, havendo assim perda de uma faixa com espessura variável entre 30 e 35 cm.

Idealmente trabalha-se na faixa de 4 a 5 m de profundidade, evitando-se superaquecimento sobretudo no acabamento de "canto" (encontro de planos ortogonais de corte) a maiores profundidades. A utilização de água simultaneamente à abertura do corte resfria as paredes, permitindo evitar maiores perdas laterais.

Os equipamentos funcionam com oxigênio (2.500°C) ou com óleo diesel e ar comprimido (1.500°C), sendo manejados por dois operadores. A velocidade média de corte é 1,2 m²/hora, com uma produtividade de 0,6 m²/hh para mão-de-obra.

Na Europa os custos operacionais (equipamentos, combustível e mão-de-obra) são de US\$100/m². Os problemas

de aplicação relacionam-se ao alto nível de ruído (130 a 140 decibéis), calor e produção elevada de pó.

e) Cortadoras de Correia

As cortadoras de correia e corrente têm braços com 2 a 3 m de comprimento, sendo aplicáveis para mármore. Os equipamentos efetuam cortes verticais e horizontais, com 3 a 5 cm de espessura, a uma velocidade de 3 a 6 m²/hora. O custo desses equipamentos situa-se entre US\$ 50.000 e US\$ 80.000.

4. BENEFICIAMENTO

O beneficiamento das rochas ornamentais refere-se ao desdobramento de materiais brutos, extraídos nas pedreiras em forma de blocos ou, em alguns casos (quartzitos e ardósias), como placas.

Os blocos, com dimensões normalmente variáveis de 5 m³ a 10 m³, são beneficiados sobretudo através da serragem (processo de corte) em chapas, por teares e talha-blocos, para posterior acabamento e esquadreamento até sua dimensão final.

A serragem é convencionalmente processada em chapas com 1 cm, 2 cm e 3 cm espessura, atingindo-se até 6 cm de espessura em função do uso especificado para o material.

Os teares são melhor utilizáveis para os blocos maiores, na produção de chapas com 2 cm e 3 cm de espessura. Os talha-blocos são indicados para blocos menores ou informes, anti-econômicos nos teares, na produção de chapas e tiras com 1 cm de espessura ou peças com mais de 3 cm (espessores).

A serragem nos teares é executada através de um quadro com fixação de lâminas de aço paralelas, que desenvolvem movimentos retilíneos, pendulares ou curvo-retilíneo-curvo sobre a carga. Nos talha-blocos a serragem é efetuada por discos diamantados, com diâmetros variados e capacidade para cortes de até 1,20 m.

4.1 Teares

O processo de serragem nos teares é auxiliado por uma polpa de água, cal e granalha, despejada continuamente sobre a carga, para otimização do corte e resfriamento das lâminas.

A carga pode ser composta ou por bloco único ou por blocos casados, chamando-se de "rolha" o bloco de pequena largura acoplado ao bloco maior e utilizado como complemento de carga em algumas serradas. Os blocos podem ter até 2 m de altura, correspondente à largura máxima admitida para as chapas nas politrizes, e até 4 m de comprimento.

Idealmente não se pode serrar, na mesma carga, blocos com alturas diferentes, materiais com diferentes durezas e chapas com diferentes espessuras, pois provoca-se assim, desgaste diferencial das lâminas, vibração do equipamento, má planicidade das chapas e até fragmentação do material.

Ainda nas pedreiras, o afeiçoamento ou esquadrejamento preliminar dos blocos, através de equipamentos monolâmina ou com fios, otimiza a serrada posterior nos teares, possibilitando uma padronização nas dimensões dos blocos, melhor acoplamento ou rejuntamento (chumbamento) dos blocos na carga, maior produtividade por m³ e menor produção de rejeitos (cascões) derivados da serragem.

As lâminas de aço dos teares são tensionadas manualmente, através de cunhas, ou automaticamente, por tensores hidráulicos. O tensionamento fraco implica ondulações longitudinais das lâminas, provocando má planicidade das chapas e menor velocidade de corte. O tensionamento excessivo produz encurvamento transversal das lâminas, acarretando sulcos nas chapas.

Os teares mais modernos dispõem de equipamentos que controlam automaticamente a alimentação e mistura da polpa abrasiva, pois a alimentação deve ser constante, e a viscosidade não pode ser excessiva.

A granalha utilizada na polpa abrasiva, misturada com água e cal, é de aço e deve ter, idealmente, diâmetro entre 0,7 mm e 1,2 mm, sendo 30% esférica e 70% angular. Testes com granalha de alumina já foram efetuados no EUA,

desconhecendo-se, até então, os índices técnicos e econômicos obtidos como resultado da experimentação.

Desdobram-se em média 32 m² de chapas com 2 cm de espessura ou 49 m² com 1cm de espessura, por m³ de rocha serrada nos teares. Dependendo do melhor esquadrejamento do bloco ou blocos, pode-se chegar a 35 m² de chapa com 2 cm de espessura, e 55 m² de chapa com 1 cm de espessura.

A velocidade de avanço do corte em teares com lâminas de aço, situa-se ao redor de 20 - 30 cm/h para mármore e 2 cm/h para granitos. A velocidade de avanço do corte em teares com lâminas diamantadas pode chegar a 50 - 60 cm/h nos mármore e 4 cm/h em granitos.

Teares diamantados para granitos trabalham com lâminas de perfil longitudinal bicôncavo. Tais equipamentos são mais econômicos para cortes de chapas com espessura igual ou superior a 6 cm.

Teares mais modernos, com grande capacidade de carga (até 20 m³) e alta velocidade de movimentação do quadro de lâminas, produzem até 3.500 - 4.000 m²/mês em granitos.

Os teares brasileiros ainda não competem em qualidade e produtividade com os teares italianos. Essa constatação é justificada por três fatores principais :

- maior tecnologia embarcada nos teares italianos;
- baixa qualificação da mão-de-obra brasileira na operação e manutenção dos equipamentos; e
- condições e controle inadequados de instalação dos teares nas unidades de beneficiamento brasileiras.

Nestes termos, se os dois últimos fatores citados não forem controlados, diminuirão tanto a produtividade quanto a qualidade esperadas para teares instalados no Brasil.

4.2 Talha-Blocos

Talha-blocos são equipamentos de serragem com discos diamantados, capacitados para cortes de grande profundidade, cuja maior utilização é voltada para produtos padronizados (lajotas). Os equipamentos com discos diamantados para cortes mais rasos são chamados talha-chapas e muito utilizados nas marmorarias.

Existem basicamente três tipos de talha-blocos:

- mono-disco, para cortes de grande diâmetro;
- mono-eixo/multi-discos, para discos de mesmo diâmetro ou dois diâmetros diferentes; e
- multi-eixo/multi-discos, com discos de diâmetro crescente posicionados em linha.

Os talha-blocos mais modernos, tanto italianos (mono-eixo) quanto alemães (multi-eixo), apresentam produtividade média em termos de m^2/m^3 , 10% superior à dos teares.

A produtividade mensal em m^2 é também superior à dos teares (50% a 100% maior), permitindo aproveitamento de materiais de primeira qualidade em blocos menores, que não seriam exportáveis, no caso do Brasil, pelo custo do frete marítimo, e que seriam ainda anti-econômicos nos teares.

Outra vantagem dos talha-blocos é que os equipamentos admitem movimentação de eixo em ângulos variados (vertical até horizontal), permitindo, portanto, diferentes formas de desdobramento dos materiais.

O custo médio de produção em talha-blocos é no entanto ligeiramente superior ao dos teares, tanto pelo preço dos equipamentos, quanto sobretudo pelo preço dos discos diamantados. Além disso, os talha-blocos não permitem a serragem de chapas grandes, do tipo *cut to size*, especialmente em alguns projetos.

Segundo os fabricantes dos talha-blocos multi-eixo, tais equipamentos apresentam vantagens em relação aos mono-eixo, destacando-se: precisão e menor espessura de corte (menor vibração); maior produtividade e rentabilidade; maior facilidade de operação para troca de discos; e possibilidade de corte simultâneo para um maior número de diferentes materiais.

Por outro lado, segundo os fabricantes dos talha-blocos mono-eixo, a performance dos equipamentos seria equivalente à dos multi-eixo, com a vantagem adicional de apresentar custos sensivelmente menores.

4.3 Acabamento de Superfícies

Após a serragem em teares ou talhas-blocos, o passo seguinte do beneficiamento é o acabamento final das chapas e outras peças, através de levigamento, polimento e lustro, ou apicoamento e flameamento com posterior esquadrejamento (no caso das chapas). O levigamento ou desbaste representa o desengrossamento das chapas, com a criação de superfícies planares e paralelas. O polimento produz o desbaste fino da chapa e o fechamento dos grãos minerais, criando uma superfície lisa e opaca. O lustro é aplicado, no sentido de se imprimir brilho à superfície da chapa, produzido pelo espelhamento das faces dos cristais constituintes da rocha.

Para polimento, o principal elemento abrasivo utilizado nos rebolos é o carbureto de silício. Os rebolos abrasivos são fixados em cabeçotes rotativos que circulam sobre a superfície

da chapa, utilizando-se um fluxo constante de água para eliminação de resíduos e refrigeração.

Os dois principais tipos de cabeçotes são o de satélite e o tangencial. Os rebolos do cabeçote de satélites são de formato cilíndrico ou sub-cônico, tendo-se movimento de rotação tanto do cabeçote quanto dos rebolos (satélites). Os rebolos do cabeçote tangencial têm formato de tijolos e são fixados em sapatas oscilantes em relação à superfície da chapa.

Os equipamentos mais utilizados para polimento de rochas ornamentais são as politrizes manuais (1 cabeçote), politrizes de ponte (1 ou 2 cabeçotes) e politrizes multicabeça (5 a 20 cabeçotes).

Os resultados do polimento e lustro são definidos pelo brilho, fechamento e espelhamento das chapas, podendo-se aferir o brilho através de acuidade visual ou com uso de aparelhos (glossmeter).

As politrizes manuais (cabritas) são ultrapassadas e proporcionam baixa produtividade e grande variação na qualidade de produtos, constituindo-se, no entanto, no tipo de equipamento ainda mais utilizado no Brasil. Nestas politrizes o operador controla diretamente todos os procedimentos, exercendo ação direta e constante sobre o equipamento para movimentação de rotação (cabeçote e rebolos) e tempo de polimento. Pela experiência e habilidade de alguns operadores, os resultados obtidos em politrizes manuais são, por vezes, superiores aos de equipamentos mais modernos.

Nas politrizes de ponte, os cabeçotes são sustentados por uma viga, que se desloca e conduz os movimentos longitudinal e transversal dos cabeçotes sobre chapas fixas. Nesses equipamentos os movimentos do(s) cabeçote(s) são menos aleatórios, permitindo maior produtividade e qualidade de acabamento.

As linhas de politrizes mais modernas, multicabeças e totalmente automáticas, permitem o processamento de chapas com até 10-15 cm de espessura e 2 m de largura, dispensando operações anteriores (levigamento) e posteriores (lustro) em outros equipamentos. Mesmo para politrizes manuais ou semi-automáticas, que demandam operações sucessivas com troca de rebolos abrasivos, é dispensável o uso de óxido de estanho (potéia), óxido de cromo, feltro e chumbo para obtenção do lustro, utilizando-se rebolos com misturas abrasivas finas e especiais já disponíveis no mercado.

Outros equipamentos específicos e, via de regra, automáticos/semi-automáticos são utilizados para apicoamento, flameamento, jateamento de areia, fresagem, esquadrejamento ou corte curvilíneo de chapas, perfurações circulares etc. Tais equipamentos prestam-se à obtenção de peças isoladas, não necessariamente padronizadas, normalmente solicitadas às marmorarias.

As técnicas de apicoamento e flameamento produzem em alguns materiais um efeito estético e prático mais interessante que o do polimento, o que amplifica a variedade de tipos utilizáveis como rocha ornamental. O flameamento não é recomendável em chapas com menos de 3 cm de espessura, pois a crepitação dos minerais provoca microfaturas que facilitam a infiltração de poluentes e aceleram o ataque físico-químico na superfície da placa.

A tendência geral de evolução tecnológica é traduzida pela automação de toda a linha de equipamentos (teares, talha-blocos, talha-chapas, mono-lâminas, politrizes etc) e pela melhor especificação dos insumos (lâminas, grelhas, abrasivos etc), voltadas para a redução do tempo e custo das operações, bem como para a melhoria dos produtos acabados. Nestes termos, teares diamantados ou de alta velocidade têm capacidade para produzir 4.000 m² de chapas/mês, enquanto politrizes multicabeças processam 15.000 m² de chapas/mês,

com equipamentos em linha que realizam, até, a embalagem das placas acabadas.

5. MERCADO

O mercado de rochas ornamentais mostra perfis específicos de demanda e é regido pela lei de oferta e procura, sendo submetido a uma certa sazonalidade ditada por modismos. Os modismos e tendências de *design* são determinados principalmente no continente europeu, pois, só a Itália, controla 50% do comércio mundial.

A sazonalidade na utilização de um ou outro grupo de materiais, acaba constituindo fator positivo para o setor, pois permite a constante modificação e atualização de uma carteira de produtos que atende ao interesse da época. Mercados como o brasileiro são positivos até em épocas de crise econômica, pois nesses períodos verifica-se uma corrida de capitais para o mercado imobiliário de alto padrão, que exige acabamento em mármore e granitos.

O grupo dos países essencialmente produtores, no qual está incluído o Brasil, exporta, sobretudo, material bruto para um conjunto restrito de países importadores. A mudança no sentido da exportação de produtos acabados demanda esforços consideráveis em investimentos humanos e financeiros. Países como a China Continental, Turquia e Índia estão desenvolvendo tais esforços, através de ações institucionais com apoio governamental.

O grupo dos países principalmente consumidores mostra acentuado desenvolvimento no setor da construção civil. Seus integrantes têm possibilidade de importar produtos acabados e contratar grandes projetos, desenvolvendo novas tendências arquitetônicas para edifícios residenciais, públicos e comerciais, *shopping centers*, aeroportos, hotéis, embaixadas, monumentos, arte funerária etc.

O grupo dos produtores/consumidores é integrado por países com tradição formal no setor de rochas ornamentais, historicamente envolvidos com exportação de produtos, em geral beneficiados. O principal fator de sua distinção está relacionado ao controle de tecnologias de lavra, beneficiamento e aplicação, absorvidas e desenvolvidas ao longo do tempo, em base de sua própria cultura de extração e utilização dos materiais.

Mundialmente a Itália é a maior produtora (7 milhões t/ano, sendo 1,5 milhões t em granitos), maior importadora de material bruto (somente do Brasil absorve 60% e 70% das exportações, respectivamente de granitos e mármore), maior consumidora (70kg per capita/ano) e maior exportadora de produtos acabados, com faturamento possivelmente superior a US\$ 2 bilhões/ano, sem contar a receita com venda de equipamentos e serviços.

O grupo dos dez principais países consumidores em 1993 foi integrado pela Itália, Espanha, Grécia, França, EUA, Coreia do Sul, Taiwan, Japão e China, responsáveis por 63% do consumo mundial no período. Somente a Itália, Espanha, Alemanha, Grécia e França foram responsáveis por 43% do consumo mundial em 1993, número este muito elevado, mas inferior aos 45,5% registrados para os mesmos países em 1992.

Dentre os dez principais países produtores (Itália, Espanha, Grécia, França, EUA, Coreia do Sul, China, Portugal, Brasil e Índia), sete pertencem ao grupo dos principais consumidores, atestando-se assim a ligação direta entre consumo e produção. Somente a Itália é responsável por cerca de 20% da produção mundial.

Japão e EUA, líderes da indústria da construção civil, foram responsáveis por apenas 13% do consumo mundial em 1992 e 11,8% em 1993, demonstrando que a "cultura da pedra" nesses países não é tão desenvolvida como no continente europeu e outros países asiáticos (Coreia do Sul, China e Taiwan).

Taiwan, por exemplo, ocupou a nona posição em consumo mundial no ano de 1993, apesar de possuir uma população de apenas 20 milhões de habitantes.

Projeções de consumo mundial, apresentadas no Relatório 1994 da Società Editrice Apuana, apontam incremento dos atuais 400 milhões de m² / ano para 500 milhões de m² no ano 2000. Essas projeções têm especial interesse para a indústria italiana de máquinas e equipamentos, que pode requerer suporte institucional e financeiro na pesquisa e modernização tecnológica.

Segundo o Sumário Mineral Brasileiro de Rochas Ornamentais, a produção mundial foi de 34 milhões de toneladas no ano de 1993, com crescimento de 13% em relação a 1992. As exportações mundiais totalizaram 10,5 milhões de toneladas em 1993, com incremento de 7,5% em relação a 1992.

Essas exportações mundiais envolveram 60% de materiais brutos (49,7% de granitos e 10,3% de mármore) e 40% de rochas processadas. As exportações de produtos acabados/semi-acabados cresceram cerca de 16% em relação a 1992, contra um crescimento de apenas 1,8% de granitos brutos e de 5,8% de mármore brutos. Reafirma-se, portanto, a tendência de incremento nas transações internacionais com rochas processadas.

Ainda de acordo com o Sumário, os países que se destacaram em 1993 quanto ao crescimento do volume físico total de exportações foram a Turquia (60%), Índia (39%), China (36%), EUA (23%) e Itália (11%). Os destaques no segmento de produtos acabados/semi-acabados, também quanto ao incremento das exportações, foram a Índia (130%), Alemanha (79%), Turquia (62%), China (52%) e Espanha (25%). A participação relativa da Itália no total das exportações mundiais situou-se em 45,2% (485.000 t) para mármore brutos, 2,7% (138.000 t) para granitos brutos e 45,8% (1.924.000 t) para

rochas processadas, perfazendo 24,3% do volume físico total (rochas brutas e acabadas) das exportações mundiais em 1993. A participação relativa da China nas exportações totais elevou-se de 11,8%, em 1992, para 15% em 1993.

No ano de 1993, o Brasil teria reduzido sua participação relativa na produção mundial (de 5,5% para 5,3%), nas exportações de granito bruto (de 10,5% para 9,9%), nas exportações de mármore bruto (de 2,5% para 1,6%) e no volume físico do intercâmbio mundial (de 6% para 5,4%). Esse desempenho posicionou o Brasil como quinto maior exportador mundial de rochas em volume físico, atrás da Itália, China, Índia e Espanha e à frente da África do Sul, Turquia, Portugal, Coreia do Sul, Grécia, Finlândia e Alemanha. Quanto às exportações de granitos brutos, o Brasil colocou-se em quarto lugar, atrás da China, Índia e África do Sul.

Apesar do incremento de 52% nas exportações de rochas processadas em 1993, a participação relativa do Brasil nesse segmento de mercado situou-se em apenas 0,8% das transações mundiais, bastante aquém da posição da China (11,1%), Índia (3%) e Turquia (8,1%), que são nossos mais diretos concorrentes no mercado internacional.

6. SITUAÇÃO BRASILEIRA

Em 1993 a produção brasileira de rochas ornamentais atingiu aproximadamente 2.000.000 t, 80% da qual relativa a granitos. Do total desta produção, cerca de 800.000 t foram exportadas, e os granitos responderam por 95% das exportações, com cerca de 90% correspondente a material bruto (blocos). A Itália absorveu 60% das exportações, tendo-se canalizado para a Europa 70% do total exportado.

Existem mais de 1.000 lavras ativas no Brasil, nas quais são extraídos entre 400 e 500 diferentes tipos comerciais de rochas, incluindo granitos, mármore, travertinos, quartzitos, ardósias e serpentinitos. Estima-se que estejam em operação aproximadamente 1.200 teares, 900 trabalhando com granitos e 300, sobretudo, com mármore.

A região Sudeste do Brasil detém a liderança nacional no setor de rochas ornamentais, respondendo por 80% da produção, concentrando o maior parque de transformação e comercialização da América Latina, bem como embarcando a quase totalidade das exportações. O Estado do Espírito Santo é responsável por 30% da produção nacional, concentra 50% dos teares brasileiros e processa cerca de 60% de nossas exportações. Minas Gerais é também responsável por cerca de 30% da atual produção brasileira, tendo-se que aproximadamente 40% de nossas exportações correspondem a granitos lavrados no Estado.

Considerando-se a produção e exportação assumidas pelo Brasil, conclui-se que o mercado interno movimentou 1,2 milhões de t em 1993. O consumo interno é, portanto, de apenas 8kg/ano per capita, quase 10 vezes inferior ao de alguns países da Europa. Tal desempenho é devido não só ao poder aquisitivo, mas também a uma base técnica e profissional

ainda inconsistente para a correta divulgação e utilização das rochas ornamentais nas paisagens urbanas.

A fraca participação brasileira (3% em faturamento) no mercado mundial, está condicionada ao seu perfil de exportações, calcado em materiais brutos (blocos), que agregam valores menos expressivos na comercialização. Nestes termos, estima-se que os 10% de produtos acabados/semi-acabados exportados, incluindo-se no caso os chamados blocos bem esquadrejados, possivelmente responderam por 40% do faturamento (US\$80 milhões) em 1993, enquanto os 90% de materiais brutos, por 60% desse faturamento (US\$120 milhões). Salienta-se que esses dados não são compatíveis aos números oficiais publicados.

Com a abertura de mercado e a redução (para zero) das alíquotas de imposto de importação de rochas em 1993, cresceram expressivamente as importações de chapas lustradas, sobretudo de mármore e travertinos. No 5º Salão Internacional de Granitos e Mármore, realizado em março/95 na cidade de São Paulo, cerca de 50%-60% dos materiais expostos eram importados, destacando-se os mármore procedentes da Itália, Espanha, Portugal e Grécia. Informações do DNPM apontam intenção de empenho para importações de US\$50 milhões em 1995, o que deverá afetar negativamente a comercialização de rochas brasileiras no mercado interno e também nos países do MERCOSUL.

Pelos dados oficiais publicados no Sumário Mineral Brasileiro, nossas exportações teriam totalizado, em 1993, 564.000 t, com faturamento de US\$95 milhões. As rochas brutas (blocos) representaram 94,2% em peso do total exportado, anotando-se que os 5,6% de rochas processadas responderam por 25% do faturamento. As estimativas efetuadas pelo DNPM para o ano de 1994 indicam exportações de 627.000 t (584.000 t de blocos e 43.000 t de rochas processadas) que teriam gerado US\$117,3 milhões. O

faturamento real com exportações deve, no entanto, ter excedido US\$200 milhões já em 1993.

Os países do MERCOSUL absorveram apenas 1% do volume físico das exportações brasileiras em 1993, respondendo por 2,1% do nosso faturamento. Em valor, o MERCOSUL representou 6,3% do faturamento com exportações de rochas processadas, atrás apenas dos EUA (51,4%) e à frente do México (6%), Alemanha (5,5%), Itália (4,2%) e Japão (3,9%).

Os dois maiores mercados potenciais sul-americanos para as rochas ornamentais brasileiras estão representados pela Argentina e Chile. A Argentina, já integrada ao MERCOSUL, passa por um momento econômico difícil que se reflete no setor de rochas ornamentais, pois a indústria da construção civil registrou queda de 25% entre 1990 e 1992. O Chile tem forte tradição mineira e poderá transformar-se em importante centro produtor na América do Sul, principalmente, de mármore. Assim como observado no Brasil, a abertura econômica e a queda das tarifas alfandegárias na Argentina e no Chile deverão incrementar o aporte de rochas da Itália, Espanha, Portugal, Grécia, Turquia etc., com conseqüente prejuízo das exportações brasileiras.

O consumo aparente estimado de rochas ornamentais no Brasil foi de 1,29 milhões de toneladas em 1993 e 1,42 milhões de toneladas em 1994, a partir do que pode-se calcular transações anuais da ordem de US\$ 800 milhões apenas no mercado interno. Tais quantitativos traduzem o caráter econômico ainda predominantemente informal do setor de rochas ornamentais brasileiro, no qual as transações comerciais internas e externas devem de fato globalizar valores muito superiores àqueles normalmente veiculados.

O setor de rochas ornamentais brasileiro vive uma contradição, pois os números normalmente mensurados dificultam o seu credenciamento como beneficiário de ações

institucionais e incentivos governamentais. O surgimento de várias feiras especializadas, a abertura recente de numerosas frentes de lavra e o enorme movimento de processos legais no DNPM atestam que as rochas ornamentais constituem um fato novo e muito importante na atividade minero-industrial brasileira. É fundamental, portanto, que se estabeleçam mecanismos efetivos de avaliação de desempenho, e que o setor seja doravante adequadamente nucleado como tema de análise e estudos técnico-econômicos.

7. AÇÕES INSTITUCIONAIS

O empresariado e o governo brasileiro não se credenciaram mutuamente como parceiros na questão das rochas ornamentais, não estando ainda suficientemente articulados e nem possuindo uma visão integrada do setor em âmbito nacional e internacional. Julga-se, assim, bastante oportuno o trabalho recentemente iniciado pelo Grupo Temático de Rochas Ornamentais do Ministério de Minas e Energia, a nível do Plano Plurianual para o Desenvolvimento da Mineração Brasileira.

Para a elaboração do referido Plano, o setor de rochas ornamentais foi pela primeira vez contemplado como tema específico de abordagem. Trata-se, portanto, de uma oportunidade muito significativa para o estabelecimento de política setorial própria, desatrelada de outros segmentos minero-industriais e com identidade no cenário sócio-econômico nacional, capaz de promover efetivamente a alavancagem brasileira no mercado internacional.

O relatório do Grupo Temático, elaborado para o Ministério das Minas e Energia (MME) em julho/94, incluiu campos de abordagem referentes a Bases de Apoio Geológico, Desenvolvimento Tecnológico, Legislação Mineral, Tributação, Condições de Transporte, Infra-estrutura Primária, Meio Ambiente, Condições Portuárias, Desenvolvimento Gerencial e Empresarial, Formação de Mão-de-obra, Bases de Comercialização e Estratégias de Marketing.

Os posicionamentos do Grupo Temático foram alicerçados em uma ampla pesquisa nacional de opinião e em contribuições fornecidas por todas as entidades representativas do setor no Brasil. Os princípios adotados orientaram-se para a mudança do perfil de negócios brasileiros, com fortalecimento do mercado interno e incremento das exportações de produtos acabados e semi-acabados.

Algumas ações prioritárias de curto prazo foram especificadas, destacando-se: a criação de um grupo de trabalho no Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM, visando a agilização dos processos e impedimento da imobilização especulativa de áreas; a adequação dos dispositivos legais para lavra, através de um Regime de Permissão que introduza parâmetros técnicos e legais próprios para pesquisa e extração de rochas ornamentais; a reformulação das bases tributárias vigentes, visando desonerar o empresariado do setor, reduzindo-se alíquotas de impostos e taxações incidentes sobre máquinas, equipamentos, materiais de consumo e rochas, comercializadas no mercado interno e externo; e a criação do Programa de Desenvolvimento do Setor de Rochas Ornamentais Brasileiro.

Ações de médio e longo prazos foram remetidas ao Programa, que deverá ser formalizado através de portaria do DNPM e atuará juntamente aos ministérios de Minas e Energia (MME), Indústria, Comércio e Turismo (MICT), Ciência e Tecnologia (MCT), Fazenda (MF), além do SENAI, SEBRAE e ABC. Tal programa contempla, entre outras iniciativas, a elaboração do catálogo nacional de rochas ornamentais; o suporte e articulação para montagem de *stands* promocionais em feiras internacionais do setor; o suporte a missões técnico-negociais do governo brasileiro no exterior; a realização do cadastramento nacional de produtores (lavras), produtos (materiais lavrados) e indústrias do setor; a definição de canais de comercialização em mercados favoráveis para rochas processadas; a definição de termos de referência ambientais para lavra e recuperação de áreas degradadas; e a adequação de normas internacionais de caracterização tecnológica e aplicação de materiais brasileiros.

As questões referentes à tributação constituem atualmente o mais crítico e sensível ponto de abordagem para o setor brasileiro de rochas ornamentais, pois envolvem opiniões polêmicas e não consensuais entre representantes dos diferentes segmentos de atividade. Todos os parâmetros afetos

ao assunto foram detidamente analisados e cotejados para o Plano Plurianual de Mineração, tendo-se recomendado as seguintes bases tributárias:

- isenção do ICMS incidente sobre a venda de rochas na forma de produtos acabados e semi-acabados, para o mercado externo;
- isenção do ICMS incidente sobre a venda de máquinas, equipamentos materiais de consumo produzidos no Brasil, para o mercado externo;
- permissão de créditos do ICMS de todos os produtos e insumos, para a indústria nacional de máquinas e equipamentos;
- implantação da alíquota zero para importação de máquinas, equipamentos e materiais de consumo utilizados na lavra, beneficiamento e acabamento de rochas ornamentais, incluindo-se os componentes aplicados na fabricação de máquinas e equipamentos nacionais e excluindo-se teares, politrizes, fresa-pontes e calibradoras;
- manutenção de alíquota zero para o imposto de importação de rochas brutas (blocos);
- fixação do montante de tributos, para importação de rochas acabadas e semi-acabadas, cujo valor final não exceda 15% do preço FOB;
- fixação do montante de tributos para a importação de teares, politrizes, fresa-pontes e calibradoras, cujo valor final não exceda 15% do seu preço FOB, isto é, excluindo o custo de frete;
- fixação de alíquota de 10% de ICMS sobre venda de material bruto (blocos em geral), no mercado externo, destacando-se que exportações de blocos realizadas para teste de mercado,

com preço simbólico ou sem remuneração do produtor/exportador, poderiam ser, mediante comprovação, liberadas da taxaço; e

- isenção do imposto de importação incidente sobre a compra de máquinas e equipamentos usados.

Foi também enfatizado pelo Grupo Temático que as melhores perspectivas para os processadores nacionais demandarem maior quantidade de material bruto, com o objetivo de beneficiá-lo, não são traduzidas pelo atual modelo de comercialização de blocos no mercado externo, muito menos pela ampliação desse modelo. O mecanismo atual é calcado, na maioria dos casos, em contratos de exclusividade celebrados entre importadores e produtores brasileiros, o que dificulta o acesso de parte de nossos melhores materiais no mercado interno. A exportação de acabados/semi-acabados poderia ser realmente incrementada, se todas as rochas brasileiras comercializadas no mercado externo, fossem também colocadas, em padrão equivalente de qualidade, no mercado interno. Supriríamos, assim, a indústria doméstica com matéria-prima de primeira qualidade, pois não é possível que alguns de nossos melhores materiais continuem desconhecidos para os consumidores brasileiros.

Nossos mais diretos concorrentes no mercado internacional, estão implementando, com sucesso, ações institucionais de interesse para o setor, fixando metas e diretrizes através de políticas governamentais. Empresários e representantes do governo indiano, contactados na última edição da Feira de Carrara, confirmaram a existência de tais políticas, revelando estratégias de marketing e comercialização vinculadas a: elaboração de catálogos fotográficos promocionais; participação em feiras internacionais; cobrança de *royalties* elevados para o bloqueio de direitos minerários; exigência de projetos integrados de lavra e beneficiamento para os produtores; e taxaço das exportações de material bruto (blocos), impondo um valor fixo por tonelada que independe do preço do material exportado.

Nessas bases, a Índia já produz cerca de 1,5 milhões de t/ano e exporta US\$150 milhões/ano (20% de acabados/semi-acabados), praticando fretes marítimos de apenas US\$100/m³ para transporte de blocos até o continente europeu.

8. DESENVOLVIMENTO REGIONAL

As perspectivas de um melhor desempenho econômico e empresarial estão condicionadas ao fomento adequado de atividades e negócios, com suporte e articulação das instituições públicas e privadas. A análise dos diferentes segmentos de atividade do setor permite o estabelecimento de algumas ações governamentais julgadas prioritárias em âmbito estadual, destacando-se:

- cadastramento das lavras ativas e tipos comerciais produzidos;
- elaboração de mapa geológico previsional específico para rochas ornamentais, englobando um inventário de infraestrutura disponível;
- confecção de um catálogo fotográfico promocional, para divulgação comercial das rochas mais representativas;
- montagem de um centro de pesquisa para rochas ornamentais, destinado principalmente à realização de ensaios de caracterização tecnológica e fornecimento de certificados de análise;
- provocar a otimização e barateamento do transporte ferroviário para cargas de blocos e *containers*;
- apoio à montagem de terminais de carga rodo-ferroviários, com pátios alfandegados;
- fornecimento das bases de apoio necessárias à montagem de plantas de beneficiamento;
- estabelecimento de linhas de crédito desburocratizadas para o setor de rochas ornamentais;
- apoio financeiro aos produtores para participação em feiras especializadas no Brasil e exterior;
- criação de um núcleo de informações técnico-negociais para compradores e investidores, com montagem de litoteca e centro de exposição permanente de placas de mostruário;
- criação de escola profissionalizante para técnicos de nível médio, voltados para lavra e beneficiamento;
- apoio à formação e aperfeiçoamento de mão-de-obra de nível superior;
- adequação de recursos financeiros para programas de controle ambiental, em bases desburocratizadas;
- apoio ao produtor, visando estudos de mercado e outros aspectos comerciais;
- incentivo à licitação de áreas com ocorrência de rochas ornamentais, pelas empresas estaduais da área de mineração, em condições atrativas e desburocratizadas; e
- oferta de infraestrutura adequada ao produtor, envolvendo acessos, energia elétrica, comunicações etc.

Atentos à importância assumida pelas rochas ornamentais e de revestimento, alguns estados brasileiros, destacando-se o Espírito Santo, Bahia, Ceará, São Paulo, Pernambuco e Goiás, vêm desenvolvendo ações de incentivo e fomento ao setor. Esses esforços são traduzidos pela instalação de indústrias modernas de máquinas, equipamentos e materiais de consumo, para serragem e beneficiamento de chapas; implantação e/ou ampliação de pólos de beneficiamento cada vez mais bem equipados; montagem de feiras especializadas; elaboração de catálogos fotográficos promocionais; otimização dos sistemas de transporte intermodais para escoamento da produção; desenvolvimento de centros tecnológicos; melhoria das

condições portuárias para manejo e embarque de cargas; formação de recursos humanos; definição de atrativos para financiamentos, participação acionária em empreendimentos, isenções fiscais e outras vantagens tributárias; fornecimento de infra-estrutura adequada à implantação de novos empreendimentos etc.

9. CONCLUSÕES

As expressivas taxas de crescimento observadas em tempos recentes para o setor de rochas ornamentais brasileiro vincularam-se, sobretudo, à pressão internacional de demanda. Não sendo resultado de um esforço dirigido e programado, tal expansão mostra-se pouco articulada e sem uma base de competitividade adequada.

A fixação de novas bases de negócio para o Brasil pressupõe o controle de uma carteira diversificada de materiais excepcionais e o seu beneficiamento, para comercialização de produtos acabados e semi-acabados no mercado externo. Tal concepção modificaria o perfil histórico de nossas exportações, passando-se de blocos brutos para chapas e placas polidas.

Não existe nenhuma expectativa de se aumentar significativamente o faturamento brasileiro através da maior exportação de blocos, mesmo porque não se pode esperar uma agregação de valor mais expressiva que aquela já alcançada pelos produtores nacionais. Pela imposição de preços competitivos, as margens de lucro tendem realmente a decrescer tanto para materiais brutos quanto para produtos beneficiados, sendo em termos absolutos muito mais significativa a agregação de valor na comercialização de beneficiados. Da mesma forma, é fato notório que todas as matérias-primas minerais sofreram depressão de preços ao longo das duas últimas décadas, a ponto de se afirmar que o simples controle ou existência da matéria-prima não mais constitui uma vantagem competitiva das nações. O caso do petróleo é exemplar.

A ação dos grandes importadores de material bruto foi realmente muito benéfica, até o momento, como meio de divulgação e comercialização das rochas brasileiras no exterior. Deve-se agora incentivar e criar condições para novas

modalidades de negócios, com os próprios importadores tradicionais e outros que mostrarem interesse de investimento no Brasil. As prioridades são naturalmente vinculadas à construção de modernas plantas de beneficiamento, junto aos principais centros produtores e pólos exportadores.

A experiência bem sucedida de outros países competidores, como China e Índia, não ocorreu nem pelo incremento da exportação de blocos nem pela isenção de alíquotas dessas exportações, mas sim, nitidamente, pelo desenvolvimento do parque industrial de transformação e incremento dos mercados internos, mediante políticas corretas de importação de máquinas e equipamentos. Não é por acaso que grande parte dos resultados alcançados pela indústria italiana de máquinas e equipamentos, nos últimos dois anos, foi devida às suas exportações para os países do leste asiático, incluindo-se no caso tanto a China Continental e Coreia do Sul, quanto Taiwan e Hong Kong.

Em relação à Índia, que aumentou imensamente suas exportações de acabados, não só se verifica taxaço para exportações de material bruto (cerca de US\$ 50/m³), como também se impõe a cobrança de *royalties* elevados para o bloqueio de direitos minerários, exigindo-se projetos integrados de lavra e beneficiamento aos produtores.

O caso da China Continental (República Popular da China) também é exemplar, podendo ser ilustrado através da apicultura. Na China, quase todas as propriedades do interior mantêm colméias, produzindo grande quantidade de mel e própolis comercializado por preços dez vezes inferiores aos brasileiros no mercado internacional. No entanto, os importadores japoneses dão preferência ao própolis brasileiro, considerado um dos melhores do mundo em função de nossa biodiversidade. Para as rochas ornamentais, por razões semelhantes, não se pode enfrentar a China Continental pelos preços, mas sim pela nossa "geodiversidade" e com uma boa base de profissionalismo.

Para a exportação de produtos semi-acabados (chapas serradas e lustradas), o alvo potencial seria o mercado europeu, principalmente com granitos movimentados multicores e amarelos e granitos homogêneos brancos. Como novos mercados, as metas almejadas seriam a América do Norte, o Japão e o leste asiático, inclusive para materiais brutos no mercado japonês. O mercado americano continua sendo mais favorável para padronizados (*tiles*), destinados ao consumo da classe média e para venda no varejo, através de grandes cadeias de distribuidores. Outro nicho muito interessante para o Brasil no mercado internacional, refere-se a peças acabadas para arte funerária, destacando-se o potencial de vendas para Alemanha, França e Japão.

É também necessário promover uma melhor distribuição de nossas exportações, hoje muito concentradas na Itália. Tal adequação poderia prever 40% do volume físico para Itália; 20% para outros países da Europa, sobretudo Alemanha e França; 20% para o Japão e leste da Ásia; e 20% para América do Norte.

As tecnologias de lavra, beneficiamento e aplicação constituem pontos fundamentais para o desenvolvimento brasileiro no setor de rochas ornamentais. No caso da lavra, mais do que equipamentos, o Brasil precisa desenvolver *know-how* adequado à exploração de maciços rochosos. Quanto ao beneficiamento, as máquinas e equipamentos nacionais, de maneira geral, ainda não competem em qualidade e produtividade com os estrangeiros. Em termos de aplicação dos produtos, principalmente para grandes revestimentos externos de superfícies verticais, ainda não se utilizam técnicas adequadas de fixação de placas.

Padrões de nomenclatura, funcionalidade e durabilidade, baseados em normas técnicas específicas, serão cada vez mais exigidos na comercialização de rochas ornamentais. Para a Comunidade Européia, o Comitê Europeu de Normatização - CEN criou o grupo técnico CEN.TC.246 Natural Stone, que

estabelecerá normas para especificação de materiais, ensaios e produtos. Mais amplamente, as especificações firmadas pela CEN.TC246 serão adaptadas para a ISO.TC.196 Natural Stone, que regulará a utilização das pedras naturais em âmbito mundial. Caberá ao Brasil atingir os padrões ISO.TC.196, para ocupar posição de maior destaque no mercado internacional.

Termos de referência ambientais para lavra e recuperação de áreas mineradas devem ser doravante entendidos como investimento, visando-se obter o "selo verde" junto à comunidade internacional. Apesar de enquadrado no grupo dos grandes produtores mundiais, o Brasil ainda carece de tecnologia e *know-how* apropriados para exploração de maciços rochosos.

Nestes termos, menciona-se que as técnicas e equipamentos de lavra foram desenvolvidos no continente europeu para mármore e granitos homogêneos, sendo necessária uma adequação de procedimentos para rochas migmatíticas que tipificam os granitos movimentados. Estas rochas, que representam, atualmente, os principais materiais brasileiros de exportação, são muito sensíveis a explosivos e poderiam ser melhor desmontados com técnicas combinadas de corte a frio (sem explosivos).

A adequação dessas normas técnicas, ambientais e comerciais, vinculadas à melhor articulação do setor, poderão culminar, em um horizonte de 5 anos, as seguintes metas: exportação de acabados e semi-acabados em um patamar ideal de 50% a 60% do total exportado; faturamento de US\$600 milhões/ano com exportações, correspondentes a uma fatia de 10% do mercado mundial; consumo interno de 15kg/ano per capita; e transações formais de US\$500 milhões/ano no mercado interno, totalizando-se assim negócios da ordem de US\$1,1 bilhões/ano entre mercado externo e interno.

A atração de capitais e empresas estrangeiras fortes e com tradição de trabalho no setor de rochas ornamentais é

considerada estratégica para o Brasil, visando-se: aprimorar a lavra, beneficiamento e aplicação dos materiais; viabilizar novos centros produtores; implantar modernos pólos industriais de transformação; e garantir a comercialização de produtos brasileiros no mercado internacional. Haveria no caso interesse para a composição de *joint-ventures* com empresas européias, japonesas norte-americanas, canadenses e leste-asiáticas, que controlam grande parte do mercado mundial.

Nas bases comentadas, o futuro do setor brasileiro exclui esforços no sentido de ampliar a produção e comercialização de blocos. As melhores perspectivas sinalizam para a diversificação da carteira nacional de produtos; verticalização das atividades nas empresas, com lavra e beneficiamento dos materiais; abertura de novos mercados para exportação; maior participação de produtos acabados e semi-acabados nas exportações; e fortalecimento do mercado interno.

Salienta-se, finalmente, que o Brasil mostra uma notável vantagem competitiva, relacionada à ocorrência de uma variedade de materiais muito valorizados comercialmente no mercado internacional. Essa vantagem poderá ser, contudo, anulada se não houver um disciplinamento de atividades, modernização do setor produtivo e uma base profissional de empreendimento e gerenciamento empresarial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FRAZÃO, E.B. Metodologia para caracterização tecnológica de rochas ornamentais de revestimento. São Paulo: IPT, 1991 (Módulo do Curso de Tecnologia de Aplicação de Rochas Ornamentais)
2. CICCUCI, R. Extração e beneficiamento de rochas ornamentais. (Anotações do Curso realizado em 1991 na Escola de Engenharia de Minas - USP).
3. ARCOVERDE, W.L.; SILVA, E.A. Rochas ornamentais. In: BRASIL Departamento Nacional da Produção Mineral. Sumário Mineral, 1994. Brasília: MME, 1995.
4. CHIODI FILHO, C. A importância da pesquisa geológica para o setor de rochas ornamentais. Revista Brasil Mineral, São Paulo, v. 11, n. 110, p. 46-49, ago. 1993
5. _____. Panorama Latino-Americano do setor de rochas ornamentais. Revista Brasil Mineral, São Paulo, v. 11, n. 111, p. 36-39, out. 1993
6. _____. Pesquisa geológica: o primeiro passo. Revista Rochas de Qualidade, São Paulo, v. 24, n. 117, p. 58-71, jun. 1994
7. _____. Situação e perspectivas brasileiras no mercado internacional de rochas ornamentais. Revista Rochas de Qualidade, São Paulo, v. 24, n. 118, p. 39-48, set. 1994
8. _____. Continuar exportando rochas em bruto seria realmente a melhor solução? Revista Rochas de Qualidade, São Paulo, v. 25, n. 122, p. 108-113, mai/jun. 1995

9. _____. Uma crise anunciada. Revista Rochas de Qualidade, São Paulo, v. 25, n. 123, p. 109-112, jul./ago. 1995
10. CHIODI FILHO, C.; OLIVEIRA, F.C. O Setor de rochas ornamentais no Estado de Minas Gerais. Revista Rochas de Qualidade, São Paulo, v. 24, n. 116, p. 37-50, mar. 1994
11. CHIODI FILHO, C.; VALVERDE, F.M. Plano plurianual para o desenvolvimento da mineração brasileira". Relatório do Grupo Temático de Rochas Ornamentais. São Paulo: DNPM, 1994. v. 1 (rel. ined.)
12. CHIODI FILHO, C.; ONO, P.A. Uma Visão integrada dos tipos de lavra e técnicas de corte para desmonte de rocha". Revista Rochas de Qualidade, São Paulo, v. 25, n. 120, p. 93-106, jan./fev. 1995
13. CHIODI FILHO, C. et al. A Geofísica Aplicada na análise de blocos e jazidas". Revista Rochas de Qualidade, São Paulo, v. 25, n. 121, p. 109-114, mar./abr. 1995
14. CHIODI FILHO, C.; VALVERDE, F.M., The Brazilian ornamental stone industry: technical, economical and institutional aspects". In: FIRST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MINING AND DEVELOPMENT, Campinas, 1995. Proceeding, IG-UNICAMP, 1995. p.95-102.

**NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE
TECNOLOGIA MINERAL**

1. Flotação de Carvão: Estudos em Escala de Bancada - Antonio R. de Campos, Salvador L. M. de Almeida e Amílcar T. dos Santos, 1979. (esgotado)
2. Beneficiamento de Talco: Estudos em Escala de Bancada - Nelson T. Shimabukuro, Carlos Adolpho M. Baltar e Francisco W. Hollanda Vidal, 1979. (esgotado)
3. Beneficiamento de Talco: Estudos em Usina Piloto - Nelson T. Shimabukuro, Carlos Adolpho M. Baltar e Francisco W. Hollanda Vidal, 1979. (esgotado)
4. Flotação de Cianita da Localidade de Boa Esperança (MG) - Ivan O. de Carvalho Masson e Túlio Herman A. Luco, 1979. (esgotado)
5. Beneficiamento de Diatomita do Ceará - José A. C. Sobrinho e Adão B. da Luz, 1979. (esgotado)
6. Eletrorecuperação de Zinco: uma Revisão das Variáveis Influentes - Roberto C. Villas Bôas, 1979. (esgotado)

7. Redução da Gipsita com Carvão Vegetal - Ivan O. de Carvalho Masson, 1980. (esgotado)
8. Beneficiamento do Diatomito de Canavieira do Estado do Ceará - Franz Xaver H. Filho e Marcello M. da Veiga, 1980. (esgotado)
9. Moagem Autógena de Itabirito em Escala Piloto - Hedda Vargas Figueira e João Alves Sampaio, 1980. (esgotado)
10. Flotação de Minério Oxidado de Zinco de Baixo Teor - Carlos Adolpho M. Baltar e Roberto C. Villas Bôas, 1980. (esgotado)
11. Estudo dos Efeitos de Corrente de Pulso Sobre o Eletrorefino de Prata - Luiz Gonzaga dos S. Sobral, Ronaldo Luiz C. dos Santos e Delfin da Costa Laureano, 1980. (esgotado)
12. Lixiviação Bacteriana do Sulfeto de Cobre de Baixo Teor Caraíba - Vicente Paulo de Souza, 1980. (esgotado)
13. Flotação de Minérios Oxidados de Zinco: uma Revisão de Literatura - Carlos Adolpho M. Baltar, 1980. (esgotado)
14. Efeito de Alguns Parâmetros Operacionais no Eletrorefino do Ouro - Marcus Granato e Roberto C. Villas Bôas, 1980. (esgotado)
15. Flotação de Carvão de Santa Catarina em Escala de Bancada e Piloto - Antonio R. de Campos e Salvador L. M. de Almeida, 1981. (esgotado)
16. Aglomeração Seletiva de Finos de Carvão de Santa Catarina: Estudos Preliminares - Lauro Santos N. da Costa, 1981.
17. Briquetagem e a sua Importância para a Indústria - Walter Schinzel e Regina Célia M. da Silva, 1981. (esgotado)
18. Aplicação de Petrografia no Beneficiamento de Carvão por Flotação - Ney Hamilton Porphírio, 1981.
19. Recuperação do Cobre do Minério Oxidado de Caraíba por Extração por Solventes em Escala Semipiloto - Ivan O. C. Masson e Paulo Sérgio M. Soares, 1981. (esgotado)
20. Dynawhirpool (DWP) e sua Aplicação na Indústria Mineral - Hedda Vargas Figueira e José Aury de Aquino, 1981. (esgotado)

21. Flotação de Rejeitos Finos de Scheelita em Planta Piloto - José Farias de Oliveira, Ronaldo Moreira Horta e João Alves Sampaio, 1981. (esgotado)
22. Coque de Turfa e suas Aplicações - Regina Célia M. da Silva e Walter Schinzel, 1982.
23. Refino Eletrolítico de Ouro, Processo Wohlwill - Juliano Peres Barbosa e Roberto C. Villas Bôas, 1982. (esgotado)
24. Flotação de Oxidados de Zinco: Estudos em Escala Piloto - Adão Benvindo da Luz e Carlos Adolpho M. Baltar, 1982.
25. Dosagem de Ouro - Luiz Gonzaga S. Sobral e Marcus Granato, 1983.
26. Beneficiamento e Extração de Ouro e Prata de Minério Sulfetado - Márcio Torres M. Penna e Marcus Granato, 1983.
27. Extrações por Solventes de Cobre do Minério Oxidado de Caraíba - Paulo Sérgio M. Soares e Ivan O. de Carvalho Masson, 1983.
28. Preparo Eletrolítico de Solução de Ouro - Marcus Granato, Luiz Gonzaga S. Sobral, Ronaldo Luiz C. Santos e Delfin da Costa Laureano, 1983. (esgotado)
29. Recuperação de Prata de Fixadores Fotográficos - Luiz Gonzaga dos Santos Sobral e Marcus Granato, 1984. (esgotado)
30. Amostragem para Processamento Mineral - Mário V. Possa e Adão B. da Luz, 1984. (esgotado)
31. Indicador de Bibliotecas e Centros de Documentação em Tecnologia Mineral e Geociências do Rio de Janeiro - Subcomissão Brasileira de Documentação em Geociências - SBDG, 1984.
32. Alternativa para o Beneficiamento do Minério de Manganês de Urucum, Corumbá-MS - Lúcia Maria Cabral de Góes e Silva e Lélío Fellows Filho, 1984.
33. Lixiviação Bacteriana de Cobre de Baixo Teor em Escala de Bancada - Teresinha R. de Andrade e Francisca Pessoa de França, 1984.
34. Beneficiamento do Calcário da Região de Cantagalo-RJ. - Vanilda Rocha Barros, Hedda Vargas Figueira e Rupen Adamian, 1984.
35. Aplicação da Simulação de Hidrociclones em Circuitos de Moagem - José Ignácio de Andrade Gomes e Regina C. C. Carriso, 1985.
36. Estudo de um Método Simplificado para Determinação do "Índice de Trabalho" e sua Aplicação à Remoagem - Hedda Vargas Figueira, Luiz Antonio Pretti e Luiz Roberto Moura Valle, 1985.
37. Metalurgia Extrativa do Ouro - Marcus Granato, 1986. (esgotado)
38. Estudos de Flotação do Minério Oxidado de Zinco de Minas Gerais - Francisco W. Hollanda Vidal, Carlos Adolpho M. Baltar, José Ignácio de A. Gomes, Leonardo A. da Silva, Hedda Vargas Figueira, Adão B. da Luz e Roberto C. Villas Bôas, 1987.
39. Lista de Termos para Indexação em Tecnologia Mineral - Vera Lúcia Vianna de Carvalho, 1987.
40. Distribuição de Germânio em Frações Densimétricas de Carvões - Luiz Fernando de Carvalho e Valéria Conde Alves Moraes, 1986.
41. Aspectos do Beneficiamento de Ouro Aluvionar - Fernando A. Freitas Lins e Leonardo A. da Silva, 1987.
42. Estudos Tecnológicos para Aproveitamento da Atapulgita de Guadalupe-PI - Adão B. da Luz, Salvador L. M. de Almeida e Luciano Tadeu Silva Ramos, 1988.
43. Tratamento de Efluentes de Carvão Através de Espessador de Lamelas - Francisco W. Hollanda Vidal e Franz Xaver Horn Filho, 1988.
44. Recuperação do Ouro por Amalgamação e Cianetação: Problemas Ambientais e Possíveis Alternativas - Vicente Paulo de Souza e Fernando A. Freitas Lins, 1989. (esgotado)

45. Geopolítica dos Novos Materiais - Roberto C. Villas Bôas, 1989. (esgotado)
46. Beneficiamento de Calcário para as Indústrias de Tintas e Plásticos - Vanilda da Rocha Barros e Antonio R. de Campos, 1990.
47. Influência de Algumas Variáveis Físicas na Flotação de Partículas de Ouro - Fernando A. Freitas Lins e Rupen Adamian, 1991.
48. Caracterização Tecnológica de Caulim para a Indústria de Papel - Rosa Malena Fernandes Lima e Adão B. da Luz, 1991.
49. Amostragem de Minérios - Maria Alice C. de Goes, Mário V. Possa e Adão B. da Luz, 1991.
50. Design of Experiments in Planning Metallurgical Tests - Roberto C. Villas Bôas, 1991. (esgotado)
51. Eletrorecuperação de Ouro a partir de Soluções Diluídas de seu Cianeto - Roberto C. Villas Bôas, 1991.
52. Talco do Paraná - Flotação em Usina Piloto - Salvador Luiz M. de Almeida, Adão B. da Luz e Ivan F. Pontes, 1991.
53. Os Novos Materiais e a Corrosão - Roberto C. Villas Bôas, 1991.
54. Aspectos Diversos da Garimpagem de Ouro - Fernando Freitas Lins (coord.), José Cunha Cotta, Adão B. da Luz, Marcello M. da Veiga, Fernando Freitas Lins, Luiz Henrique Farid, Márcia Machado Gonçalves, Ronaldo Luiz C. dos Santos, Maria Laura Barreto e Irene C. M. H. Medeiros Portela, 1992. (esgotado)
55. Concentrador Centrífugo - Revisão e Aplicações Potenciais - Fernando Freitas Lins, Lauro S. Norbert Costa, Oscar Cuéllar Delgado, Jorge M. Alvarez Gutierrez, 1992.
56. Minerais Estratégicos: Perspectivas - Roberto C. Villas Bôas, 1992.
57. O Problema do Germânio no Brasil - Roberto C. Villas Bôas, Maria Dionísia C. dos Santos e Vicente Paulo de Souza, 1992.
58. Caracterização Tecnológica do Minério Aurífero da Mineração Casa de Pedra-Mato Grosso - Ney Hamilton Porfírio e Fernando Freitas Lins, 1992.
59. Geopolitics of the New Materials: The Case of the Small Scale Mining and New Materials Developments - Roberto C. Villas Bôas, 1992.
60. Degradação de Cianetos por Hipoclorito de Sódio - Antonio Carlos Augusto da Costa, 1992.
61. Paládio: Extração e Refino, uma Experiência Industrial - Luis Gonzaga S. Sobral, Marcus Granato e Roberto B. Ogando, 1992.
62. Desempenho de Ciclones e Hidrociclones - Giulio Massarani, 1992.
63. Simulação de Moagem de Talco Utilizando Seixos - Regina Coeli C. Carriso e Mário Valente Possa, 1993.
64. Atapulgita do Piauí para a Indústria Farmacêutica - José Pereira Neto, Salvador L. M. de Almeida e Ronaldo de Miranda Carvalho, 1993.
65. Caulim: um mineral industrial importante - Adão B. da Luz e Eduardo C. Damasceno, 1993.
66. Química e Tecnologia das Terras-Raras - Alcídio Abrão, 1994.
67. Tiouréia e Bromo como Lixivantes Alternativos à Cianetação do Ouro. Roberto de Barros E. Trindade, 1994.
68. Zeólitas: Propriedades e Usos Industriais - Adão Benvindo da Luz, 1994.
69. Caracterização Tecnológica de Lascas de Quartzo - Marília Inês Mendes Barbosa e Ney Hamilton Porfírio, 1994.

HEAVY METALS IN
ESTUARINE SEDIMENTS:
Mangrove Swamps of the Subae
and Paraguaçu Tributary Rivers of
Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil

9

J. F. Farid
A. F. S. Queiroz
I. G. Carvalho
M. A. S. B. Ramos
A. L. F. Santos
C. Mosser

MCT CNPq CITEM

1. Poconé: Um Campo de Estudos do Impacto Ambiental do Garimpo - Marcello M. da Veiga, Francisco R. C. Fernandes, Luiz Henrique Farid, José Eduardo B. Machado, Antônio Odilon da Silva, Luis Drude de Lacerda, Alexandre Pessoa da Silva, Edinaldo de Castro e Silva, Evaldo F. de Oliveira, Gercino D. da Silva, Hélcias B. de Pádua, Luiz Roberto M. Pedroso, Nelson Luiz S. Ferreira, Saete Kiyoka Ozaki, Rosane V. Marins, João A. Imbassahy, Wolfgang C. Pfeiffer, Wanderley R. Bastos e Vicente Paulo de Souza (2ª edição), 1991. (esgotado)

2. Diagnóstico Preliminar dos Impactos Ambientais Gerados por Garimpos de Ouro em Alta Floresta/MT: Estudo de Caso (versão Português/Inglês) - Luiz Henrique Farid, José Eduardo B. Machado, Marcos P. Gonzaga, Saulo R. Pereira Filho, André Eugênio F. Campos, Nelson S. Ferreira, Gersino D. Silva, Carlos R. Tobar, Volney Câmara, Sandra S. Hacon, Diana de Lima, Vangil Silva, Luiz Roberto M. Pedroso, Edinaldo de Castro e Silva, Laís A. Menezes, 1992.

3. Mercúrio na Amazônia: Uma Bomba Relógio Química? - Luis Drude Lacerda e Win Salomons, 1992.
4. Estudo dos Impactos Ambientais Decorrentes do Extrativismo Mineral e Poluição Mercurial no Tapajós - Pré-Diagnóstico - Rita Maria Rodrigues et al., 1994.
5. Utilização do Aguapé no Tratamento de Efluentes com Cianetos - Marcus Granato, 1995.
6. Are Tropical Estuaries Environmental Sinks or Sources? - Egbert K. Duursma, 1995.
7. Assessment of the Heavy Metal Pollution in a Gold "Garimpo" - Saulo Rodrigues Filho e John Edmund L. Maddock, 1995.
8. Instrumental Multielement Analysis in Plant Materials - A Modern Method in Environmental Chemistry and Tropical Systems Research - Bernd Markt, 1995.

**ACOMPETITIVIDADE
DA INDÚSTRIA
BRASILEIRA DE ALUMÍNIO:
AVALIAÇÃO E PERSPECTIVAS**

JENNIFER M. G. WILSON

4

MCT CNPq CETEM

**NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE
QUALIDADE E PRODUTIVIDADE**

1. Qualidade na Formulação de Misturas - Roberto C. Villas Bôas, 1992.
2. La Importância del Método em la Investigación Tecnológica - Roberto C. Villas Bôas, 1992.
3. Normalización Minerometalúrgica e Integración Latinoamericana - Rómulo Genuino de Oliveira, 1993.

28

**estudos e
documentos**

**ASPECTOS TÉCNICOS E
ECONÔMICOS DO SETOR DE
ROCHAS ORNAMENTAIS**

Cid Chiodi Filho

MCT CNPq CETEM

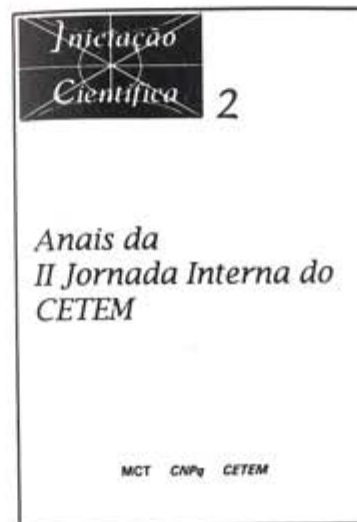
**NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE
ESTUDOS E DOCUMENTOS**

1. Quem é Quem no Subsolo Brasileiro - Francisco R. C. Fernandes, Ana Maria B. M. da Cunha, Maria de Fátima Faria dos Santos, José Raimundo Coutinho de Carvalho e Maurício Lins Arcoverde, (2ª edição) 1987.
2. A Política Mineral na Constituição de 1967 - Ariadne da Silva Rocha Nodari, Alberto da Silva Rocha, Marcos Fábio Freire Montysuma e Luis Paulo Schance Heler Giannini, (2ª edição) 1987.
3. Mineração no Nordeste - Depoimentos e Experiências - Manuel Correia de Andrade, 1987. (esgotado)
4. Política Mineral do Brasil - Dois Ensaios Críticos - Osny Duarte Pereira, Paulo César Ramos de Oliveira Sá e Maria Isabel Marques, 1987. (esgotado)
5. A Questão Mineral da Amazônia - Seis Ensaios Críticos - Francisco R. C. Fernandes, Roberto Gama e Silva, Wanderlino Teixeira de Carvalho, Manuela Carneiro da Cunha, Breno Augusto dos Santos, Armando Álvares de Campos Cordeiro, Arthur Luiz Bernardelli, Paulo César de Sá e Maria Isabel Marques, 1987. (esgotado)

Augusto dos Santos, Armando Álvares de Campos Cordeiro, Arthur Luiz Bernardelli, Paulo César de Sá e Maria Isabel Marques, 1987. (esgotado)

6. Setor Mineral e Dívida Externa - Maria Clara Couto Soares, 1987.
7. Constituinte: A Nova Política Mineral - Gabriel Elisio Alves de Brito, Luciano Galvão Coutinho, Roberto Gama e Silva, Alfredo Ruy Barbosa, Hildebrando Herrmann e Osny Duarte Pereira, 1988. (esgotado)
8. A Questão Mineral na Constituição de 1988 - Fábio S. Sá Earp, Carlos Alberto K. de Sá Earp e Ana Lúcia Villas-Bôas, 1988. (esgotado)
9. Estratégia dos Grandes Grupos no Domínio dos Novos Materiais - Paulo Sá, 1989. (esgotado)
10. Política Científica e Tecnológica no Japão, Coreia do Sul e Israel. - Abraham Benzaquen Sicsú, 1989. (esgotado)
11. Legislação Mineral em Debate - Maria Laura Barreto e Gildo Sá Albuquerque (organizadores), 1990.
12. Ensaios Sobre a Pequena e Média Empresa de Mineração - Ana Maria B. M. da Cunha (organizadora) 1991.
13. Fontes e Usos de Mercúrio no Brasil - Rui C. Hasse Ferreira e Luiz Edmundo Appel, (2ª edição) 1991.
14. Recursos Minerais da Amazônia - Alguns Dados Sobre Situação e Perspectivas - Francisco R. C. Fernandes e Irene C. de M. H. de Medeiros Portela, 1991. (esgotado)
15. Repercussões Ambientais em Garimpo Estável de Ouro - Um Estudo de Caso - Irene C. de M. H. de Medeiros Portela, (2ª edição) 1991.
16. Panorama do Setor de Materiais e suas Relações com a Mineração: Uma Contribuição para Implementação de Linhas de P & D - Marcello M. Veiga e José Octávio Armani Pascoal, 1991.
17. Potencial de Pesquisa Química nas Universidades Brasileiras - Peter Rudolf Seidl, 1991.
18. Política de Aproveitamento de Areia no Estado de São Paulo: Dos Conflitos Existentes às Compatibilizações Possíveis - Hildebrando Herrmann, 1991.

19. Uma Abordagem Crítica da Legislação Garimpeira: 1967-1989 - Maria Laura Barreto, 1993.
20. Some Reflections on Science in the Low-Income Economies - Roald Hoffmann] 1993. (esgotado)
21. Terras-raras no Brasil: depósitos, recursos identificados e reservas - Francisco Eduardo de V. Lápido Loureiro, 1994.
22. Aspectos Tecnológicos e Econômicos da Indústria de Alumínio, Marisa B. de Mello Monte e Rupen Adamian, 1994
23. Indústria Carbonífera Brasileira: conveniência e viabilidade - Gildo de A. Sá C. de Albuquerque, 1995.
24. Carvão Mineral: Aspectos Gerais e Econômicos - Regina Coeli C. Carriso e Mário Valente Possa, 1995.
25. "Sustainable Development: materials technology and industrial development in Brazil" - Roberto C. Villas Bôas, 1995.
26. Minerais e Materiais Avançados - Heloisa Vasconcellos de Medina e Luis Alberto Almeida Reis, 1995.
27. Poluição Mercurial: parâmetros técnico-jurídicos - Maria Laura Barreto e Anna Christiana Marinho, 1995.



NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE
INICIAÇÃO CIENTÍFICA

1. Anais da I Jornada Interna do CETEM, 1994.

PUBLICAÇÕES AVULSAS EDITADAS PELO CETEM OU EM CO-EDIÇÃO

1. Programação Trienal: 1989/1991. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1989.
2. Manual de Usinas e Beneficiamento. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1989.
3. Garimpo, Meio Ambiente e Sociedades Indígenas. CETEM/CNPq/EDUFF, 1992.
4. Programação Trienal: 1992/1994. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq).
5. Impactos Ambientais. SPRU/USP/CNPq, 1993.
6. Relatório de Atividades de 1993. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1994.
7. Programação Trienal: 1995/1997. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1995.
8. Relatório Anual de Atividades 1994. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1995.
9. 2nd Swedish-Brazilian Workshop on Mineral Technology (CETEM/CNPq/LULEÅ/EPUSP), 1995.

Pedidos ao
CETEM / CNPq - Centro de Tecnologia Mineral
Biblioteca
Rua 4 - Quadra D - Cidade Universitária - Ilha do Fundão
21949-590 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil
Solicita-se permuta
We ask for interchange
